

**DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DEL LABORATORIO DE
UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS DE LA UAB**

Memoria del Proyecto de Final de Carrera
de Grado en Gestión Aeronáutica
realizado por
Roger Cuadras Mas
y dirigido por el
Dr. Romualdo Moreno Ortiz
Sabadell, 4 de septiembre de 2012

Índice

1	RESUMEN EJECUTIVO	5
2	INTRODUCCIÓN.....	7
2.1	OBJETIVO DEL TRABAJO, TEMA	8
2.2	METODOLOGÍA USADA.....	9
3	EL LABORATORIO DE GESTIÓN AERONÁUTICA DE UAS DE LA UAB (LGAU-UAB).....	12
4	LOS UAS.....	13
4.1	ARQUITECTURA DE LOS UAS, SUBSISTEMAS QUE LO COMPONENTE.....	14
4.2	TIPOS DE AERONAVE.....	18
4.3	TIPOS DE MISIÓN	24
5	ANÁLISIS DEL ENTORNO	27
5.1	CONTEXTO SOCIAL Y LEGAL	33
5.2	CONTEXTO TECNOLÓGICO	39
5.3	EVOLUCIÓN PREVISTA DEL MERCADO	48
5.4	SEGMENTACIÓN DEL SECTOR	58
5.4.1	<i>Segmentación por tipo de cliente o usuario</i>	<i>61</i>
5.4.2	<i>Por tipo de aeronave y de misión</i>	<i>64</i>
5.5	ACTORES DEL SECTOR	67
5.5.1	<i>Instituciones impulsoras y reguladoras</i>	<i>67</i>
5.5.2	<i>Usuarios finales.....</i>	<i>70</i>
5.5.3	<i>Desarrolladores, productores, integradores y operadores</i>	<i>70</i>
6	ESTRATEGIA GENERAL DEL LABORATORIO DE UAS DE LA UAB	73
6.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LGAU-UAB	77
6.2	VISIÓN.....	81
6.3	MISIÓN	81
6.4	VALORES.....	81
6.5	FACTORES CLAVE DE ÉXITO	82
6.6	EMPLAZAMIENTO EN LA ORGANIZACIÓN DE LA UAB	83
6.7	UBICACIÓN FÍSICA E INSTALACIONES DEL LABORATORIO	85

6.8	LÍNEAS DE TRABAJO	86
7	EL MERCADO ACTUAL, POSICIONAMIENTO DEL LGAU-UAB.....	88
7.1	MERCADO DE SERVICIOS VINCULADOS A LOS UAS	88
7.1.1	<i>Clientes objetivo, colaboradores</i>	90
7.1.2	<i>Colaboraciones</i>	91
7.1.3	<i>Competencia</i>	93
8	LA OFERTA DEL LGAU-UAB	94
9	ORGANIZACIÓN, MEDIOS Y FUNCIONAMIENTO.....	97
9.1	EQUIPO HUMANO	98
9.2	ÓRGANOS DE GOBIERNO Y FUNCIONAMIENTO GENERAL	100
9.3	LA PLATAFORMA	103
9.4	EDIFICIO	104
9.5	SISTEMAS INFORMÁTICOS	108
9.6	INSTALACIONES	109
9.7	OTROS	111
9.8	COSTES.....	112
10	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	115
10.1	PRINCIPALES FASES E HITOS	116
10.2	RIESGOS	118
11	CONCLUSIONES.....	120
	ANEXO I - BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	122
	ANEXO II – LISTA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS AERONAVES	125
	ANEXO III – WORKSHOPS COMISIÓN EUROPEA	127
	ANEXO IV – NASA, CIVIL UAV CAPABILITIES ASSESSMENT, INTERIM STATUS REPORT, USES AND CAPABILITIES	128
	ANEXO V – PLAN GENERAL DEL PROYECTO.....	131
	ANEXO VI – CROWDSOURCING ORGANIZADO POR EL US DOD.....	134

Índice de tablas e ilustraciones

<i>Fig. 1 – Ejemplo de sistema de control de la aeronave.....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. 2 – Principales subsistemas en un UAS.....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 3 – Relación entre peso y duración de vuelo de las aeronaves.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. 4 – Micro UAS de Fly-n-Sense, y consola de control portátil.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 5 – Draganfly Tango, segmento Mini.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 6 – Neo S-300, MTOM de 100 Kg, carga de pago de 35 Kg, segmento Light.....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 7 – Hermes 900 de Elbit Systems, MTOM 1.180 Kg, carga de pago 350 kg, segmento MALE.....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 8 - Producción mundial de UAS por categoría, previsión años 2011-2020.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 9 – Gasto total en UAS previsto en el periodo 2011-2016.....</i>	<i>31</i>
<i>Fig. 10 – La miniaturización aplicada a instrumentos embarcables.....</i>	<i>41</i>
<i>Fig. 11 – Relación entre usos y capacidades de los UAS.....</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 12 - Relación entre usos, capacidades y tecnologías de los UAS.....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 13 – Previsión de la producción mundial de UAS por región - unidades.....</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 14 – Mercado europeo civil y comercial de los UAV – Mercado total por segmento vertical.....</i>	<i>51</i>
<i>Fig. 15 – El potencial uso de UAS en la crisis del volcán Eyjafjallajokull.....</i>	<i>53</i>
<i>Fig. 16 - Nivel estimado de cobertura por área de trabajo en I+D actual.....</i>	<i>55</i>
<i>Fig. 17 – Visión de los fabricantes de la evolución del mercado de los UAS.....</i>	<i>57</i>
<i>Fig. 18 – Principales fabricantes de UAS de EEUU según facturación en el sector</i>	<i>60</i>
<i>Fig. 19 – Previsión de gasto acumulado en millones de dólares y porcentaje, periodo 2011-2016.....</i>	<i>62</i>
<i>Fig. 20 – Previsión de crecimiento de mercado por segmento.....</i>	<i>64</i>
<i>Fig. 21 – Segmentación del mercado de los UAS.....</i>	<i>65</i>
<i>Fig. 22 – Variación sobre el Círculo de Deming.....</i>	<i>80</i>
<i>Fig. 23 – Organigrama del LGAU-UAB – Organización inicial.....</i>	<i>101</i>
<i>Fig. 24 – Organigrama del LGAU-UAB – Posible crecimiento.....</i>	<i>101</i>
<i>Fig. 25 – Espacios necesarios para el vuelo de 3 UAS en interior.....</i>	<i>106</i>

1 Resumen ejecutivo

Gestión Aeronáutica de la UAB ha venido trabajando en modelos de simulación de las operaciones de la aviación, y en el desarrollo de nuevos modelos de gestión. La necesidad de llevar a cabo pruebas de los trabajos de investigación hacen necesario disponer de un laboratorio que permita tanto las pruebas de escenarios realistas. El sector de los Unmanned Aircraft Systems (UAS), en su estado actual, necesita el desarrollo de sistemas de control y gestión específicos que permitan la puesta en servicio de nuevas misiones en el ámbito civil, y presentan unas características que hacen posible probar los modelos ya desarrollados para los entornos de aeronaves tripuladas en un entornos a escala para posteriormente ser usados en misiones reales. Por otro lado, la existencia de este laboratorio permite que otros departamentos de la UAB dispongan de una plataforma de pruebas realista para sus trabajos de investigación, especialmente en aquellos campos vinculados a la aviación. Finalmente, y no menos importante, el laboratorio permite poner a disposición de las empresas privadas una plataforma que contribuya al desarrollo e implantación de sus productos.

El objetivo principal de este trabajo es proponer un modelo de organización y de funcionamiento de un laboratorio de Unmanned Aircraft Systems para Gestión Aeronáutica de la UAB, a partir de la fijación de unos objetivos a corto, medio y largo plazo, e identificando un modelo de toma de decisión de cambios en la estrategia de desarrollo del laboratorio que permita la adaptación a las posibles evoluciones del entorno.

Para la definición de este modelo, se parte de un plan de negocio típico de empresa, adaptándolo a las necesidades de la administración pública. De esta forma, se analizan de forma sistemática, el sector en el que el laboratorio puede actuar, la organización y los medios a poner en práctica, el modelo financiero a seguir, las incertidumbres existentes y su tratamiento, y las posibles evoluciones en un entorno que se espera fuertemente cambiante. El objetivo esencial de este método es que el laboratorio nazca en un entorno en el que su utilidad social y científica esté identificada y sean conocidas, de forma que también puedan servir de guía para todas sus actuaciones y futuros desarrollos.

En el estudio del sector se constata el gran dominio de la industria militar, su gran contribución al desarrollo de los UAS y las sinergias posibles con la aplicación de los UAS a los usos civiles. En el ámbito civil se aprecia la atomización del mercado, esencialmente debido al tipo de sistema usado y al número de aeronaves usadas en cada proyecto. Se constata la existencia de tecnología puntera asequible en un mercado abierto, mercado que también se ve dinamizado por la aceptación y el atractivo de estos sistemas por parte de la sociedad. En cuanto al desarrollo del sector, la posibilidad de usar UAS como herramienta potente y relativamente barata y segura en múltiples aplicaciones civiles hace prever un significativo incremento de la demanda, con el consiguiente desarrollo de la industria vinculada a estos sistemas.

En cuanto a los sistemas en si, se analizan las principales tecnologías en las que los UAS se basan. Se categorizan éstos con varios criterios, siguiendo las indicaciones de los distintos estudios consultados.

Para el análisis del laboratorio, se identifica el beneficio que se espera obtener, no solo en términos económicos y de utilidades; el beneficio social también se considera, al uso de la doctrina actual del Análisis Coste Beneficio para las inversiones públicas¹. El resultado es que el beneficio del laboratorio será esencialmente social, es decir, por aportar a la sociedad de la que la UAB forma parte, un servicio que contribuye significativamente al desarrollo de esta sociedad, y para el cual las alternativas son difícilmente viables.

Finalmente, para el tratamiento de la incertidumbre que un sector en pleno desarrollo tecnológico presenta, se marcan unas líneas de trabajo de inicio y unas potenciales para el futuro, pero sobre todo, unos hitos en los que reanalizar los resultados de las líneas seguidas, las potenciales ya identificadas y el hecho de que en estos puntos deben formalizarse otras potenciales, y quizás descartar algunas de las inicialmente identificadas. Es decir, se busca que se analice la estrategia de una forma que permita la adaptación a un entorno cambiante, sin perder de vista el lado plazo y con los cambios tácticos que se requieran para mantener la utilidad de las tareas desarrolladas.

¹ Economía pública: Fundamentos, presupuesto y gasto, aspectos macroeconómicos, Emilio Albi Ibáñez, José Manuel González Páramo, Ignacio Zubiri, Editorial Ariel, 2009

2 Introducción

Los Unmanned Aircraft Systems (UAS) constituyen actualmente una importante línea de desarrollo tecnológico de la aviación. Nacidos para un uso esencialmente militar, su transposición a los usos civiles, junto con la evolución tecnológica general, ha permitido el desarrollo de una amplia gama de productos, con una miniaturización extrema en algunos casos, y con el uso de tecnologías de base difícilmente aplicables en la actualidad a la aviación tripulada, como por ejemplo la propulsión eléctrica. Es importante destacar las connotaciones del hecho de que se traten como sistemas, y no exclusivamente como aeronaves, por las implicaciones que ello tiene en una visión de conjunto desde la perspectiva de las misiones que se llevan a cabo, visión que no resulta posible si se cogiese la óptica a partir de la aeronave exclusivamente.

Este proyecto nace de la inquietud de los responsables de la especialidad de Gestión Aeronáutica de la UAB de disponer de un centro avanzado de pruebas en el que poder realizar ensayos, pruebas piloto y validaciones de los trabajos de investigación de dicha especialidad, de otros con aplicación en el campo de la aviación, y de productos o servicios desarrollados para la aviación, tanto alrededor de aeronaves como los propios Unmanned Aircraft Systems, como en aspectos vinculados a la aviación tradicional.

El Laboratorio de Gestión Aeronáutica de UAS de la UAB (LGAU-UAB) se concibe como un servicio a la sociedad en general, además de serlo para la propia UAB. Así, el LGAU-UAB se diseña como una unidad de servicios que pueda proporcionar una plataforma de pruebas y de desarrollo tanto a la investigación llevada a cabo en el entorno universitario, como para las empresas con intereses en el sector aeronáutico que necesiten la plataforma para sus actividades de investigación y desarrollo, o para probar y validar sus productos o servicios.

Se contempla la colaboración con otros departamentos de la UAB cuyas líneas de investigación sean aplicables a la aviación, así como con las empresas privadas que puedan necesitar los servicios que el laboratorio puede proporcionar para sus propios trabajos de desarrollo de productos o servicios.

El laboratorio debe disponer de la posibilidad de llevar a cabo verificaciones y validaciones prácticas de dichos trabajos, y con vocación de utilidad tanto para la sociedad en general como para la propia UAB.

Este trabajo consiste en un estudio teórico-práctico de diseño y puesta en marcha de una entidad de la que en inicio aún no se conoce la forma legal y societaria, pero del que se define su estructura de funcionamiento y sus posibles vías de desarrollo.

Durante el propio desarrollo del trabajo se están desarrollando actividades a englobar posteriormente en la gestión del laboratorio; esta circunstancia se produce al existir ya una serie de actividades llevadas a cabo en Gestión Aeronáutica sobre el desarrollo de sistemas para UAS

Se trata, por lo tanto, de:

1. Explorar las vías de desarrollo del LGAU-UAB
2. Definir objetivos a alcanzar por el LGAU-UAB a corto, medio y largo plazo
3. Buscar todas las utilidades que puede tener para la sociedad en general y para la UAB en particular
4. Plantear el sistema de toma de decisiones y de definición de la estrategia que lleve al diseño final del LGAU-UAB

Uno de los puntos a analizar es la configuración inicial del laboratorio, que debe permitir futuros cambios, planificando aquellos que ya de entrada se dan por aceptados y de los que habrá entonces que definir su implantación en el proyecto inicial.

2.1 Objetivo del trabajo, tema

El objetivo de este trabajo es el diseño y la puesta en marcha del Laboratorio de Unmanned Aircraft Systems (UAS) o Unmanned Air Vehicles (UAVs) de Gestión Aeronáutica de la UAB.

Dentro del ámbito del trabajo, está incorporada la definición de unos objetivos propios del LGAU-UAB, los cuales son, principalmente y a su vez, proporcionar unos servicios,

tanto a la industria, como a instituciones y entidades usuarias de los UAS, y a entidades de investigación, de:

- Pruebas de algoritmos vinculados a la navegación aérea y a su control
- Pruebas de sistemas embarcados
- Participación en el desarrollo de nuevos servicios

El trabajo requiere tanto de la exploración de las tecnologías vinculadas a este tipo de aeronave, como de la aplicación de los conocimientos adquiridos en el Grado de Gestión Aeronáutica, especialmente en las vertientes de planificación estratégica y de planificación de proyectos.

Fases del proyecto

1. Discusiones iniciales sobre el alcance y la dirección de la actividad del LGAU-UAB
2. Establecer la lista de los grupos de interés
3. Evaluar potencial de uso del LGAU-UAB explorando la posible utilidad y potencial con los distintos grupos de interés

2.2 Metodología usada

Por ser esta la descripción de la puesta en marcha de una actividad nueva, se ha usado como modelo de referencia un esquema de plan de negocio, pero modificándolo para adaptarlo:

1. Al tipo de entidad específico; se trata de administración pública
2. A un proceso de decisión iterativo, con un primer bucle distinto, siendo el controlador de los bucles las distintas líneas de trabajo consideradas para el futuro

Desde el punto de vista del uso de un plan de negocio, se pretende integrar aspectos habituales de una empresa en una economía de mercado, con los de una entidad pública del entorno universitario. De esta forma, resulta obligado tomar en consideración la definición estratégica, la misión, la relación costes e ingresos y la posición en el mercado, pero también relacionándolos con las formalidades específicas del desarrollo de una actividad de servicios en el entorno de investigación

y universitario, como son las fuentes de ingresos no procedentes del mercado, los programas de investigación, o los análisis coste-beneficio.

1. Análisis de características de los UAS:
 - Describir las características generales de los UAS dado que estos son el núcleo de la actividad del laboratorio
 - Explorar potenciales actividades del laboratorio en base a las características conocidas de los UAS
 - Identificar incertidumbres (características no exploradas, aspectos no descritos, lagunas en legislación, etcétera)

2. Identificar los objetivos:
 - a. Estratégicos, a largo plazo
 - b. Tácticos, a medio plazo
 - c. De servicio en el inmediato (corto plazo, nacen de una necesidad ya existente)

3. Describir las actividades del laboratorio:
 - a. Esenciales, sobre las que hay certeza de que se van a llevar a cabo
 - b. Potenciales, es decir, aquellas de las que se conoce un posibilidad de que se lleven a cabo, y que resulten factibles

4. Identificar las decisiones a tomar en el curso de realización del trabajo ; estas decisiones versarán sobre la configuración del laboratorio a poner en marcha, y las sucesivas etapas de tomas de decisión sobre otras actividades a llevar acabo en el futuro

5. Describir un plan estratégico, que defina:
 - a. Un objetivo principal a alcanzar
 - b. Objetivos secundarios
 - c. Principales hitos
 - d. Valores

6. Plantear un plan de puesta en marcha:

- a. Describir el proceso y etapas de las tomas de decisiones
- b. Principales etapas
- c. Recursos a poner en práctica
- d. Presupuesto de funcionamiento

3 El Laboratorio de Gestión Aeronáutica de UAS de la UAB (LGAU-UAB)

El Laboratorio de Gestión Aeronáutica de Unmanned Aircraft Systems de la UAB (LGAU-UAB) nace con un rol central en las tareas de investigación y desarrollo de Gestión Aeronáutica de la UAB, al estar su actividad imbricada en las pruebas reales de los trabajos desarrollados con sistemas de navegación, y en la toma de información de situaciones reales que se pueda revertir a los propios trabajos de investigación.

En general, pretende proporcionar a la sociedad, industria y sector de la aeronáutica, un entorno y una plataforma en el que probar:

- Sistemas de navegación

- Sistemas de control de UAS:
 - Excluyendo los de control del movimiento
 - Vinculados al control de misión (posicionamiento, envío de cambios de itinerario, recogida de datos de la navegación, etcétera)

- Sistemas embarcables en UAS

Se crea con múltiples potenciales vertientes:

- Como una plataforma de pruebas sobre estos tipos de aeronaves

- Como un centro de aprendizaje

No es objeto del laboratorio el desarrollo de aeronaves; estas se adquirirán como producto terminado.

Una puntualización relevante es que los gastos del laboratorio se presumen incorporados al presupuesto general de Gestión Aeronáutica, como los de un laboratorio más de la UAB, aunque por la venta de sus servicios podrá generar ingresos.

4 Los UAS

Conceptualmente, las aeronaves no tripuladas son tan o más antiguas que las tripuladas². Sin embargo, una característica fundamental de lo que se entiende actualmente como UAS o en general como aeronave o vehículo “sin personas” (traducción al castellano de Unmanned) es su capacidad para llevar a cabo una misión completa, desde el despegue hasta el aterrizaje, sin participación humana en el lapso de tiempo entre dichos despegue y aterrizaje. Así, resulta importante comprender la distinción de los UAS de aquellas aeronaves cuyo control lo ejerce en todo momento y de forma interactiva una persona situada fuera de la propia aeronave, y de aquellas a las que se les marca una única ruta, normalmente sin posibilidad de corrección y cambios, sin vuelta atrás (sería el caso de las V1 de la segunda guerra mundial).

En el informe de la Comisión Europea “Hearing on Light Unmanned Aircraft Systems (UAS)³” de 8 de Octubre de 2009, se define a los UAS como una aeronave sin tripulación con todos los elementos necesarios para cumplir los objetivos de una misión. Sin embargo, a esta definición resulta imprescindible añadir el concepto de robot (tal y como se ha visto en los capítulos anteriores), de forma que la aeronave pueda alterar su navegación de forma totalmente autónoma⁴. Es decir, la presencia de personas físicas no sería necesaria ni en la propia aeronave ni en los puestos de control para asegurar el cumplimiento de los objetivos de la misión.

Simplificando el concepto del UAS a la visión como aeronave, se trata de un sistema que:

1. Realiza un vuelo de forma autónoma, sin intervención humana, a partir del despegue,
2. Trazando una trayectoria que haya sido determinada antes del despegue, o que pueda ser modificada durante el vuelo,

² Uso de globos cargados con bombas y sin tripulantes en la guerra de US contra México

³ Hearing on Light Unmanned Aircraft Systems (UAS), 08 October 2009 – Brussels, Brussels, Documento TREN F2/LT/GF/gc D(2009)

⁴ La OACI, en su circular 328 sobre UAS, Cir 328 – AN/190, define como aeronave autónoma “aeronave sin personas embarcadas que no permite la intervención de piloto en la gestión del vuelo”, y como operación autónoma como “una operación en la que una aeronave pilotada remotamente es operada sin intervención de piloto en la gestión del vuelo”

3. Llevando a cabo una misión predeterminada o asignada o cambiada durante el vuelo

De esta forma, en un UAS tanto el gobierno del movimiento de la aeronave como el de la navegación se lleva a cabo de forma autónoma durante el vuelo; ello implica que los cambios y variaciones en los elementos que gobiernan el control del movimiento de la aeronave se puedan producir de forma automática, o de forma previamente definida, y que la aeronave siga una ruta previamente definida o modificable en vuelo.

Para llevar a cabo la misión, un UAS dispondrá de los sistemas propios de cualquier aeronave, más los de control específicos al ser un aeronave con la capacidad de volar “en automático”, o con un gobierno exterior sólo a nivel de sistema de navegación y más los que necesite embarcar para llevar a cabo la misión encomendada.

En los subcapítulos siguientes, se propone una definición de arquitectura que da cabida a los componentes típicos de los UAS y se analizan los tipos de UAS, los tipos de misión y los servicios vinculados a los UAS.

4.1 Arquitectura de los UAS, subsistemas que lo componen

En un UAS, se pueden distinguir claramente cinco grandes grupos de sistemas:

1. La aeronave en sí, con sus subsistemas:
 - a. De sustentación
 - b. De propulsión
 - c. De energía
2. Subsistema de control del movimiento de la aeronave: se trata de aquellos elementos que, moviendo las partes móviles de la aeronave, hacen que ésta lleve a cabo todas las fases del vuelo siguiendo la ruta indicada por el subsistema de navegación; incluye, esencialmente:

- a. Electrónica y programas que generan las instrucciones de movimiento de las partes físicas de control
- b. Partes electromecánicas, que se encargan de convertir las instrucciones de movimiento en movimientos físicos de los elementos de control de la aeronave

El sistema de control del movimiento dispone de su propio sistema de adquisición y almacenado de datos para poder adaptar el comportamiento de la aeronave a las condiciones del entorno en caso de sucesos no previstos en la navegación, como pueda ser cambios en las condiciones ambientales (vientos, cambios de temperatura, etcétera).

3. Subsistema de navegación: se trata del sistema que gestiona los itinerarios a seguir por la aeronave, a partir de unas coordenadas suministradas al UAS bien sea antes del despegue, o durante el vuelo.

Al igual que en el caso del sistema de control del movimiento de la aeronave, el sistema dispone de su propio sistema de adquisición de datos y almacenado de datos que permita el mantenimiento del movimiento hacia cada una de las coordenadas previstas del itinerario.

4. Subsistema de gestión y control de la misión: está directamente vinculado al vuelo del UAS; sin embargo, en función de ésta, se puede requerir que el sistema embarcado sea específico
5. Sistemas embarcados propios de la misión (medios de observación, equipos de recogida de muestras, mecanismos de lanzamiento de productos, etcétera)
6. Subsistema de comunicación interno de la aeronave: se trata del sistema o de la arquitectura que permita a los distintos sistemas interactuar entre ellos; un ejemplo sería el intercambio de datos a producir entre el sistema de control de la aeronave y el sistema de navegación, con el que, de alguna forma, los movimientos de la aeronave deben ser dirigidos hacia la coordenada indicada por el sistema de navegación

7. Subsistema de comunicación externo: entre el UAS y su entorno, es decir, entre el subsistema de navegación, la base operativa o de mando (puesto de gestión, control y mando de la misión), el subsistema de control de movimiento de la aeronave, y los sistemas embarcados propios de la misión; como ejemplos de flujos de datos, pueden citarse:
 - a. Actualización de los datos de los sistemas del UAS desde la base
 - b. Recoger datos del movimiento y la localización del UAS, para su control desde su base
 - c. Obtener datos de la propia misión
8. Sistemas embarcados propios de la misión (medios de observación, equipos de recogida de muestras, mecanismos de lanzamiento de productos, etcétera)

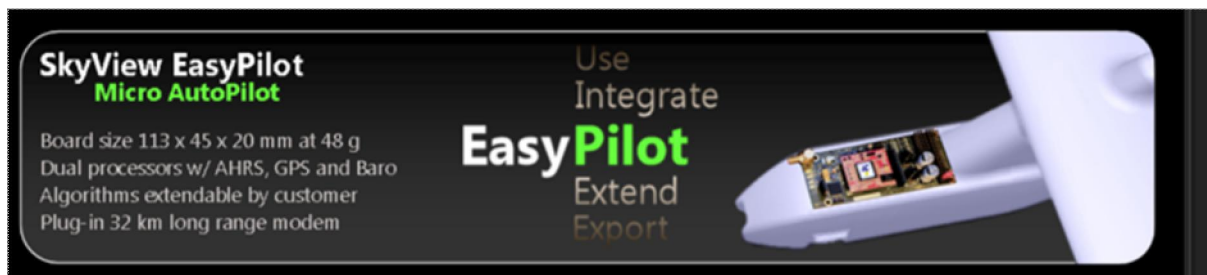


Fig. 1 – Ejemplo de sistema de control de la aeronave

Fuente: <http://www.instrumentcontrol.se/>

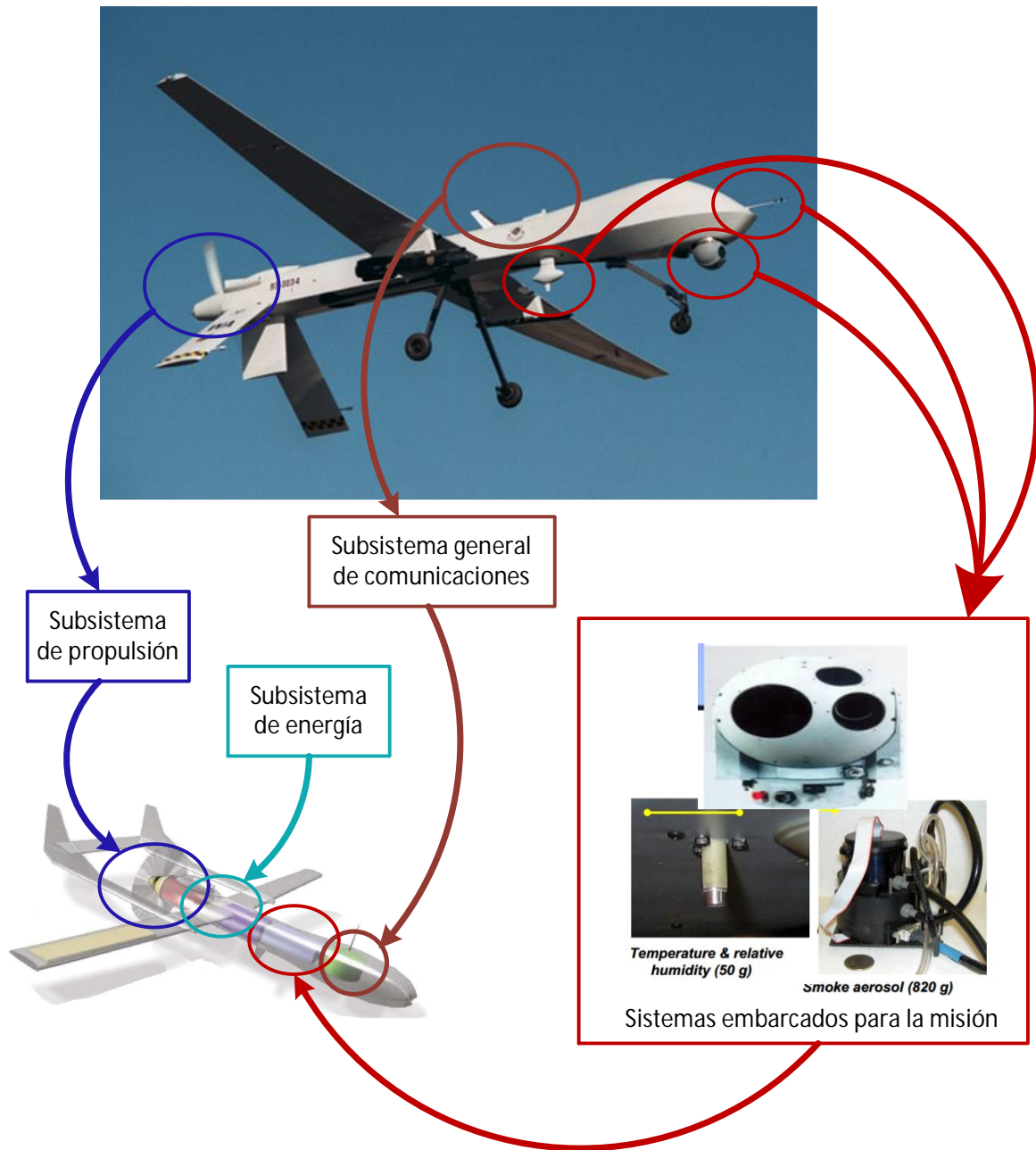


Fig. 2 – Principales subsistemas en un UAS

Fuente: elaboración propia a partir de fotos de France Météo, European Unmanned Systems Center y 2011-2012 UAS Yearbook

4.2 Tipos de aeronave

El tipo de misión que realiza un UAS va íntimamente ligado al tipo de aeronave, a pesar de que en algunos casos para un mismo tipo de misión se podrá escoger entre más de un tipo de aeronave, y en una misma misión podrá haber varias aeronaves de distintos tipos compartiendo varios de los subsistemas descritos en el capítulo anterior.

En el seno de la Unión Europea, se plantea una primera división de los tipos de aeronave en dos grupos, en base a su MTOM ("Maximum Take-Off Mass") con un límite puesto en los 150 kilogramos, de forma que⁵:

- Las aeronaves por debajo de este peso se consideran ligeras (Light UAS), y se les aplica, en el seno de la UE, la legislación y la autoridad de cada estado
- Las aeronaves por encima de este peso quedan bajo la supervisión de la EASA (Agencia Europea de Seguridad de la Aviación)

El estudio de la Dra. Catherine Fargeon y del General François Lefaudeux sobre los UAS para usos en seguridad y de gestión del medioambiente plantea⁶ una división más detallada, que combinada con la anterior, da la siguiente clasificación:

- Micro UAS: $MTOM < 1,5$ kg (ver ejemplo en la Fig. 4 – Micro UAS de Fly-n-Sense, y consola de control portátil)
- Mini UAS: $1,5$ kg \leq $MTOM < 25$ kg (ver ejemplo en Fig. 5 – Draganfly Tango, segmento Mini)
- Light UAS: 25 kg \leq $MTOM < 150$ kg (ver ejemplo en Fig. 6 – Neo S-300, MTOM de 100 Kg, carga de pago de 35 Kg, segmento Light)
- 150 kg \leq $MTOM < 500$ kg
- HP (Heavy Payload): $MTOM > 500$ kg

⁵ Comisión Europea, Hearing on Light Unmanned aircraft Systems (UAS), 08 October 2009 – Brussels, Report, TREN F2/LT/GF/gc D(2009)

⁶ USEP, UAS for Security & Environmental-related Purposes, Executive Summary, Dra Catherine Fargeon and General François Lefaudeux (2S), Conseil Général de l'Armement, Agosto 2007

Parece excesivamente generalista considerar todas las aeronaves de más de 500 kilogramos de peso en un único grupo; comparado con las aeronaves tripuladas, significaría tener en el mismo grupo una Cessna 162 (600 kg) con el resto de las aeronaves de cualquier tamaño y peso. Una división de este grupo en al menos dos o tres grandes categorías parecería lógica, con los siguientes grupos:

- 500 kg \leq MTOM < 5.000 kg
- 5.000 kg \leq MTOM < 15.000 kg
- 15.000 kg \leq MTOM

Por otro lado, se ha observado que en el mercado se consideran también la altitud de vuelo y el alcance con las siguientes denominaciones:

- Altitud:
 - T \rightarrow "Tactical" (baja y media altitud)
 - LA \rightarrow "Low Altitude", baja altitud, inferior a 10.000 pies
 - MA \rightarrow "Medium Altitude", media altitud, entre 10.000 y 20.000 pies
 - HA \rightarrow "High Altitude", superior a 20.000 pies

Al igual que con el peso, pero ahora en el extremo inferior, contrariamente a lo que indican las categorías descritas en las publicaciones consultadas, parece exagerado considerar todas las altitudes inferiores a los 10.000 pies dentro de un mismo grupo; la propuesta es tomar una subdivisión de la categoría LA de la siguiente forma:

- LA1 \rightarrow inferior a 300 pies
- LA2 \rightarrow de 300 a 1.000 pies
- LA3 \rightarrow de 1.000 a 10.000 pies

- Alcance⁷:
 - CR \rightarrow "Close Range", alcance próximo, hasta 30 km
 - SR \rightarrow "Short Range", alcance corto, de 30 a 70 km
 - MR \rightarrow "Medium Range", alcance medio, de 70 a 200 km

⁷ Se han tomado los datos de la definición de los alcances esencialmente de la categorización indicada en la publicación 2011-2012 UAS Yearbook – UAS: The Global perspective, 9ª edición, Junio 2011, Blyenburgh & Co

- MRE → “Medium Range Endurance”, alcance medio con resistencia, de 200 a 500 km
- LE → “Long Endurance”, larga resistencia, más de 500 km

De esta forma, se consideran las aeronaves:

- TUAV → “Tactical UAV”
- MALE → “Medium Altitude - Long Endurance” (ver ejemplo en Fig. 7 – Hermes 900 de Elbit Systems, MTOM 1.180 Kg, carga de pago 350 kg, segmento MALE)
- HALE → “High Altitude - Long Endurance”

Finalmente, las aeronaves presentan otras capacidades y características físicas que permiten categorizarlas en dimensiones adicionales a las ya vistas, como son:

1. Sustentación:

- a. Aerodinámica, por desplazamiento en el aire, sin vuelo estático (aviones, en el sentido tradicional y más habitual del término), por ala fija
- b. Aerodinámica con vuelo estático, por ala rotatoria, con rotores, con orientación de los propulsores, etcétera (helicópteros, multirrotores, “tiltrotor”, etcétera)
- c. Gravedad, densidad inferior a la del aire, flotación en la atmósfera (blimps y zeppelins, dirigibles)

2. Tipo de propulsión:

- a. De pistón
- b. Turbo-hélice
- c. Turbofan (Reactor)
- d. Eléctrico

En la Fig. 3 – Relación entre peso y duración de vuelo de las aeronaves, puede verse las distintas posibles capacidades y utilidades de los UAS en función de la categoría de las aeronaves.

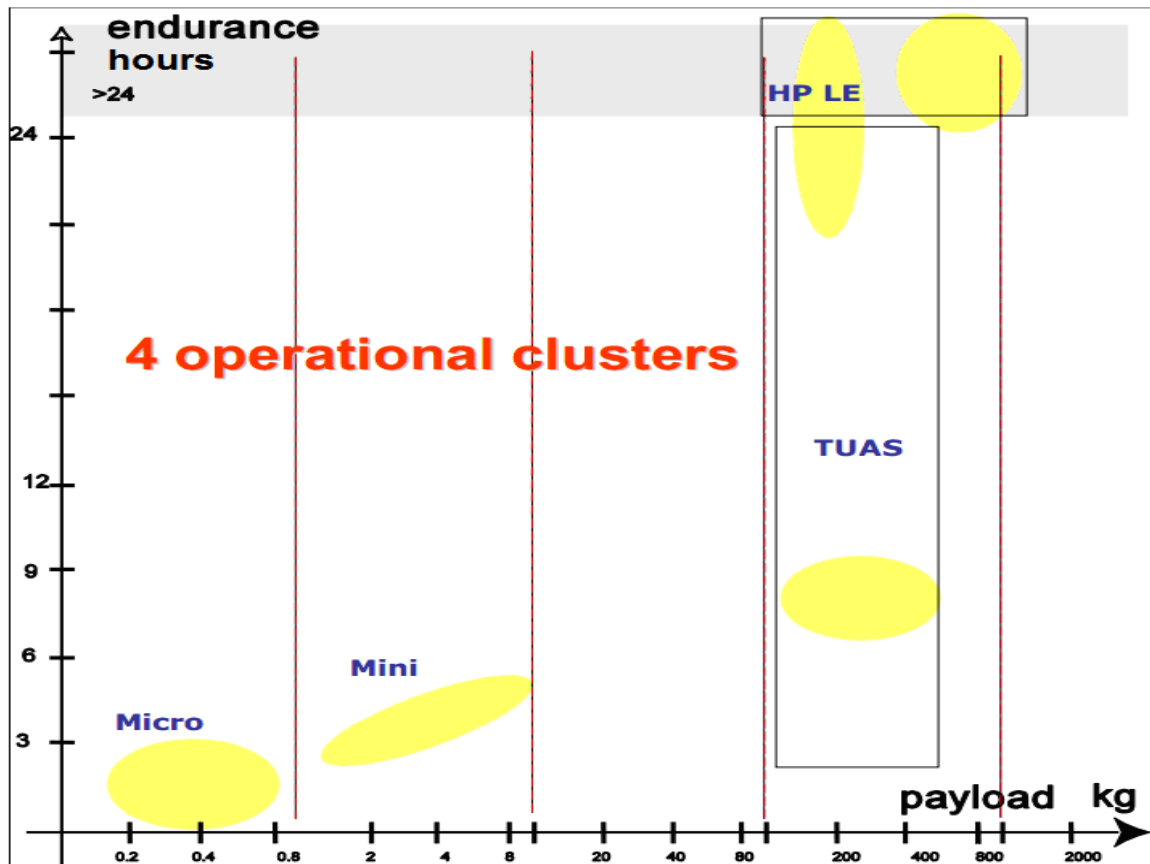


Fig. 3 – Relación entre peso y duración de vuelo de las aeronaves

En amarillo, la localización de la mayoría de las misiones en este espacio

Fuente: UAS for Security & Environmental-related Purposes – Industry Report, CGARM Report on UAS 2006-2007, Dra. Catherine Fargeon y Gen. François Lefaudeux

En el Anexo II – Lista de características de las aeronaves se puede encontrar una lista más detallada de características que permiten clasificar las aeronaves.



Fig. 4 – Micro UAS de Fly-n-Sense, y consola de control portátil

Fuente: Página web, de Fly-n-Sense, <http://www.fly-n-sense.com/index.php/en/Activites/uav-systems.html>

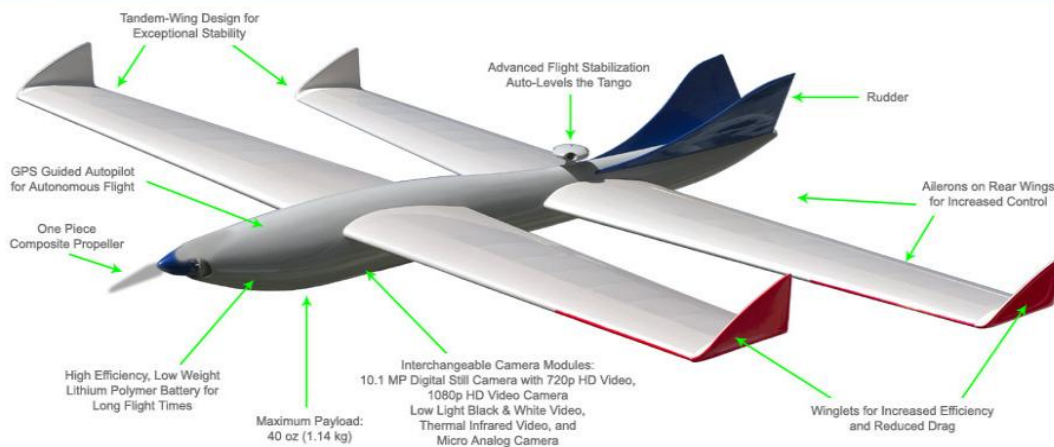
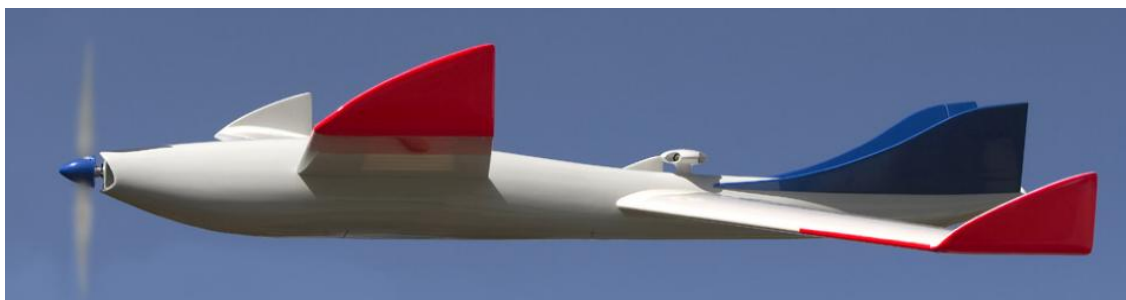


Fig. 5 – Draganfly Tango, segmento Mini

Fuente: <http://www.draganfly.com/uav-airplane/tango/specifications/>



Fig. 6 – Neo S-300, MTOM de 100 Kg, carga de pago de 35 Kg, segmento Light

Fuente: http://www.swiss-uav.com/uav_systems.php#



Fig. 7 – Hermes 900 de Elbit Systems, MTOM 1.180 Kg, carga de pago 350 kg, segmento MALE

Fuente: <http://www.elbitsystems.com/elbitmain/area-in2.asp?parent=3&num=31&num2=31>

4.3 Tipos de misión

Varios estudios han identificado tanto actuales como posibles futuros tipos de misión, de los son de destacar los siguientes datos:

- El Civil UAV Capabilities Assessment de la NASA, en sus conclusiones preliminares⁸, identifica 53 usos de los UAS, y los cruza con 16 características a tener en cuenta en función de cada tipo de misión (ver en Anexo IV – NASA, Civil UAV Capabilities Assessment, Interim Status Report, Uses and Capabilities, la tabla completa de los usos previstos y de las características); estos 53 usos están agrupados en las áreas de:
 - “Ciencias de la Tierra”(observaciones meteorológicas, mediciones en la atmósfera, observaciones de la superficie y de la vegetación, etcétera)
 - Seguridad interior (vigilancia costera, vigilancia de grandes áreas, fronteras, etcétera)
 - Gestión de los entornos naturales y urbanos (observación de flora y fauna, agricultura, desastres, etcétera)
- El análisis "Les drones au service de la sécurité et de l'environnement"⁹, identifica 56 distintos escenarios de uso de los UAS, y detalla tanto las características principales de estos escenarios como las requeridas de los UAS para desarrollar las misiones

Otros estudios, tales como los llevados a cabo por parte de Alenia Aeronautica, la Agencia Europea de Defensa, Frost & Sullivan, Teal Group, o Lucintel) dan agrupaciones parecidas o iguales a las indicadas por los de la NASA y del Conseil Général de l'Armement de Francia.

Una agrupación que sintetizaría el contenido de estos estudios sería la siguiente:

1. Vigilancia y monitorización de los servicios policiales:

⁸ Civil UAV Capabilities Assessment, Interim Status Report, Civil UAV Assessment Team, NASA, noviembre 2005

⁹ "Les drones au service de la sécurité et de l'environnement" ("UAS for Security and Environmental-related Purposes"), Conseil Général de l'Armement, Catherine Fargeon y François Lefaudeux, agosto 2007

- a. Usos en seguridad ciudadana (vigilancia de espacios, grandes eventos o situaciones conflictivas, grandes movimientos de masas de población)
 - b. Control y gestión del tránsito rodado
2. Servicios de emergencia
 - a. Actuación y seguimiento en grandes desastres
 - b. Búsqueda y localización en 24x7
 - c. Transporte de suministros y material a zonas de difícil acceso
3. Vigilancia costera, aduanera y de tránsito marítimo
4. Agricultura
 - a. Seguimiento de grandes cultivos
 - b. Control de plagas
5. Gestión de infraestructuras y de equipamientos:
 - a. Vigilancia y monitorización
 - b. Análisis de estado en situaciones peligrosas (acercamiento de detectores, visión de detalle por ordenador, etcétera)
 - c. Intervenciones en remoto o automático
 - d. Transporte de material a la vertical de la propia infraestructura
6. Gestión del medio ambiente natural y urbano:
 - a. Seguimiento y vigilancia del medio
 - b. Lucha contra incendios
 - c. Detección y control de circunstancias anómalas (contaminación)
 - d. Análisis y seguimiento de fenómenos meteorológicos
7. Enlaces de comunicaciones:
 - a. Temporales, en caso de situaciones extraordinarias o de iniciación
 - b. Permanentes, como complemento a los enlaces por satélite
8. Fotografía y tomografía aérea general
9. Transporte general

En todos estos tipos de misión, no debe olvidarse que la capacidad de un UAS está no tan sólo en la detección y observación; en función de la capacidad tecnológica, del tipo de misión y del entorno, un UAS también dispone de posibilidad de actuación.

Finalmente, en el documento "Les drones au service de la sécurité et de l'environnement"¹⁰ ya citado más arriba, se indica una categorización importante de los servicios que los UAS pueden proporcionar, en función del número de aeronaves a usar; así, las operaciones pueden ser:

- Aisladas: el UAS y su estructura de soporte actúan de forma totalmente autónoma, con una sola aeronave
- Operación coordinada, "implica la integración de varias aeronaves en una misma red de información"

¹⁰ "Les drones au service de la sécurité et de l'environnement" ("UAS for Security and Environmental-related Purposes"), Conseil Général de l'Armement, Catherine Fargeon y François Lefaudeux,

5 Análisis del entorno

La existencia de las aeronaves no tripuladas (Unmanned Aerial Vehicles, UAV, o Unmanned Aircraft Systems, UAS) ha introducido nuevas vías de desarrollo para el sector aeronáutico, haciendo que sea posible en la actualidad disponer de aeronaves que pueden llevar a cabo misiones con un bajo coste y sin peligro para una tripulación humana, característica esta que permite su uso en misiones especialmente largas, peligrosas o en entornos fuertemente contaminados. Las características físicas de los UAS, como son la dimensión, espacio y carga útiles¹¹, y la versatilidad en su uso, permiten nuevas aplicaciones y nuevas formas de explotación que convierten estas aeronaves en una línea de desarrollo tecnológico y de actividad en sí mismos, prácticamente en un sector específico¹², generándose a su vez la necesidad de unos servicios a su alrededor distintos de los de la aviación convencional.

Prueba de la importancia adquirida por los UAS son los distintos eventos que se han venido celebrando en los últimos años, teniendo como destacados, en el ámbito de la Unión Europea:

- Workshops organizados por la Agencia Espacial Europea (European Space Agency, ESA) juntamente con la Agencia Europea de Defensa (European Defense Agency, EDA)¹³; el primero se celebró en el año 2009¹⁴, el último en marzo 2012

¹¹ No puede olvidarse que un UAS no tiene la restricción de un avión convencional, que es la necesidad de transportar tripulantes; así, dispone, como mínimo, de un incremento directo de 75 kg y de unos 2 m³ útiles para transportar carga o instrumentos embarcados

¹² La versatilidad viene dada tanto por los distintos tipos de aeronave (ala fija, ala móvil, gravedad. Motores de pistón, reactores), como por la variedad de misiones realizables, especialmente al no tener que tomar en consideración la seguridad física de las tripulaciones

¹³ Puede consultarse información más detallada en:

http://eda.europa.eu/News/12-02-06/ESA_EDA_3rd_User_Stakeholder_Workshop_on_Unmanned_Aircraft_System

¹⁴ ESA/EDA Workshop on Unmanned Aerial Systems (UAS) and Satellite Services, UAS concept of use & communication challenges, 27-28 Mar 2009

- Recolección de información (hearing launching) por parte de la Dirección General de Movilidad y Transportes (DG MOVE) de la Comisión Europea, iniciativa lanzada en octubre de 2009¹⁵
- Conferencia conjunta de la CE y de la EDA, en julio de 2010, sobre UAS (“European High Level Unmanned Aircraft Systems (UAS) Conference”)¹⁶
- Proceso de recogida de información lanzado por la Comisión Europea el 23 de junio de 2011, con el fin de definir una estrategia para el futuro de los UAS en el seno de la Unión Europea; en el Anexo III – puede consultarse la lista de los workshops llevados a cabo en el marco de esta iniciativa¹⁷
- Taller (Workshop) organizado por la Comisión Europea en julio 2012, en el que se analizaron aspectos del desarrollo de la industria y del mercado de los UAS en Europa¹⁸

Del análisis general del sector sobresale el gran dominio de los usos militares de los UAS, y el enorme peso de los Estados Unidos en el mercado (ver *Fig. 13 – Previsión de la producción mundial de UAS por región - unidades más abajo*), tanto desde el punto de vista de la producción como del de la adquisición y uso de los sistemas; en la *Fig. 8 - Producción mundial de UAS por categoría, previsión años 2011-2020* se puede observar la limitada importancia relativa de los usos civiles, circunscrita por el momento al 8 % del total del mercado. Las razones fundamentales de esta situación son:

- La posibilidad de disponer de aeronaves de baja y media altitud realizando misiones peligrosas sin riesgo para las tripulaciones propias
- El uso en espacio aéreo restringido, con menores trabas administrativas y legales

¹⁵ Documento completo de análisis puede consultarse en:

http://ec.europa.eu/transport/air/doc/2009_10_08_hearing_uas.pdf

¹⁶ Información sobre la conferencia disponible en http://ec.europa.eu/transport/air/events/2010_07_01_uas_en.htm

¹⁷ EC UAS Panel Workshops, Información en http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/aerospace/uas/index_en.htm

¹⁸ European Commission, UAS Panel, 1st Workshops, UAS Industry and Market Issues, 12 de julio de 2012, información en http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/aerospace/uas/index_en.htm

- La facilidad de certificación de los sistemas
- La legislación impide actualmente el uso en espacio aéreo regulado

El peso que los usos militares han tenido hasta el momento en relación al mercado total, ha focalizado hacia estos usos, con la consiguiente limitación para el desarrollo de los usos civiles de las actividades tanto de desarrollo y producción de los grandes constructores como de las instituciones dedicadas a investigación y desarrollo, al encontrar mayor volumen y facilidades en la industria militar. Así, el mercado actual y previsto hasta el año 2020 de los usos civiles se circunscribe a tan sólo un significativo 8 % de la producción mundial de UAS¹⁹, tal y como se puede apreciar en la Fig. 8 Fig. 8 - Producción mundial de UAS por categoría, previsión años 2011-2020.

En cuanto a cifras absolutas, en el año 2010, el gasto mundial en UAS fue de 8.500 millones de dólares, de los que 5.000 millones se gastaron en Estados Unidos (59 % del total)²⁰, siendo la previsión para el año 2016 de un gasto total de 10.000 millones de dólares, de los que 5.900 corresponderían a Estados Unidos (39 % del total)²¹.

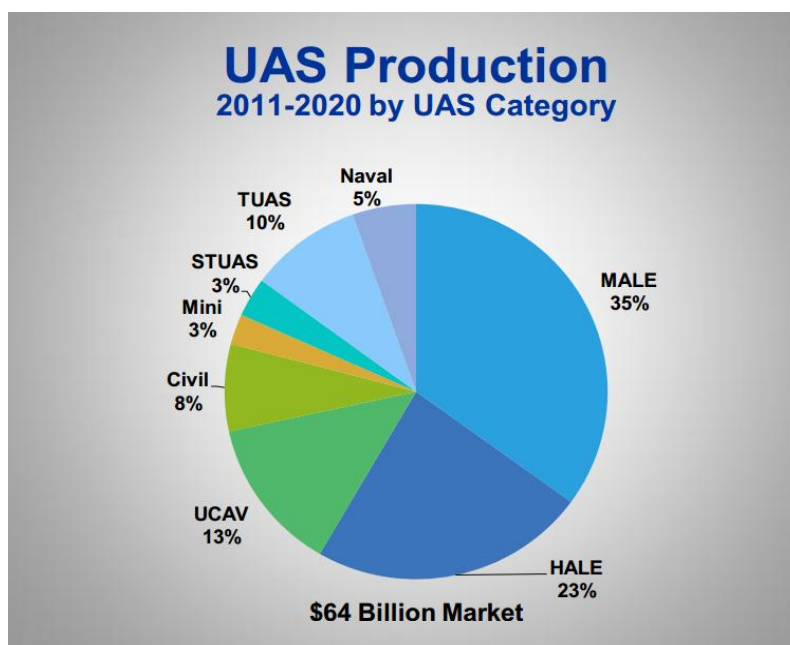


Fig. 8 - Producción mundial de UAS por categoría, previsión años 2011-2020

Fuente: Philip Finnegan, Teal Group Corporation, UAS Industry Outlook, 19 de agosto de 2011

¹⁹ Teal Group Corporation, UAS Industry Outlook, 19 de agosto de 2011

²⁰ Growth Opportunity in Global UAV Market, Lucintel Brief, marzo 2011

²¹ Alenia's view on UAS potencial civil market, Alenia Aeronautica

Finalmente, tal y como se señala en el “Estudio de análisis de las actividades actuales en el campo de los UAVs” de Frost & Sullivan publicado por la Dirección General de Empresa e Industria de la Comisión Europea en el 2007, “conviene señalar que la fragmentación del mercado europeo en pequeños mercados nacionales ha hecho que no se innove y ha perjudicado las posibilidades de negocio de las empresas europeas para invertir y comprometerse en el desarrollo de los sistemas de UAVs. Esto resulta particularmente evidente en el sector civil”²². Sin embargo, también se ha podido comprobar cómo el hecho de que la tecnología actual de los UAS resulte económica y técnicamente abordable, sobre todo en el caso de las aeronaves pequeñas, ha conducido a que exista una atomización del mercado por la facilidad de que pequeñas organizaciones, incluso individuos, hayan lanzado sus propias iniciativas de desarrollo y producción, en muchos casos con éxito.

En octubre de 2009, el Comisariado de Transporte Aéreo de la Comisión Europea emitió su informe sobre la recogida información de UAS ligeros²³. Dicho informe resume la situación del mercado de los UAS. Datos destacables son:

- El censo de empresas: se identificaron 105 PYMES y 10 grandes grupos industriales en este sector
- Las actividades de la PYMES: se dedican sobre todo a los sistemas con aplicaciones no militares, y en muchos casos forman parte de lo que se podría considerar una industria auxiliar, dedicada al desarrollo de componentes específicos de los UAS (sistemas embarcados, software, motores, sistemas de gestión de energía eléctrica, etc.), y de servicios basados en el uso de los UAS
- La mayor parte de las PYMES que llevan a cabo actividad en UAS ligeros “no forman parte de la comunidad de la aviación tradicional, y por lo tanto sus intereses no están representados en organizaciones relacionadas con la aviación”

²² Informe sobre el mercado de los UAS, Frost & Sullivan, Documento ENTR/2007/065, para la Dirección General de Empresa e Industria de la Comisión Europea, capítulo 5 - 5. “Overview of the political situation concerning the use and production of UAVs”

²³ Hearing on Light Unmanned aircraft Systems (UAS), DIRECTORATE F - Air Transport, European Commission, TREN F2/LT/GF/gc D(2009), 8 de octubre de 2009

- Las grandes empresas raramente desarrollan actividad en relación a los UAS ligeros; aún así, en algunos casos llevan a cabo colaboraciones con PYMES en el subsector de los UAS ligeros
- La industria europea se ha desarrollado especialmente en el campos de los UAS ligeros

En cuanto a las principales directrices de la evolución general del sector, de las distintas publicaciones consultadas, resulta destacable:

- Las aplicaciones militares seguirán siendo el principal mercado; tal y como se puede apreciar en la Fig. 9 – Gasto total en UAS previsto en el periodo 2011-2016 a continuación, la `previsión es que los usos exclusivamente civiles representen una parte muy limitada del gasto total (7%), apreciándose que en todos los tipos de aeronave se contempla esencialmente el uso militar²⁴

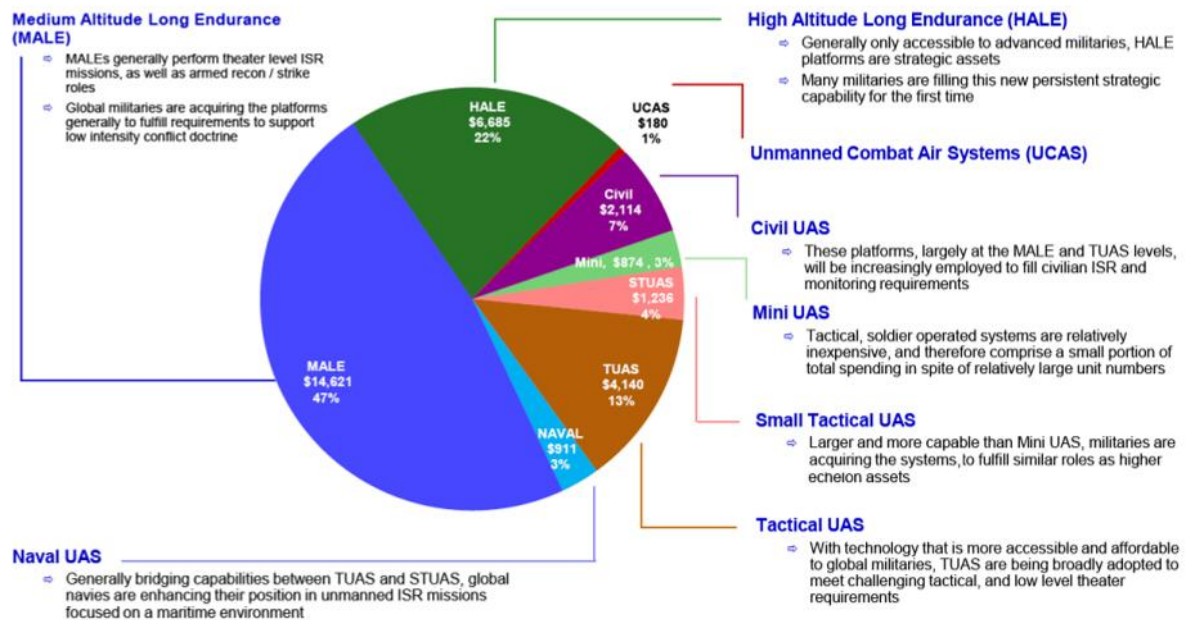


Fig. 9 – Gasto total en UAS previsto en el periodo 2011-2016

Fuente: Alenia's View on Civil UAS Potential Market, Teal Group and Alenia Aeronautica

²⁴ Estudio de Alenia Aeronautica, con la colaboración de Teal Group, Alenia's View on Civil UAS Potential Market, (+++ buscar data)

- Se prevé la búsqueda de sinergias entre los usos militares y los usos civiles, por transposición de los tipos de misión, usando los mismos medios y estableciendo colaboraciones entre instituciones²⁵
- Resulta difícil tener una previsión de evolución del mercado de los usos civiles, aunque en general, los estudios llevados a cabo por constructores y consultoras hablan de un crecimiento de entre el 5 y el 15 % anuales²⁶
- La ausencia de legislación (o de legislación adecuada), tanto para certificación de aeronaves como para el vuelo en espacio aéreo regulado o abierto constituye un serio obstáculo para el desarrollo del sector²⁷

Así pues, en términos generales, el sector de los UAS para usos civiles tiene importantes expectativas de desarrollo y crecimiento en Europa, cuyo principal impedimento es, en estos momentos, disponer de una legislación que garantice poder certificar y usar estos sistemas.

²⁵ El estudio del Conseil Général de l'Armement Sobre Futuros Usos de UAS (USEP, UAS for Security & Environmental-related Purposes, Dra. Catherine Fargeon and General François Lefaudeux (2S), Agosto 2007), menciona explícitamente dichas sinergias como un factor clave en el desarrollo de los UAS en Europa; además, el Análisis del sector aeroespacial de la International Trade Administration del US Department of Commerce del año 2011, en su capítulo dedicado a los UAS, indica que "a corto plazo, es probable que los fabricantes actuales de UAS militares dominen el mercado de los UAS para usos civiles, si consiguen sacar partido de la expertise y de la tecnología para adaptar las plataformas existentes o para desarrollar nuevos sistemas para usos civiles en el largo plazo."

²⁶ El Análisis del sector aeroespacial de la International Trade Administration del US Department of Commerce del año 2011, en su capítulo dedicado a los UAS, prevé un crecimiento de entre el 10 y el 15 % anual; sin embargo, el Alenia's View on UAS Potential Civil Market de Alenia Aeronautica y del Teal Group, referencia el potencial crecimiento del mercado al incremento de gasto mundial en Investigación y Desarrollo, y por lo tanto lo ajusta a una cifra de crecimiento de entre 5 y 7 % anual

²⁷ El Análisis del sector aeroespacial de la International Trade Administration del US Department of Commerce del año 2011, en su capítulo de descripción general de los distintos subsectores ("Overview of individual aerospace industry sectors"), menciona explícitamente que el crecimiento de la industria de los UAS se encuentra limitado por la falta de acceso de estos aparatos al espacio aéreo y por la falta de estándares reglamentarios y operacionales

5.1 Contexto social y legal

Los UAS están presentes hoy en la sociedad, y el sector se encuentra, según los análisis de mercado consultados y ya mencionados en capítulos anteriores, en una situación en la que puede empezar a crecer de forma significativa en sus usos civiles. Resulta por lo tanto importante analizar si la sociedad en general no tan sólo acepta y aceptará dicho crecimiento, sino si además contribuirá activamente a éste.

De forma sucinta, podrían citarse los factores siguientes que pueden determinar la aceptación y participación de la sociedad al sector:

- Cumplimiento de un fin positivo (aportación de valor para la sociedad)
- Impacto negativo limitado y aceptable: en este punto deberían considerarse tanto los aspectos de medio ambiente, como de sociedad
- Conflicto de valores morales resuelto positivamente, tales como los usos militares y en seguridad en relación a los impactos positivos
- Características generales acordes con las tendencias de la sociedad
- Entorno legislativo y reglamentario que no sólo permita el desarrollo del sector, sino que además contribuya a crear una imagen favorable sin menoscabo de las garantías que es necesario que aporte

Varios factores contribuyen a que los UAS sean en estos momentos considerados, por la sociedad, de forma positiva:

- Impacto sobre el medio ambiente de la propia aeronave: al ser un UAS una aeronave de menor peso que una con tripulación embarcada, a misión igual o equivalente tiene un consumo menor; además, su menor peso total permite el uso de motorizaciones eléctricas, y el mejor aprovechamiento de las corrientes de aire naturales

- Posibilidad de llevar a cabo misiones en entornos en los que la salud o integridad física de las personas pueden ser puestas en peligro, como pueden ser observaciones en áreas afectadas por contaminación de todo tipo (radioactiva, gases tóxicos, etcétera)
- Realización de misiones que en la actualidad resultan de especial peligrosidad para las tripulaciones; como paradigma de vuelos peligrosos, las misiones militares han constituido tradicionalmente un gran campo de aplicación de los UAS.
- Amplio abanico de misiones relacionadas con la gestión del medio ambiente (observación de entornos naturales, de fauna y de flora, lucha contra incendios, etcétera)
- Posibilidad de llevar a cabo misiones imposibles de realizar por aeronaves tripuladas, como son las que impliquen vuelos a muy baja altitud o en entornos o situaciones dificultosos (por ejemplo, misiones de localización para rescates en zonas boscosas montañosas y durante las 24 horas del día)

Los impactos negativos para la sociedad, tales como la posible invasión de la intimidad de las personas, o el riesgo de accidente y sus potenciales impactos, deberán ser considerados con el fin de tomar medidas que permitan reducirlos o eliminarlos. Como ejemplos de acciones que permitan reducir el riesgo de rechazo de estos sistemas por la sociedad, pueden citarse:

- Tomar en consideración las demandas sociales, tanto a nivel general y estratégico, impulsando las aplicaciones más positivamente valoradas por la sociedad antes que otras, y desarrollando legislación y reglamentación sectorial acorde con las sensibilidades de la sociedad
- Vigilancia del cumplimiento de la legislación; a este respecto, puede citarse como ejemplo Google con las imágenes de Street View o de la captación ilegal de direcciones IP, lo cual generó problemas no tan sólo a la propia empresa si

no también a las autoridades de vigilancia por no haber sabido reaccionar con rapidez ante las denuncias

- Estrategias de comunicación que contribuyan a la puesta en valor de los aspectos positivos de esta tecnología

El uso de los UAS tanto en misiones militares como de seguridad en general, puede generar sensibilidad en cuestiones morales tanto por los usos en conflictos armados como por cuestiones relacionadas con las libertades individuales (la simple visión de un UAS en el aire puede ser asociada a una operación de vigilancia). Sin embargo, estas cuestiones también están presentes en la aviación convencional, y ello no ha impedido el desarrollo de la industria, bien al contrario, la aviación convencional goza, en general, de gran aceptación social (prueba de ello son las asistencias masivas a eventos como pueden ser competiciones, exhibiciones, muestras, etcétera).

En el lado positivo, los UAS (vistos como productos) son extremadamente tecnificados, y con un uso intensivo de tecnologías de la información y de las comunicaciones, tecnologías éstas de gran aceptación y hacia las cuales la sociedad actual muestra una decidida inclinación. Además, por los posibles usos de los UAS, puede ocurrir que tanto actúen como núcleos de enlace de comunicaciones (como nodos de enlace temporales o móviles), como que se constituyan en elemento de captación de datos en Internet (por ejemplo, captando imágenes para ser puestas a disposición de los usuarios de Internet)²⁸.

Desde el punto de vista de combinación de factores “socio-político-económicos”, los usos militares han resultado esenciales para el desarrollo de los UAS, al permitir un nivel de inversión y su consecuente desarrollo desde el punto de vista técnico, que los usos civiles difícilmente hubiesen podido alcanzar hasta el momento. En la situación económica general, nos encontramos en un contexto de necesidad de contención y disminución del gasto público que hacen prever una significativa reducción de la inversión en aviación militar. El desarrollo de una industria de los UAS constituye una alternativa tanto de actividad para la industria aeroespacial proveedora de aeronaves militares, como de producto sustitutivo de aeronaves tripuladas, con una importante

²⁸ A este respecto, el

reducción de coste unitario, y con la posibilidad de nuevos usos. Además, ello permitiría retener conocimiento y experiencia en el marco de la industria aeroespacial europea, que de otra forma podría ser absorbida por otras regiones, o simplemente dispersada y en cierto modo perdida²⁹.

El análisis del uso de los UAS en espacios aéreos no restringidos y regulados deberá realizarse considerándolos robots de aplicación en el campo de la aviación, tal y como Alenia Aeronautica lo describe como línea de trabajo³⁰. En dicho informe también se indica uno de las principales cuestiones a resolver por todo sistema robotizado, es que pueda coexistir con los humanos, es decir, que un robot pueda desarrollar su actividad en un entorno en el que se hallen humanos al mismo tiempo que el propio robot. Ello implica que los UAS “deben ser seguros, predictibles, inofensivos y fáciles de manejar, y deben cumplir con las reglas y los hábitos del entorno en el que desarrollan su actividad”, lo cual en el caso de las aeronaves implica que cumplan con la reglamentación de la aviación.

En cuanto a la legislación y la reglamentación que aplica a los usos civiles de los UAS, se han identificado estrategias y situaciones notablemente diferentes entre distintos estados. En la Unión Europea, la European Aviation Safety Agency (EASA) publicó en el año 2009 una política de certificación para los UAS, estableciendo los principios generales para la certificación de tipo³¹. Sin embargo, el encaje de los UAS en la legislación europea sigue siendo un tema de discusión³².

En otras áreas se han puesto en marcha mecanismos que, sin llegar a la apertura total del espacio aéreo para los UAS, han permitido algunos usos determinados; como ejemplos, pueden citarse:

²⁹ El estudio de mercado de Frost & Sullivan para la Comisión Europea del año 2007 (Documento ENTR/2007/065), en su análisis general de los factores políticos (Capítulo de “Overview – Political factors”), indica explícitamente la necesidad de retener este conocimiento en el seno de la Unión Europea

³⁰ “ALENIA'S VIEW ON UAS POTENTIAL CIVIL MARKET”, informe de Alenia Aeronautica publicado en la página web de la CE, http://ec.europa.eu/enterprise/docs/uas/ASD_UAS_WG_Input_on_%20Industry_and_Market.pdf

³¹ “EASA policy statement: Airworthiness certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS)”, E.Y013-01, disponible en http://easa.europa.eu/certification/docs/policy-statements/E.Y013-01_%20UAS_%20Policy.pdf

³² El “Discussion Paper” del quinto workshop del “European Commission UAS Panel”, sobre Investigación y Desarrollo de UAS, elaborado por la Agencia Europea de Defensa (9 de febrero de 2012), en su punto 25, señala la imperiosa necesidad de disponer del adecuado marco regulatorio para que se produzcan inversiones por parte del sector privado

- En Estados Unidos, la Federal Aviation Administration ha puesto en marcha métodos de certificación y de uso para determinadas aplicaciones que permiten el desarrollo de una industria de usos civiles³³, pero excluyendo los usos comerciales; sólo los usos para la administración pública y los de investigación y desarrollo, además de los recreacionales (básicamente, con un techo de vuelo de 400 pies) ; un ejemplo de estos usos civiles es el proyecto desarrollado para el control del tránsito rodado en el estado de Washington³⁴
- En Japón, en un informe elaborado por Yamaha en el año 2003³⁵, se informa del uso de más de 1.500 UAS para usos civiles, sobre todo en agricultura; en este informe, ya se describe un proceso de certificación, y unas restricciones en las prestaciones de las aeronaves para que pudiesen acceder a dichos procesos

Pero sería con la aceptación de los usos comerciales y en espacios aéreos no restringidos con los que las aplicaciones civiles podrían crecer de forma significativa; la Administración de Comercio Internacional del Departamento de Comercio de los EEUU, en su análisis del sector aeroespacial del año 2011³⁶, señala la ausencia de estándares, de reglamentación y de legislación que permita la integración de forma segura de las operaciones de los UAS civiles en el espacio aéreo civil de forma segura como un factor clave que impide el crecimiento del sector “no militar”.

Como elemento clave para el desarrollo de los UAS, y de casi cualquier producto en la actualidad, es necesario hacer referencia al “conocimiento tecnológico” de la sociedad, dado que éste puede resultar determinante para el desarrollo de unos determinados productos y servicios a costes razonables.

³³ La FAA publicó una “Fact Sheet” sobre UAS (actualizada en julio de 2011) que describe los usos permitidos, las acciones en marcha y los métodos de certificación (disponible en http://www.faa.gov/about/initiatives/uas/media/UAS_FACT_Sheet.pdf) ; además, en la propia página web de la FAA se dan todos los detalles (http://www.faa.gov/about/initiatives/uas/uas_faq/)

³⁴ “The Use of Small Unmanned Aircraft by the Washington State Department of Transportation”, Washington State Transportation Center (TRAC) - University of Washington, Box 354802, Edward D. McCormack, Junio 2008

³⁵ Informe “Civil UAV Applications in Japan and Related Safety & Certification”, Aeronautic Operations YAMAHA MOTOR CO., LTD., Shizuoka, Japan, septiembre 2003

³⁶ Flight Plan 2011, Office of Transportation and Machinery, International Trade Administration, U.S. Department of Commerce, Marzo 2011

Gran número de universidades y de centros privados de investigación y desarrollo están desarrollando proyectos en los distintos campos que de una manera u otra están vinculados con los UAS (materiales, micro-electrónica, comunicaciones, programas de pilotaje, sistemas de propulsión, sistemas de control, etcétera). Además, debido a la gran difusión y a los bajos costes de las tecnologías de la información, aquellas que no dependen de determinadas materias primas o de costosos procesos de fabricación no suficientemente amortizados (como es el caso de las baterías), son ampliamente conocidas por la población en general, lo que ha generado un conocimiento y práctica generalizados. Como ejemplo, puede la innumerable cantidad de concursos anuales de robots.

En Estados Unidos, el Department of Defense (DoD), consciente de esta situación, organizó en el año 2011 un concurso, a través de una página web, abierto a las personas de todo el mundo que tengan interés en desarrollar un UAS (“crowdsourcing”), que al final será producido por uno de los socios industriales del DoD, con la estrecha colaboración de sus diseñadores³⁷. En el Anexo VI – Crowdsourcing organizado por el US DoD puede verse una copia de la página web con el resultado de las pruebas de algunos equipos.

Finalmente, a nivel europeo, debe hacerse mención al tejido industrial de que se dispone, especialmente para la creación de nuevos productos. Existe una cultura de la tecnología bien arraigada, como lo demuestra el gran número de universidades con estudios en las ramas tecnológicas de solvencia reconocida, de estudiantes y de proyectos de éxito desarrollados. Esta cultura permite disponer de personas con formación avanzada especializada. Además, tanto la industria aeroespacial como otros sectores igualmente fuertemente tecnificados muestran una larga historia de proyectos y productos de éxito. Pero uno de los puntos fuertes de la industria europea es lo que ya empieza a ser una tradición de pactos y acuerdos entre competidores para proyectos específicos. Esta es una estrategia que, sin dejar de lado la independencia y las reglas de la competencia, permiten tanto poder enfrentar proyectos que resultarían inabordables para empresas individuales como conseguir importantes sinergias³⁸.

³⁷ En la URL <http://www.uavforge.net/uavhtml/> puede verse el resultado del concurso, así como las características y resultados de las pruebas; en la URL <http://challenge.gov/DoD/212-uav-forge>

³⁸ Estudio de Frost & Sullivan, para la Comisión Europea, “STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, Second Element: Way forward” (documento ENTR/2007/065), menciona esta circunstancia como una fortaleza en su capítulo de “fortalezas y debilidades” de Europa

5.2 Contexto tecnológico

Tal y como se ha visto en el capítulo anterior, una característica importante de los UAS es que se consideran robots de aplicación en el campo de la aviación. Si bien ésta es una característica importante, puesta de manifiesto por Alenia Aeronautica en su informe mencionado más arriba, otras tecnologías, además de las propias de las aerodinámicas, resultan importantes en los UAS. Identificar estas tecnologías ayuda a determinar tanto las potencialidades de estos sistemas, como las posibles vías de desarrollo, especialmente al relacionar estas tecnologías con su disponibilidad y su evolución.

Dado que el objetivo de este trabajo son los UAS, no se analizan aquí aquellas tecnologías típicas de la aviación en general (por ejemplo, la aerodinámica, o los sistemas de aviónica).

A partir de un primer y somero análisis de los componentes de un UAS, deberán tenerse en cuenta, a grandes rasgos, sin pretender dar una lista exhaustiva, que las tecnologías incorporadas en estas aeronaves y su gestión son las vinculadas a³⁹:

- Materiales

- Electrónica y micro-electrónica

- Comunicaciones y transmisión de datos (niveles 1 al 5 del modelo OSI), incluyendo las de radio

- Almacenamiento de electricidad

- Propulsión

³⁹ El portal sectorial <http://www.unmannedsystemstechnology.com> resulta esclarecedor, al presentar a los proveedores según una clasificación por tipo de tecnología

- Sistemas de navegación, incluyendo las bases cartográficas y los sistemas de geo-localización
- Instrumentación, aviónica y sistemas de control de la aeronave, con sus respectivos instrumentos de detección (inerciales, radares, control de velocidad, etcétera)
- Inteligencia artificial
- Sistemas de visión
- Robótica y sistemas de control
- Procesos industriales (fabricación, prototipado, pruebas, ensayos, etcétera)
- Procesos administrativos (certificaciones, autorizaciones, control, calidad, etcétera)

Se han incluido en la lista los dos apartados de procesos por su importancia actual en el funcionamiento de cualquier empresa o institución, y por el enorme peso que tienen en el sector aeroespacial. Al igual que cualquier otra tecnología, la gestión de los procesos requiere de la aplicación de un conjunto de técnicas y prácticas, a menudo novedosas, que resultan imprescindibles para poder funcionar de manera eficiente. Resulta inhabitual encontrar quien discuta que la gestión de un proceso industrial (con máquinas) es una cuestión tecnológica y sistemática, consiste en la aplicación sistemática de conocimiento teórico, de recogida de datos, de análisis, de puesta en práctica de indicadores de control, de obtención de valoraciones sobre el resultado del proceso y de la búsqueda de mejoras. En cambio, para los procesos no directamente vinculados a máquinas, a menudo no se considera una tecnología su gestión, cuando en verdad se aplican los mismos métodos de trabajo que cuando se trata de máquinas, existiendo además técnicas específicas (normas ISO, gestión por procesos, indicadores, técnica jurídica, sistemas de bases de datos específicas, etcétera. Como ejemplo, pueden citarse varias empresas que ofrecen en la actualidad servicios de

gestión y herramientas tanto para el diseño y producción de UAS como para la planificación y ejecución de misiones⁴⁰.

Por otro lado, la investigación y el desarrollo han permitido avances notables en todos estos campos, de los que cabe señalar, como relevantes:

- Miniaturización, tanto de los dispositivos electrónicos como de los mecánicos (ver Fig. 10 – La miniaturización aplicada a instrumentos embarcables a continuación)



Fig. 10 – La miniaturización aplicada a instrumentos embarcables

Fuente: Presentación "Possible use of UAS in meteorology : the Eyjafjallajokull crisis and other cases", Alain RATIER, con contribuciones de J-L Brenguier and G. Roberts, Météo-France, European High Level Unmanned Aircraft Systems Conference, Bruselas, 1 de Julio de 2010

⁴⁰ Como ejemplos, WPI Services (<http://www.wpiservices.com/images/UAS.pdf>) ofrece servicios de planificación de misiones, y MicroPilot ofrece un sistema para la gestión del diseño de los UAS (<http://www.unmannedsystemstechnology.com/2012/08/micropilot-launches-xtendervalidate-a-design-life-cycle-management-tool-for-uavs/>)

- Gran potencia de cálculo disponible en ordenadores comerciales de precios más que aceptables
- Gran capacidad disponible para almacenamiento de datos
- Velocidad y volumen en las transmisiones de datos
- Capacidad de almacenamiento de baterías eléctricas, con un peso “moderado” y con sistemas de recarga rápidos y económicos

Si bien es cierto que las tecnologías y los materiales más sofisticados siguen en manos de unas pocas empresas o instituciones, otros con niveles ya elevados de sofisticación se pueden adquirir en el mercado abierto, y a precios razonables⁴¹, en muchas ocasiones como artículos de consumo. Además, no debería olvidarse que el conocimiento científico y técnico está disponible y al alcance de una gran parte de la población.

De forma esquemática, se podría resumir la disponibilidad y el estado de las tecnologías con relación con los UAS en los siguientes grupos:

- Materiales: sin olvidar la investigación y el desarrollo que podrían considerarse tradicionales en la búsqueda de nuevos compuestos, y la enorme progresión conseguida con aquellos, debe considerarse también la nanotecnología y su enorme contribución actual el desarrollo de nuevos materiales para cualquier aplicación⁴²; en cuanto a los materiales en sí, aquellos más sofisticados, como pueden ser las fibras de carbono, las aleaciones especiales o los materiales superconductores, siguen necesitando de medios importantes y de procesos

⁴¹ Se encuentran ejemplos por doquier, como puedan ser las imágenes de satélite o fotos aéreas de Google Earth, o los simples dispositivos de red de ordenadores presentes en la mayoría de domicilios, o las cámaras de foto digitales

⁴² La propia UAB dispone ha desarrollado líneas de investigación y dispone de instalaciones y servicios dedicados a esta tecnología, ver en <http://www.uab.es/servlet/Satellite/servicios-cientifico-tecnicos/tecnologias-y-ciencias-experimentales/nanotecnologia-1331534043860.html>; por otro lado, en la página web del Institute Of Physics del Reino Unido (Institute of Physics, 47 Belgrave Square, London SW1X 8QX), se puede consultar un apartado específico sobre nanotecnología, <http://iopscience.iop.org/0957-4484/>, en el que se mencionan trabajos en múltiples distintos campos y aplicaciones

de elaboración complejos; sin embargo, otros materiales alternativos con excelentes características físicas (como puedan ser resistencia, conductividad o peso) están disponibles en el mercado abierto, a costes razonables; como ejemplos, pueden citarse las resinas polimerizadas y armadas, las aleaciones de magnesio y aluminio, y todo tipo de componentes electrónicos

- Electrónica y microelectrónica: en la actualidad es posible adquirir incluso tarjetas con electrónica de control para aeronaves multi-rotor, en el mercado abierto
- Potencia de cálculo, capacidad de almacenamiento y velocidad de transmisión de datos: si bien estas dos medidas de la potencia de los ordenadores sigue creciendo, ya es posible en la actualidad, disponer de ordenadores con un coste total en un rango entre los 200 y los 1.000 Euros, capaces de gestionar entre 4 y 20 canales de entrada y salida de datos, con una frecuencia de refresco de 1/60 de segundo en cada uno de ellos, con un volumen de tránsito de datos entre la CPU y los canales de entrada y salida de 1 Gb por segundo, y procesando en tiempo real con respuestas en décimas de segundo a los datos recibidos; todo esto sin mencionar la capacidad de almacenamiento, del orden de cientos de GB en dispositivos flash de memoria, pasando por los 2 GB en discos de 3,5 pulgadas (con un volumen de 10 x 7,5 x 1 cm, y un peso de unos 150 gr), hasta los discos duros de varios TB
- Sistemas de radio-transmisión: si bien los específicos de aviación tienen un coste elevado, en el mercado existen múltiples opciones, tanto certificadas, como otras que podrían ser objeto de certificación
- Sistemas de propulsión: gracias a la gran difusión en el mercado civil de propulsores de todo tipo (motores de pistón, turbinas y reactores), así como a la aparición de propulsores eléctricos cuyo uso resulta posible por el reducido peso de los UAS, se dispone, a precios razonables, de todo tipo de plantas motrices y de empresas certificadas que pueden asegurar su mantenimiento

- Sistemas de almacenamiento y control de energía eléctrica: gracias al mercado de gran consumo, se dispone en estos momentos de múltiples dispositivos de distintas potencias, a precios más que asequibles
- Software, sistemas de “sense and avoid” (TCAS), de navegación y de control de la aeronave: si bien son ya una tecnología madura en la aviación tradicional, la distinta escala y capacidad de los sistemas de los UAS hace necesario el desarrollo de nuevos productos
- Gestión por procesos: este es un conjunto de técnicas de gestión cuya importancia está reconocida incluso legalmente en el sector de la aviación, por medio de la implantación obligatoria de un sistema de calidad para las organizaciones dedicadas al diseño y la producción de aeronaves (obligación para las empresas de producción según el Reglamento CE 1702/2003⁴³); si bien podría no ser una tecnología universal, si es cierto que su práctica es habitual en todo tipo de empresas, lo cual lo convierte en una tecnología ampliamente conocida, y para la cual se dispone de múltiples herramientas, incluso de software libre

Desde el punto de vista del acceso a la tecnología, y tanto en los entornos locales como en los globales, se puede clasificar ésta en los tres grandes grupos siguientes:

- Tecnología de primera línea, la más avanzada: y la investigación y el desarrollo punteros los realizan de motu propio las grandes corporaciones, en algunos casos creando alianzas específicas; pero también existen centros de investigación y desarrollo públicos o semi-públicos, con una oferta de medios materiales, instalaciones y servicios ad-hoc puestos a disposición tanto de otras instituciones como de empresas privadas⁴⁴; además, en estos centros las empresas e instituciones tienen acceso a personal experto de primera línea

⁴³ Reglamento CE 1702/2003, de la Comisión de 24 de septiembre, por el que se establecen las disposiciones de aplicación sobre la certificación de aeronavegabilidad y medioambiental de las aeronaves y los productos, componentes y equipos relacionados con ellas así como sobre la certificación de las organizaciones de diseño y de producción, parte 21, 21A139 (Sistema de calidad)

⁴⁴ De nuevo, la oferta de la UAB es un modelo de referencia para que la sociedad pueda usar instalaciones y servicios de otra forma inalcanzables para una sola organización, y con una puesta a disposición de esta misma sociedad del

- Tecnología avanzada: está disponible en el mercado, tanto de productos y servicios ya existentes ofrecidos por parte de empresas y profesionales especializados, como por servicios de desarrollo y construcción bajo demanda
- Tecnología madura: se beneficia de la gran difusión actual del conocimiento, de la existencia de un mercado libre para todo tipo de tecnologías, materiales y servicios, y del consecuente acceso tanto a fuentes de información como de suministro, lo cual permite el desarrollo de productos y de servicios que, sin ser los más punteros, podrían permitir el desarrollo de un mercado de bajo coste

Sin embargo, conviene recordar que por las especiales connotaciones de la aviación, la puesta en práctica de todas estas tecnologías en el diseño, fabricación, puesta en servicio y realización de misiones de los UAS está limitada por las restricciones legales de certificación de las aeronaves y de acceso de éstas al espacio aéreo.

En cuanto al desarrollo de los UAS en sí, su propia historia ha condicionado fuertemente hasta la fecha, y sigue condicionando, el desarrollo con unas opciones técnicas que son las que los usos militares necesitan, lo cual tiene su lógica con la expectativa de que el mercado de los usos civiles, tal y como se ha visto en los capítulos anteriores, permanezca en un 7 u 8 % del mercado total.

De esta forma, en buen número de estudios de mercado se siguen mostrando dichas características en relación a misiones militares o a misiones extrapolables de las militares como puedan ser las de observación de la superficie terrestre o las de seguridad⁴⁵. De hecho, en el seno de la Unión Europea, la Agencia Europea de

conocimiento y las tecnologías ya alcanzados (ver en <http://www.uab.es/servlet/Satellite/servicios-cientifico-tecnicos/tecnologias-y-ciencias-experimentales/nanotecnologia-1331534043860.html>)

⁴⁵ Del material publicado de las presentaciones de la "European High Level Unmanned Aircraft Systems Conference" celebrada en Bruselas el 1 de Julio de 2010, de 14 presentaciones, 5 se refieren a usos de vigilancia "policial" (por ejemplo, vigilancia de fronteras o de tráfico naval), 3 a gestión de emergencias por grandes desastres, 2 a estudios de la atmósfera, 1 a la gestión del medio natural (bosques), 1 sobre crisis militares

Defensa (European Defense Agency, EDA), tiene un activo papel en todos los actos y estudios llevados a cabo sobre UAS⁴⁶,

Finalmente, en la presentación de la Aerospace & Defence Association of Europe (ASD) en el ESA/EDA Workshop on Unmanned Aerial Systems (UAS) and Satellite Services de mayo 2009⁴⁷, se sintetiza tanto la relación de las principales tecnologías con capacidades y con los usos de los UAS, desarrollando la idea de desarrollo de la tecnología en clústeres de tipos de uso, aplicables tanto a la industria militar como a la civil (ver Fig. 11y Fig. 12 a continuación sendos gráficos que sintetizan estos conceptos).

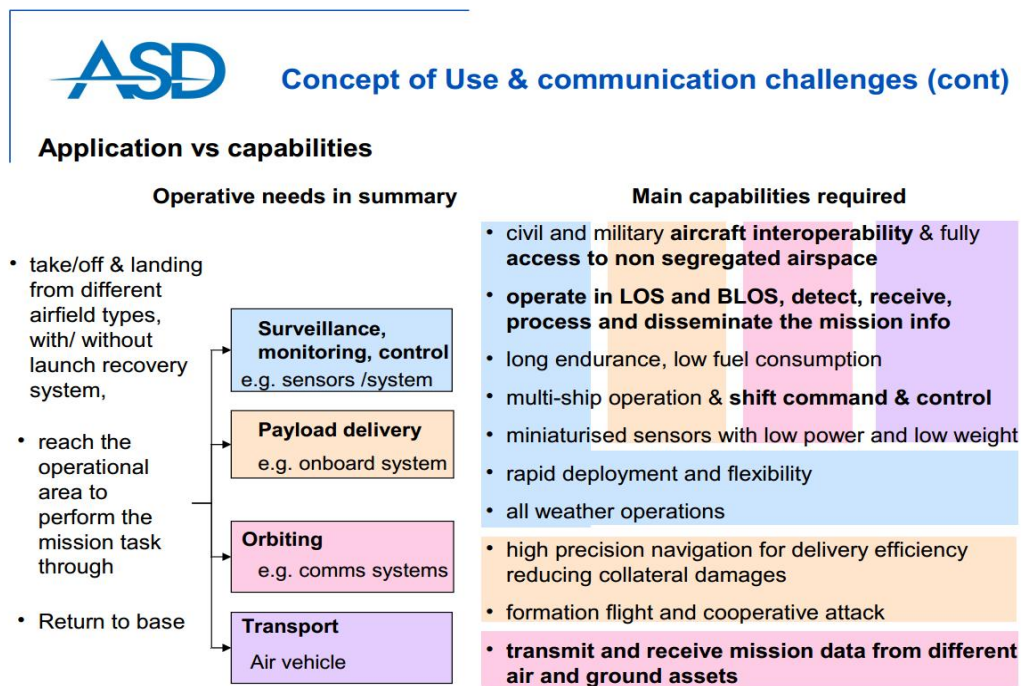


Fig. 11 – Relación entre usos y capacidades de los UAS

Fuente: ESA/EDA Workshop on Unmanned Aerial Systems (UAS) and Satellite Services – UAS concept of use & communication challenges, Fabio Ruta, ASD, mayo 2009

⁴⁶ En el "Discussion paper" de la EDA sobre el 5º workshop del Panel sobre los UAS de la Comisión Europea (celebrado el 9 de febrero de 2012), en el capítulo sobre usos de los UAS (State of play – UAS usages), en el punto 4, se menciona específicamente la imposibilidad de circunscribir al espacio aéreo restringido el "...creciente uso de los UAS en operaciones militares así como la extensión a otros usos relacionados con misiones de seguridad ("security" en la versión original en inglés) y de vigilancia del entorno (natural y urbano, nota del autor)..."

⁴⁷ ESA/EDA Workshop on Unmanned Aerial Systems (UAS) and Satellite Services – UAS concept of use & communication challenges, Fabio Ruta, ASD, mayo 2009

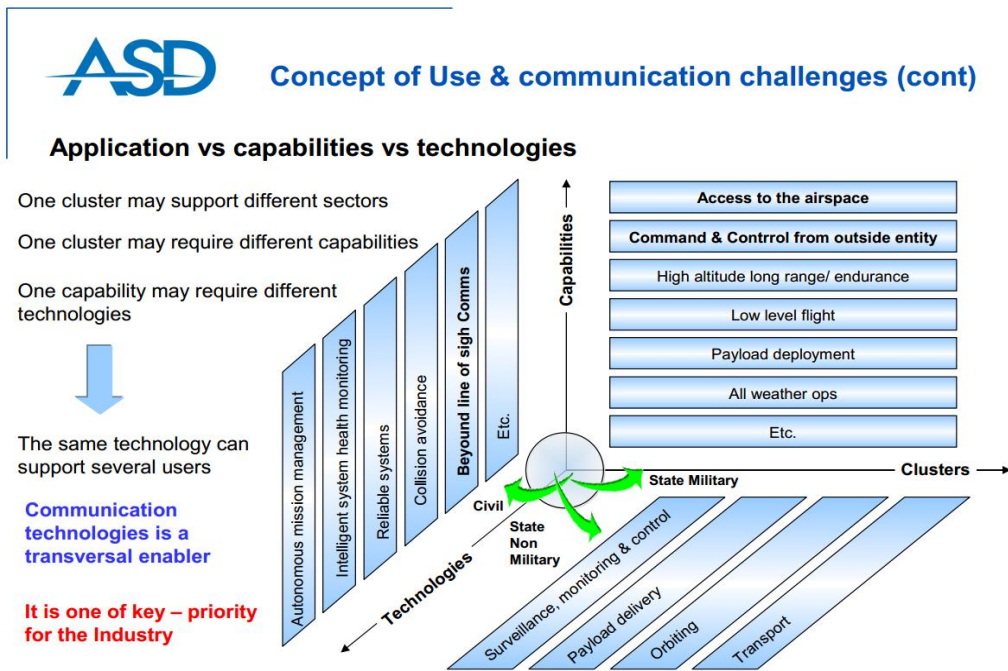


Fig. 12 - Relación entre usos, capacidades y tecnologías de los UAS

Fuente: ESA/EDA Workshop on Unmanned Aerial Systems (UAS) and Satellite Services – UAS concept of use & communication challenges, Fabio Ruta, ASD, mayo 2009

Se puede inferir que, al ser los usos militares tanto un motor del desarrollo de los UAS como una fuente de ingresos para la industria, la extrapolación actual de los UAS militares a usos civiles está permitiendo que estos puedan ponerse en marcha tanto más rápidamente como parecidas sus misiones sean a las militares. Por otro lado, las similitudes permiten obtener sistemas y recursos a mejor precio que en el caso de tener que desarrollarlos específicamente para un uso civil, aunque la disponibilidad y el amplio conocimiento de la tecnología pueden hacer aparecer una fuerte competencia sobre todo en los UAS de menor tamaño.

En cuanto a la evolución del sector civil con el militar, no puede obviarse que los usos no militares podrán hacer aparecer nuevos fundamentos y características, en estos momentos no conocidos, generándose una evolución de la tecnología de los usos civiles paralela a la de los militares.

Finalmente, debe hacerse referencia a las comunicaciones relacionadas con el control del tránsito aéreo (ATC). Actualmente, estas son esencialmente de voz. La incorporación de los UAS al espacio aéreo no segregado plantea una importante restricción, al no disponer de un “interfaz humano” que permita comunicar a la nave con los centros de control. La necesidad de disponer de sistemas de comunicación

totalmente informatizados implicaría no sólo una progresión significativa en la implantación de sistemas ACARS o AFIS, sino también en la sofisticación de los protocolos de comunicación con el objetivo de que pudiesen funcionar de forma desatendida, al menos por el lado de la aeronave⁴⁸.

5.3 Evolución prevista del mercado

Una de las grandes dificultades en el estudio de las previsiones de mercado para usos civiles es la ausencia de cifras detalladas, lo cual en parte resulta lógico dado que los UAS y los servicios que pueden proporcionar en el ámbito civil son relativamente novedosos, y algunos usos son todavía muy poco habituales o desconocidos, lo cual dificulta el análisis junto con clientes o usuarios.

A nivel global, se prevé un crecimiento sostenido del mercado global de los UAS; aunque las distintas fuentes dan cifras globales dispares (yendo del 5 % al 15 % anual), dicho crecimiento llevaría a casi triplicar el número total de unidades operativas, al horizonte del año 2020⁴⁹. En la figura Fig. 13 – Previsión de la producción mundial de UAS por región - unidades, se puede observar esta previsión de crecimiento dividida por área geográfica, en la que se aprecia el peso de Estados Unidos como el principal usuario de estos sistemas a nivel mundial.

⁴⁸ La OACI, en su circular 328, sobre UAS, dedica un capítulo completo a las comunicaciones (puntos 6.33 a 6.43)

⁴⁹ Teal Group, "World UAV Systems 2011 Market Profile & Forecast"; citado en Flight Plan 2011, Analysis of US Aerospace Industry, International Trade Administration, US Department of Commerce

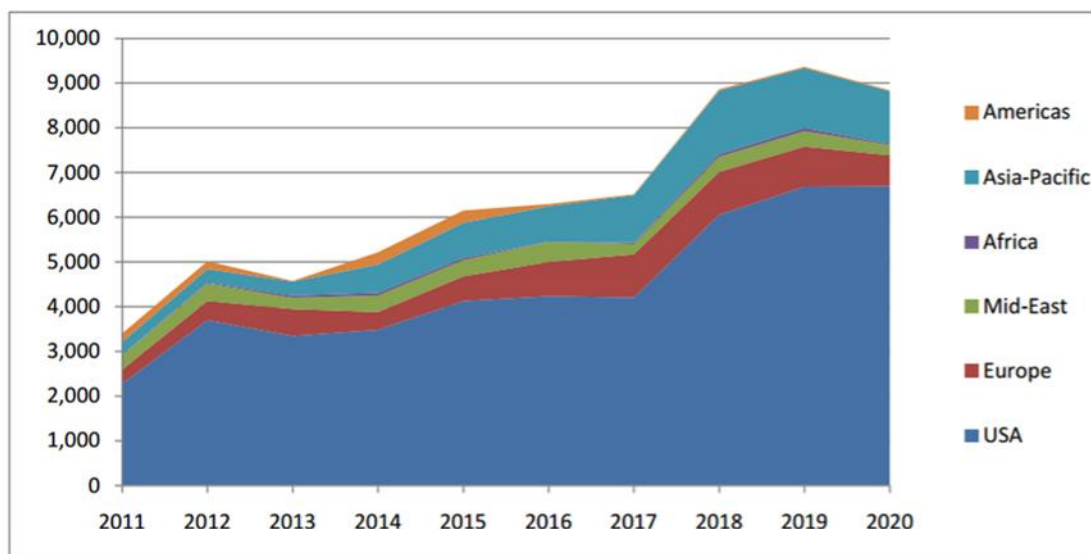


Fig. 13 – Previsión de la producción mundial de UAS por región - unidades

Fuente: Teal Group, "World UAV Systems 2011 Market Profile & Forecast"; citado en *Flight Plan 2011, Analysis of US Aerospace Industry*, International Trade Administration, US Department of Commerce

En cuanto a volumen general y cifras económicas, si bien de alguna fuente se muestra gran optimismo⁵⁰, sí está comúnmente aceptado el gran crecimiento en número de usos comerciales, lo cual podría conducir a multiplicar el número de unidades en servicio, aunque quedaría por determinar si no se trataría esencialmente de unidades en general en el rango de las físicamente pequeñas o "micro". En cualquier caso, las adquisiciones para usos militares están normalmente asociadas a grandes lotes de compra, mientras que los usos civiles, incluso por parte de la administración pública, pueden generar una demanda de pocas unidades, incluso a la unidad.

La combinación de la previsión de crecimiento en número de unidades dada por Teal Group (ver Fig. 13 – Previsión de la producción mundial de UAS por región - unidades) con la indicada en el estudio de Alenia Aeronautica y del Teal Group "Alenia's View on UAS Potential Civil Market" de julio de 2011 (con un crecimiento en volumen monetario de entre el 5 y el 7 % anual) parece confirmar esta tendencia de un gran crecimiento en número de unidades, pero mucho más moderado en términos de volumen de negocio.

⁵⁰ En el documento publicado por la European Defense Agency sobre el 5º workshop de la Comisión Europea sobre los UAS (EUROPEAN COMMISSION UAS PANEL - 5th Workshop - 9 February 2012 - Research & Development on UAS), se indica que el Mercado potencial de los UAS en aplicaciones civiles puede tener un crecimiento como el observado en el de los PCs o en el de los Smartphones

Desde el punto de vista de los usos, según tipo de misión, es de resaltar que el estudio de Frost & Sullivan indica que la mayor parte del mercado de usos civiles estará en los usos gubernamentales (45 %), esencialmente, labores de seguridad tales como pueden ser actividades de la policía, vigilancia de fronteras o seguimiento de tráfico naval, (ver Fig. 14 – Mercado europeo civil y comercial de los UAV – Mercado total por segmento vertical más abajo). En el capítulo 4.3 - Tipos de misión se analiza con más detalle los distintos grupos y tipos de misión.

En cuanto a volumen de negocio, a nivel mundial se prevé que, en el periodo entre los años 2011 y 2020, éste sea de 64.000 millones de dólares USA (ver Fig. 8 - Producción mundial de UAS por categoría, previsión años 2011-2020), siendo la participación de Europa en este mercado inferior al 10 %. Haciendo extrapolaciones con la participación esperada en el mercado de los usos civiles, el mercado total en Europa en este sector sería de unos 400 millones de dólares USA, contando que se parte de una cifra muy baja en la actualidad, con expectativa de crecimiento sostenido en los próximos años.

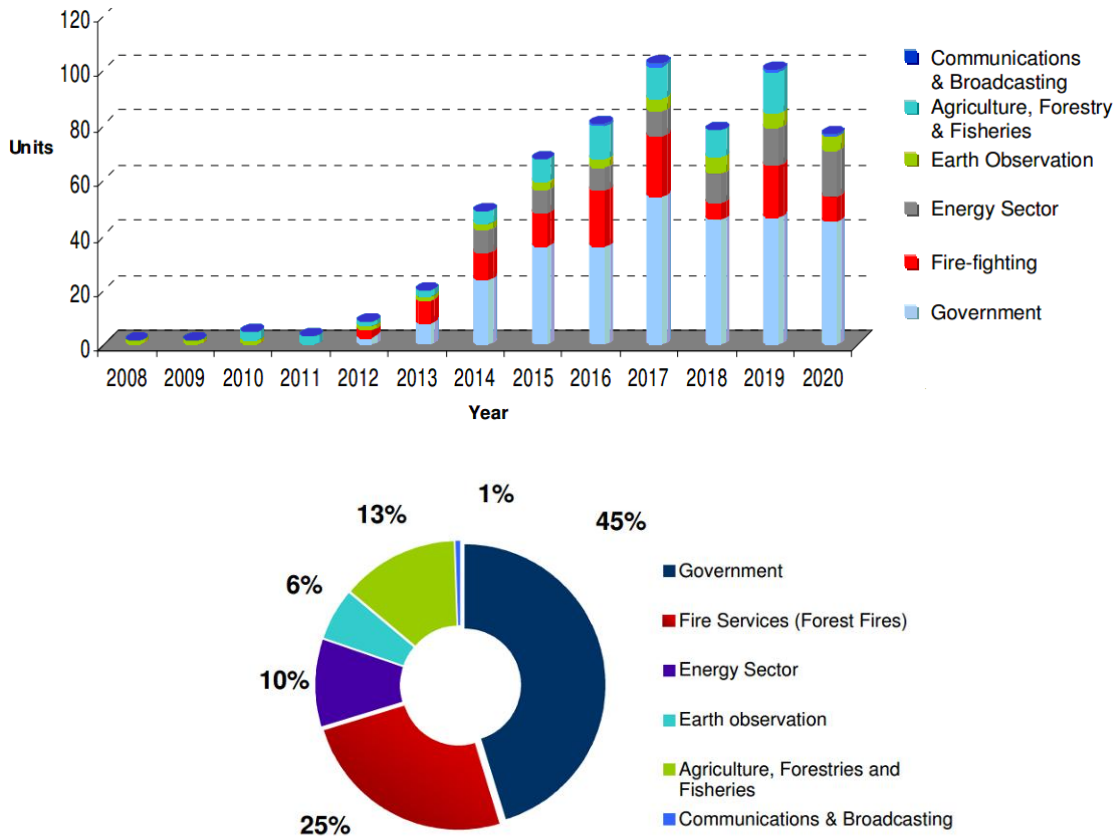


Fig. 14 – Mercado europeo civil y comercial de los UAV – Mercado total por segmento vertical

Fuente: STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, Second Element: Way forward, Frost & Sullivan para la Comisión Europea, Documento ENTR/2007/065

Nota del autor: como usos gubernamentales se entienden aquellas actividades de seguridad y algunas emergencias no directamente vinculadas a las acciones militares o de defensa; estarían incluidos en este segmento la vigilancia de fronteras, el control de inmigración o los grandes desastres

En relación a estas cifras, debe hacerse una salvedad importante: quedan por identificar un gran número de posibles aplicaciones y, por lo tanto, la evolución del sector es actualmente una gran incógnita; existen incluso usos que son conocidos, pero que no están incluidos como es el caso del transporte (si bien hoy en día parece aventurado pensar en la explotación comercial del transporte de pasajeros, sí parece viable pensar en el de carga, especialmente por poder desarrollarse en espacio aéreo no necesariamente no segregado). Por lo tanto, el crecimiento podría ser superior al descrito.

Debe recordarse que una constante en la mayoría de estudios y sesiones de trabajo es la expresada necesidad de que, para garantizar el desarrollo del sector, se disponga un marco regulatorio adecuado para la certificación de las aeronaves y para su uso, especialmente en espacio aéreo no segregado, así como de políticas industriales de soporte a la investigación y al desarrollo que posibiliten la rápida puesta en el mercado de UAS que respondan a las necesidades de los usuarios, especialmente para el caso de los más pequeños, y que tengan costes aceptables.

Uno de los factores que puede condicionar la demanda, es el previsible, señalado por varias de las consultoras cuyos estudios se han analizado, trasvase de los usos militares a usos civiles por parte de los gobiernos, debido a las facilidades siguientes:

- Reutilización de activos ya adquiridos y pagados
- Reuso y reorientación de tecnología ya madura en los sistemas embarcados
- Personal ya experimentado
- Mayores facilidades administrativas, al no tener que seguir los procesos administrativos de contratación, como sería en el caso de los nuevos activos o servicios, son suficientes convenios o contratos “internos” a la administración

Cumplir con estos puntos convertiría a los UAS en una herramienta tanto deseada por las empresas e instituciones por la mejora de costes y la reducción del nivel de riesgo en actividades peligrosas, como socialmente aceptada por la aportación de valor de las misiones y las mejoras de las condiciones de trabajo en determinadas circunstancias. No puede olvidarse que el empleo de UAS, tal y como ha ocurrido ya en los usos militares, puede llevarse a cabo como sustitución de aeronaves ligeras y de helicópteros, con mejoras sustanciales en todos los aspectos. Además, la aparición de nuevas utilidades desconocidas hasta el momento implicaría nuevas oportunidades de negocio a las empresas del sector.

Como ejemplo de misión que resultaría especialmente peligrosa en caso de usar aviones tripulados, resulta especialmente ilustrativa la presentación de Alain RATIER de Météo-France, sobre el uso de los UAS en crisis como la del volcán Eyjafjallajokull en abril y mayo del año 2010, del que en la Fig. 15 – El potencial uso de UAS en la crisis del volcán Eyjafjallajokull a continuación se reproducen dos imágenes de la misión realizable con UAS en relación al uso de aviones pilotados, con tomas de muestras de material en suspensión directamente del núcleo de la nube, mientras que los aviones tripulados no pueden más que hacerlo de las zonas perimetrales⁵¹.

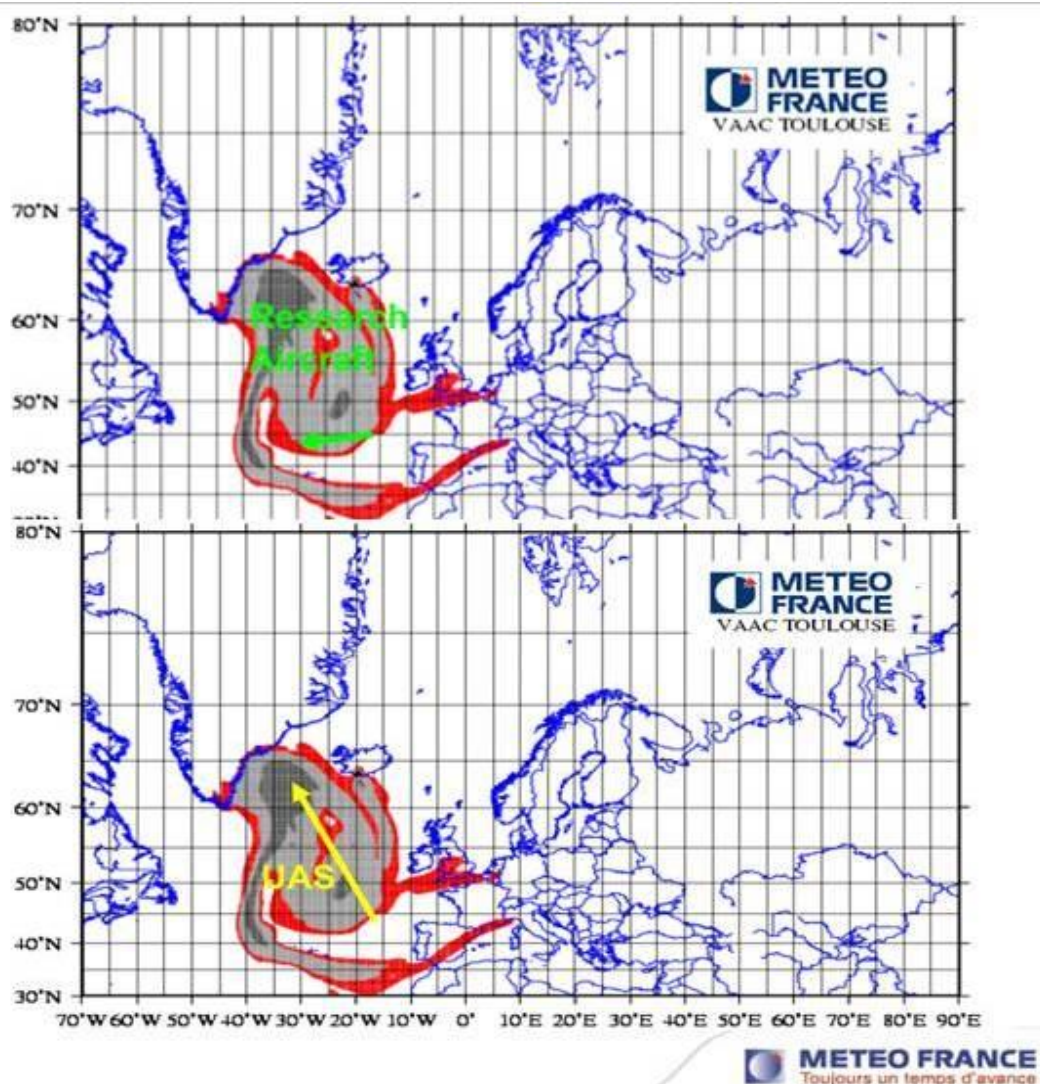


Fig. 15 – El potencial uso de UAS en la crisis del volcán Eyjafjallajokull

Fuente: Alain Ratier, Météo- France, Julio 2010

⁵¹ "Possible use of UAS in meteorology :the Eyjafjallajokull crisis and other cases", Alain Ratier with contributions from J-L Breguier and G. Roberts, Météo-France, European High Level Unmanned Aircraft Systems Conference, Bruselas, 1 de Julio de 2010

En cuanto a las áreas de segundo nivel en las que se puede generar demanda, debe considerarse también el desarrollo de productos y servicios directamente vinculados a los UAS. En este grupo se incluirían:

- Los sistemas auxiliares a usar para las misiones, tales como equipos de visión de recogida de muestras, sondas embarcadas, sistemas de comunicación, transmisión de la información sobre observaciones practicadas, etcétera
- Los sistemas necesarios al vuelo y a la realización de la misión; ejemplos de tecnologías a desarrollar serían:
 - Sistemas como los ya mencionados de “Sense and Avoid”, de navegación
 - Sistemas de control de la aeronave
 - Sistemas de simulación
 - Nuevas interfaces de usuario estandarizadas
 - Sistemas de comunicación estandarizados, con un sistema de mensajes normalizado
 - Sistemas de propulsión y de gestión de la energía

Resulta especialmente ilustrativo el estudio (“hoja de ruta”) llevado a cabo por parte del Joint Planning and Development Office de la Federal Aviation Administration de los EEUU sobre la investigación y desarrollo de los UAS⁵², en el cual se indican líneas de trabajo a poner en práctica que permitan corregir deficiencias o cubrir huecos existentes en las funcionalidades (“challenges”). En la Fig. 16 - Nivel estimado de cobertura por área de trabajo en I+D actual se puede ver la tabla recapitulativa del nivel al que se espera estar por fecha en EEUU, en base a las líneas de trabajo actualmente en marcha⁵³.

⁵² Next Generation Air Transportation System – NextGen UAS Research, Development and Demonstration Roadmap, Joint Planning and Development Office, disponible en

http://www.jpdo.gov/library/20120315_UAS%20RDandD%20Roadmap.pdf

⁵³ Es importante reseñar que en la versión del documento disponible en el momento de realizar este trabajo, se indica que los datos de esta tabla deben ser todavía refinados por cada uno de los grupos de trabajo.

CHALLENGES	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
1. Communications												
1.1 Impact of UAS Operations on NAS Communication Systems		Δ Goal 1 TBD				Δ Goal 2 TBD						
1.2 Ensure Availability of UAS Control Frequency Spectrum		Δ Goal 1 TBD				Δ Goal 2 TBD						
1.3 Develop and Validate UAS Control Communication System Performance Requirements				Δ Goals 1 & 2 TBD		Δ Goal 2 TBD						
1.4 Ensure Security of Safety Critical Communications with UAS		Δ Goal 1 TBD			Δ Goal 2 TBD							
1.5 Design and Develop UAS Control Datalink for Allocated UAS Frequency Spectrum Bands	Goals 1 & 2 TBD											
2. Airspace Operations												
2.1 Develop Integrated Separation Concepts		Δ Goals 1 & 2			Δ Goal 3							
2.2 Develop Airspace Integration Safety Case/Assessment		Δ Goals 1 & 2		Δ Goal 3 (2014+)								
2.3 Develop Sense and Avoid (SAA) Sensors and Fusion	Δ Goal 1	Δ Goal 2*	Δ Goal 2*									
2.4 Develop Separation Algorithms	Δ Goal 1	Δ Goal 2			Δ Goal 3							
2.5 Assess Availability/Quality of Surveillance Data		Δ Goals 1 & 2			Δ Goal 3			Δ Goal 4				
2.6 Develop Safe and Efficient Terminal Airspace/Surface Operations		Δ Goal 1		Δ Goal 2				Δ Goal 3				
3. Unmanned Aircraft												
3.1 State Awareness and Real-Time Mission Management				Δ Goal 1						Δ Goal 2		
3.2 Airframe Certification										Δ Goals 1 & 2		Δ Goal 3
3.3 Precise Location and Navigation	TBD											
3.4 UAS Avionics and Control Systems Certification								Δ Goal 1			Δ Goal 2	Δ Goal 3
4. Human Systems Integration												
4.1 Display of Traffic/Airspace Information							Δ Goal 1					
4.2 Effective Human-Automation Interaction				Δ Goal 1				Δ Goal 2				
4.3 Pilot-Centric GCS							Δ Goal 1					
4.4 Definition of Roles and Responsibilities							Δ Goal 1					
4.5 Predictability and Contingency Management							Δ Goal 1					
4.6 System-Level Issues							Δ Goal 1					
4.7 NextGen Airspace Users and Providers -- Qualification and Training						Δ Goal 1						
4.8 Support for Future/Enhance Capability of UAS				Δ Goal 1								

* Goal 2 (Challenge 2.3) is divided into two parts, each with a different timeframe.

Assessment of Level of Coverage Key:	
Coverage to be determined (TBD)	TBD
Strong or sufficient coverage	Green
Fair coverage	Yellow
Poor coverage or partial coverage	Red

Fig. 16 - Nivel estimado de cobertura por área de trabajo en I+D actual

Fuente: Next Generation Air Transportation System – NextGen UAS Research, Development and Demonstration Roadmap, Joint Planning and Development Office

También en el estudio sobre los UAVs llevado a cabo por la consultora Frost & Sullivan para la Comisión Europea en el año 2007⁵⁴, así como el de Catherine Fargeon y François Lefaudeux⁵⁵, se indican puntos clave de éxito para el crecimiento del mercado de los UAS:

- Los UAS deberán tener unos costes menores que las actuales soluciones, tanto las que conlleven el uso de aeronaves como las que se realizan con otros medios, y con soluciones específicas que permitan una gran efectividad
- Nivel de seguridad igual o superior a los sistemas empleados actualmente
- Funcionalidades y capacidades actualmente no existentes

La conclusión principal de la evolución futura del mercado de los usos civiles de los UAS es que hay una expectativa general de crecimiento significativo y sostenido hasta el año 2020, tanto a nivel mundial como europeo, pero para el cual resulta imprescindible un marco legal y regulatorio que garantice el proceso de certificación y de autorización de vuelo de las aeronaves, así como su uso en espacio aéreo no segregado. Esta expectativa está sustentada en el análisis de la evolución de la tecnología y de las necesidades de la sociedad, pero llama la atención la ausencia de una elaboración de la previsión a partir de datos de base; resulta significativa la *Fig. 17 – Visión de los fabricantes de la evolución del mercado de los UAS*, publicada en el estudio de mercado de Frost & Sullivan en el año 2007 para la Comisión Europea, que, a pesar de ser del año 2007, es todavía válida dado que, aún habiendo progresado algunos estados en el terreno de la legislación y de la reglamentación, a nivel global siguen existiendo prácticamente las mismas restricciones.

⁵⁴ STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, First Element: Status, ENTERPRISE AND INDUSTRY DIRECTORATE-GENERAL, EUROPEAN COMMISSION, ENTR/2007/065, capítulo 1. UAV Sector in Europe - Overview of the current situation,

⁵⁵ "Les drones au service de la sécurité et de l'environnement", Dra. Catherine Fargeon y Gen. François Lefaudeux, en su capítulo 1 ("Needs and Technology")

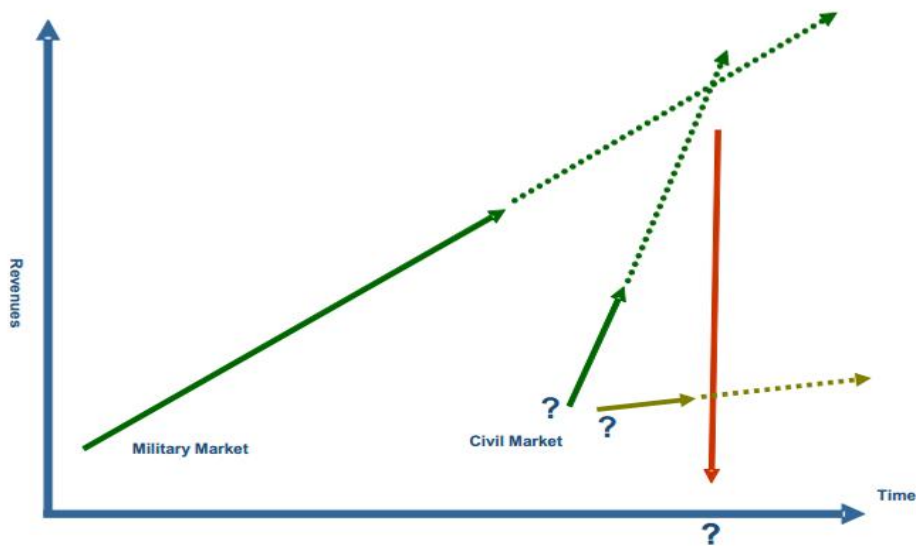


Fig. 17 – Visión de los fabricantes de la evolución del mercado de los UAS

Fuente: *STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, First Element: Status*, Frost & Sullivan para la Comisión Europea, Documento ENTR/2007/065; en este estudio se da por hecho que el mercado civil potencial es mucho mayor que el militar, pero que actualmente tan sólo en el sector militar los fabricantes tienen la certidumbre de obtener un retorno económico que justifique las inversiones en desarrollo de producto y en Investigación y Desarrollo

5.4 Segmentación del sector

El informe del Comisariado de Transporte Aéreo de la Comisión Europea sobre la recogida información de UAS ligeros⁵⁶ de octubre de 2009, realiza una primera división en dos grandes grupos:

- Por un lado, entre los productos de uso militar y por otro los de uso civil, siendo los usos civiles el principal campo de actuación de las PYMES
- Por otro, entre los sistemas ligeros y los pesados

Sin embargo, de toda la información consultada, aparece que una división más adecuada sería la que se puede por:

- Tipo de cliente o usuario
- Características de los UAS, y su asociación a tipo de misión

En todas estas divisiones, deberá tenerse en cuenta que el fraccionamiento de las empresas con actividad en el sector de los UAS según su medida también influye en el tipo de cliente y de misiones a las que decidirán optar. Pero al no ser ésta una característica distinta de la de otros productos y servicios fuertemente tecnificados, no se analiza específicamente aquí.

Analizando la presencia de empresas, en términos generales, en el mercado se ha apreciado la separación entre dos grandes grupos de actores:

1. Las grandes corporaciones, algunas provenientes del sector aeroespacial, otras del sector de la electrónica y las tecnologías de la información; debido a su capacidad tecnológica abarcando diversos campos, a su capacidad de gestionar proyectos complejos, a su experiencia en la gestión de contratos de

⁵⁶ Hearing on Light Unmanned aircraft Systems (UAS), DIRECTORATE F - Air Transport, European Commission, TREN F2/LT/GF/gc D(2009), 8 de octubre de 2009

la administración pública y su acceso a la información estratégica de los poderes públicos, copan los proyectos voluminosos y tecnológicamente avanzados, participando además activamente en el desarrollo de dichos proyectos

Los principales productores con presencia en Europa en este segmento son⁵⁷:

- AAI
- Aeronautics
- Aerovironment
- BAE Systems
- Dassault Aviation
- EADS
- Elbit
- EMT
- Finmeccanica
- General Atomics
- Honeywell
- Israel Aerospace Industries (IAI)
- Northrop Grumman
- Patria
- QinetiQ
- Rheinmetall
- RUAG
- Saab
- Sagem
- Schiebel

En la Fig. 18 – Principales fabricantes de UAS de EEUU según facturación en el sector se puede una gráfica con el ranking de dichos fabricantes.

⁵⁷ Fuente: Estudio elaborado por Frost & Sullivan, European Commission, Enterprise and Industry Directorate-General, Study analysing thecurrent activities in thefield of UAV, entr/2007/065

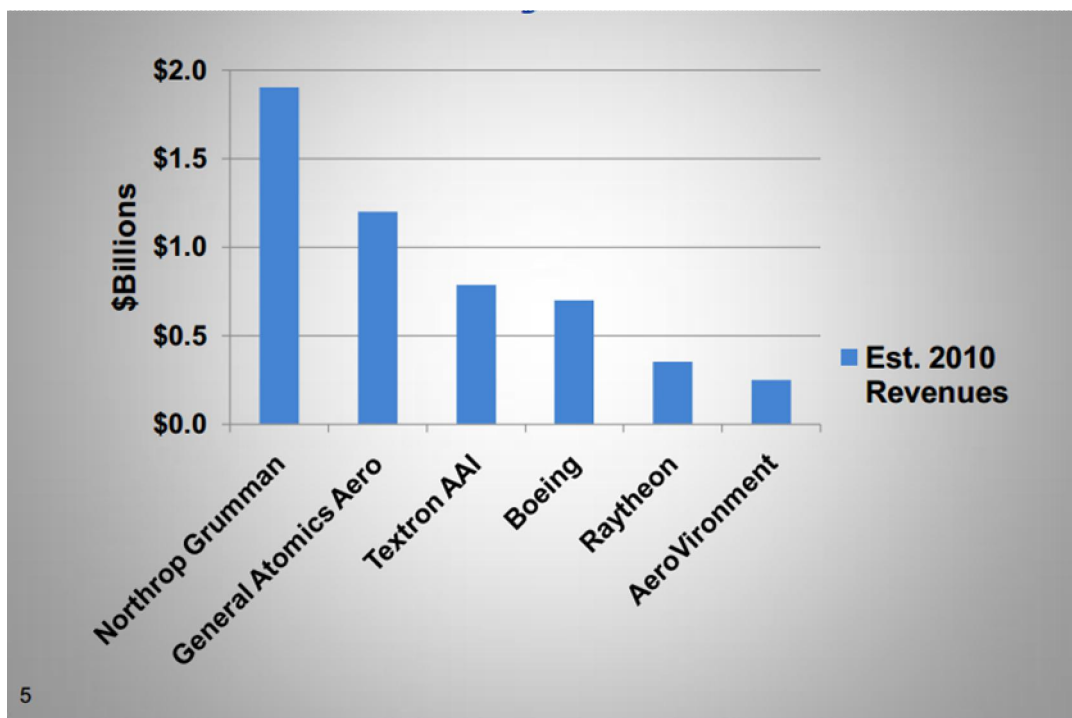


Fig. 18 – Principales fabricantes de UAS de EEUU según facturación en el sector

Fuente: Philip Finnegan, Teal Group Corporation, UAS Industry Outlook, 19 de agosto de 2011

2. Las pequeñas y medianas empresas; deben frecuentemente su existencia al esfuerzo individual o colectivo de un reducido número de personas en desarrollar un producto o un servicio “nicho”

Una dificultad encontrada a la hora de estudiar el sector de los UAS, es que en el segmento de las pequeñas y medianas empresas actúan un gran número de organizaciones, incluso de microempresas o micro-organizaciones, también organizaciones virtuales. Este hecho genera una gran atomización de una parte significativa del mercado. Además, no existen organizaciones sectoriales dominantes que aglutinen información y estrategia del mercado.

En contraposición, en el subsector de las grandes corporaciones y los grandes proyectos de la administración pública se dispone de información tanto elaborada por consultoras independientes como por parte de los propios poderes públicos.

5.4.1 Segmentación por tipo de cliente o usuario

En un primer análisis, se observa que sector caracterizado por la existencia de dos grandes subsectores:

- Por un lado, el de la industria militar, pero también de los grandes proyectos para la administración pública; se trata de un sub-sector en el que el número de aeronaves objeto de cada una de las adquisiciones se cuenta por decenas, con programas de suministro de aeronaves y sus servicios vinculados que se extienden en varios años, y en el que las aeronaves pueden ser de cualquiera de las categorías; las grandes corporaciones del sector aeronáutico tienen una fuerte presencia, disponen de la capacidad de llevar a cabo las gestiones de contratación del sector público, y tienen experiencia y capacidad para actuar como lobbies; este sub-sector, por su dimensión, puede dividirse a su vez por tipo de misión
- Por otro lado, el de la industria civil, y de los proyectos pequeños en el caso de la administración pública; en este caso, resulta inhabitual el uso de las aeronaves más grandes y pesadas, y los casos de adquisición de pequeños números de aeronaves son frecuentes

En la Fig. 19 – Previsión de gasto acumulado en millones de dólares y porcentaje, periodo 2011-2016 se puede apreciar la participación de mercado de cada sub-sector, y el tipo de aeronave y misión empleado.

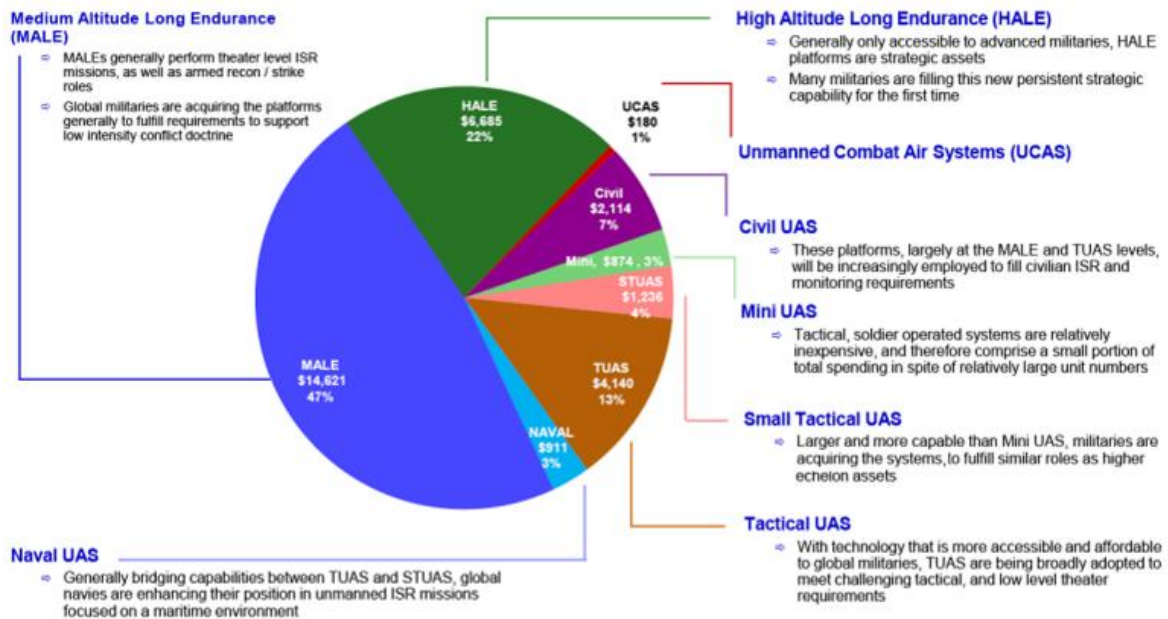


Fig. 19 – Previsión de gasto acumulado en millones de dólares y porcentaje, periodo 2011-2016

Fuente: Alenia's view on UAS Potential Civil Market, Teale Group Worldwide UAV Systems, and Alenia Aeronautica commissioned analysis, Julio 2011

En el estudio del mercado llevado a cabo por Frost & Sullivan por encargo de la Comisión Europea en el año 2007⁵⁸, se plantea una segmentación del mercado de los usos civiles basada esencialmente en el tipo de cliente, pero que lleva también parejo el tipo de misión, según la siguiente división⁵⁹:

- Gobierno, incluyendo el uso por los cuerpos y fuerzas de seguridad:
 - Cumplimiento de la ley
 - Vigilancia de fronteras
 - Vigilancia costera

- Emergencias:
 - Incendios forestales
 - Desgracias naturales u otras
 - Rescates

⁵⁸ STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, Second Element: Way forward, Frost and Sullivan for EUROPEAN COMMISSION ENTERPRISE AND INDUSTRY DIRECTORATE-GENERAL (ENTR/2007/065), 2007

⁵⁹ Se ha tomado como base la lista del estudio de Frost & Sullivan, con algunas modificaciones

- Energía e infraestructuras:
 - Vigilancia, revisiones y trabajos en infraestructuras de transporte y distribución de energía
 - Revisiones, inspecciones y trabajos en infraestructuras (puentes, carreteras, vías férreas, etcétera)

- Entorno natural, agrícola, forestal, pesquero y ganadero:
 - Vigilancia del medioambiente
 - Observación de grandes plantaciones
 - Seguimiento de fauna

- Observación de la tierra y tele-detección:
 - Seguimiento del clima
 - Fotografía aérea, cartografía
 - Vigilancia
 - Movimientos sísmicos
 - Control de la contaminación atmosférica

- Comunicaciones:
 - Puntos de enlace móviles para las redes
 - Complemento de las redes de satélites
 - Redes temporales de comunicaciones

Las características físicas de los UAS permiten una segmentación en una dimensión distinta a la anterior.

En cuanto al posible crecimiento del mercado, no se ha encontrado más que una aceptación general del crecimiento en los usos civiles de los UAS en los próximos 10 años, lo cual parece lógico dada la utilidad de los sistemas, su enorme potencial tecnológico y la posibilidad de aportar mejoras de costes y de seguridad en múltiples áreas de uso.

Por segmento, tanto Frost & Sullivan como Teal Group proporcionan gráficos según la segmentación que cada consultora propone, que sin indicar claramente cifras, pueden

ser tomados como puntos de referencia relativos entre segmentos (Fig. 20 – Previsión de crecimiento de mercado por segmento y Fig. 19 – Previsión de gasto acumulado en millones de dólares y porcentaje, periodo 2011-2016).

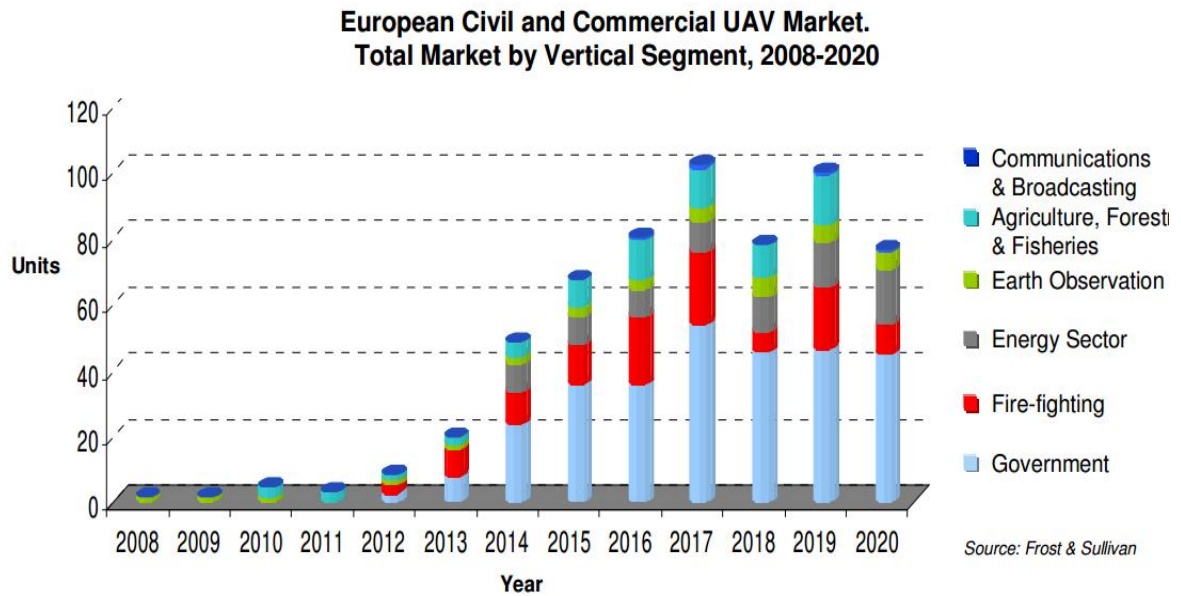


Fig. 20 – Previsión de crecimiento de mercado por segmento

Fuente: STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, Second Element: Way forward, Frost and Sullivan for EUROPEAN COMMISSION ENTERPRISE AND INDUSTRY DIRECTORATE-GENERAL (ENTR/2007/065), 2007

5.4.2 Por tipo de aeronave y de misión

Tal y como se ha descrito en el capítulo 4.2 - Tipos de aeronave, las aeronaves se categorizan esencialmente según masa máxima al despegue y tiempo de misión ("endurance"). En la Fig. 21 – Segmentación del mercado de los UAS se puede observar la combinación de estas características mencionadas junto con la altitud de vuelo, lo cual da una primera segmentación combinable con la del tipo de misión.

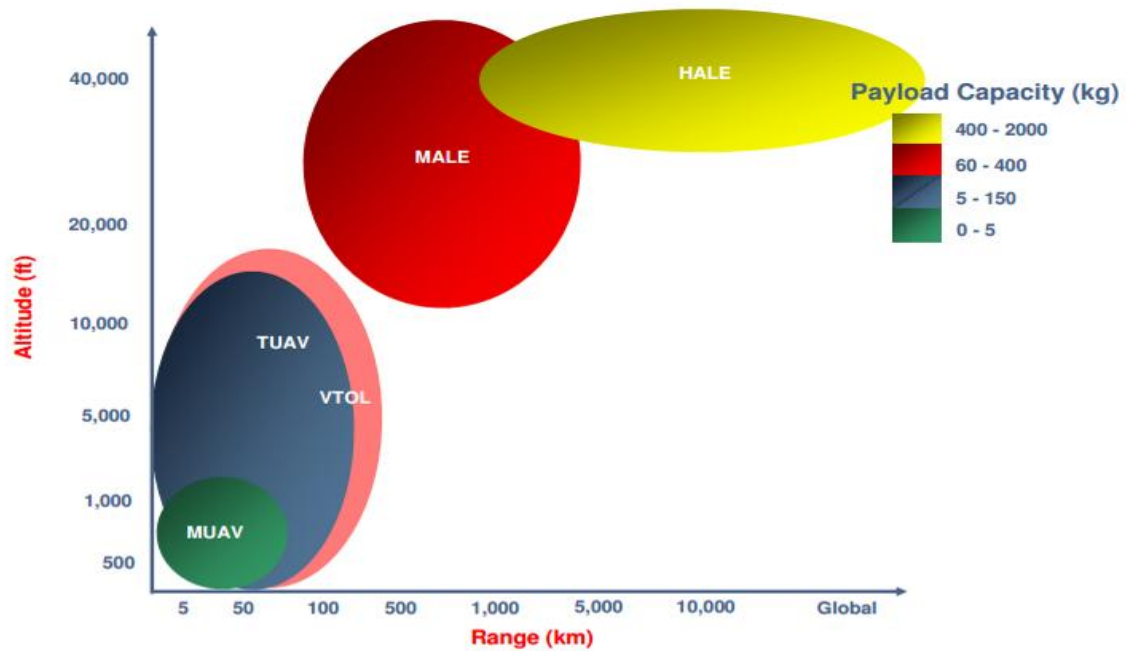


Fig. 21 – Segmentación del mercado de los UAS

Fuente: Estudio de Frost & Sullivan, para la Comisión Europea, “STUDY ANALYSING THE CURRENT ACTIVITIES IN THE FIELD OF UAV, Second Element: Way forward” (documento ENTR/2007/065)

Sin embargo, en el estudio de la Dra. Catherine Fargeon y del General François Lefaudeux sobre los UAS para usos en seguridad y de gestión del medioambiente⁶⁰, se identifican 56 escenarios de uso, de los cuales se presentan los principales grupos en la *Tabla 1 – Principales tipos de misión según tipo de UAS.*

⁶⁰ USEP, UAS for Security & Environmental-related Purposes, Executive Summayr, Dra Catherine Fargeon and General François Lefaudeux (2S), Conseil Général de l’Armement, Agosto 2007

	Policía	Fronteras	Seguridad interior	Agricultura	Desarrollo sostenible	Instalaciones Infraestruct.
UAS mini y micro Uso a la unidad (MUAV)	Ley y orden		Detección de personas en interior de edificios		Vigilancia de polens	Inspección de infraestr. Públicas
TUAS (TUAV) de observación	Supervisión del tránsito rodado Vigilancia de eventos y disturbios	Geolocalización Video vigilancia (terrestre, carreteras, costas y tráficos marítimos y fluviales)	Vigilancia zonal Detección temprana de incendios Seguimiento y control en emergencias	Análisis de niveles de agua en superficie Seguimiento de crecimiento en grandes plantaciones	Supervisión de la capa vegetal Seguimiento de los ecosistemas	Vigilancia y mantenimiento de redes de distribución (energía, telecoms., etc..)
TUAS (TUAV) de intervención	Soporte a lucha contra incendios		Transporte y lanzamiento de material y suministros en emergencias	Lanzamiento (fumigación, etc..)		
HP LE	Recogida de información previa a intervenciones	Vigilancia de fronteras, costas y tráficos navales			Tomas de muestras y de mediciones atmosféricas Mediciones oceanográficas tales como seguimiento del plancton o de la fauna marítima	
Todos	Enlaces de comunicaciones					

Tabla 1 – Principales tipos de misión según tipo de UAS

Fuente: re-elaboración propia a partir de tabla y datos del estudio de la Dra. Catherine Fargeon y del General François Lefaudeux sobre los UAS para usos en seguridad y de gestión del medioambiente

Nota: los segmentos MALE y HALE de la Fig. 21 – Segmentación del mercado de los UAS se pueden considerar como parte del grupo HP LE en esta tabla

5.5 Actores del sector

Si bien por sus aplicaciones militares los UAS podrían llegar a considerarse como parte de los sectores de las industrias de defensa, no deja de ser un subsector de la aviación. Prueba de ello es que antes de entrar en las consideraciones específicas de los sectores en los que se desarrollan y pueden desarrollar sus usos, se consideran las normas y restricciones de la aviación. Más aún en el campo de las aplicaciones civiles, en el cual sólo se aprecian las consideraciones de los UAS como aeronaves.

Por lo tanto, parece lógico, al menos en la actualidad, considerar para el sector de los UAS los mismos actores que para la aviación civil. No parece, al menos en este momento de desarrollo del sector, que los UAS presenten rasgos, en todo su ciclo de vida que va desde el diseño hasta su retirada del servicio definitiva, que de un modo u otro no hayan sido ya considerados y tratados en la aviación convencional.

5.5.1 Instituciones impulsoras y reguladoras

Como cualquier otro producto o sistema, el desarrollo de un UAS, o un nuevo uso, puede partir de la visión o idea de su creador, de una necesidad materializada por parte de un usuario (sea éste una persona o una organización), o de la puesta en marcha de un programa de desarrollo por parte de una institución.

En el caso de los UAS, no puede ignorarse el importante papel del sector militar en su desarrollo, debido a dos factores fundamentales:

- Habitualmente las compras son en lotes de una cierta dimensión, las adquisiciones son raramente a la unidad; los suministradores, de esta forma, se ven impulsados a planificar inversiones en Investigación y Desarrollo, con la posibilidad de recuperar dichas inversiones con un resultado favorable que compensa la toma de riesgos
- La posición competitiva entre los ejércitos de diferentes países lleva a los gobiernos a destinar fondos a el impulso del desarrollo de nuevos productos;

así, se ve facilitada la inversión en el desarrollo de nuevos productos, aplicaciones y prototipos directamente pagados por los estados

En la industria puramente civil, tal y como se ha visto en capítulos anteriores, tanto en Estados Unidos como en la Unión Europea, el desarrollo de los UAS ha venido dado por aquellas instituciones relacionadas con la defensa, o con el sector aeroespacial. Así encontramos, a parte de los propios órganos gubernamentales (ministerios o secretariados de estado), programas de usos civiles impulsados por:

- La NASA, National Aeronautics and Space Administration⁶¹
- La EDA, European Defense Agency⁶²
- La ESA, European Space Agency⁶³

Por otro lado, las universidades están jugando en este momento un papel muy relevante, por varias vías:

- Como centros de investigación en nuevas tecnologías
- Distribuyendo conocimiento tanto a través de la formación reglada como en la específica sectorial
- Como centros de servicio, tanto a empresas como a instituciones
- Como centros de simulación y ensayo

⁶¹ Más información en la página web dedicada a los UAS (UAV) en la propia NASA, http://www.nasa.gov/centers/dryden/research/civuav/civ_uav_index.html

⁶² La EDA tiene como función impulsar la tecnología y la colaboración aplicable a la defensa, pero no es un organismo asimilable a un ministerio de defensa

⁶³ Resulta especialmente ilustrativa la colaboración establecida entre la ESA y la EDA en la organización de eventos y de líneas de trabajo, como el workshop de marzo 2012 (<http://iap.esa.int/news-and-events/eda-esa-uas-workshop-2012-announcement-02-2012>)

Las organizaciones sectoriales, si bien son especialmente activas en el campo militar y con UAS "Light" o mayores. Como ejemplos, de organizaciones activas en el sector de los UAS pueden citarse:

- Association for Unmanned Vehicle Systems International, <http://www.auvsi.org/AUVSI/MembershipandChapters/CorporateMembers/>
- Unmanned Aerial Vehicle Systems Association (Reino Unido), <http://www.uavs.org/memberdirectory>
- AeroSpace and Defence Industries Association of Europe (ASD), <http://www.asd-europe.org/site/>

Una mención a parte, como organizaciones sectoriales, debe hacerse para IATA y para ACI (Airport Council International); la actividad de sus miembros, en algún momento, se verá afectada por el desarrollo de los UAS, tanto por la posibilidad de vuelo en espacio aéreo no segregado como por el potencial desarrollo de los UAS en el transporte aéreo.

En cuanto a la regulación, los UAS son considerados esencialmente aeronaves, por lo que resultan de aplicación la legislación y la reglamentación de la aviación⁶⁴; de esta forma, las principales instituciones participantes, como reguladoras, son:

- OACI
- FAA y el gobierno de los EEUU
- EASA y la Comisión Europea
- Los organismos de aviación civil de los distintos estados

⁶⁴ En su circular 328, la OACI realiza un análisis del encaje de los UAS en el Convenio de Aviación Civil y en los SARPS

5.5.2 Usuarios finales

La propia historia del desarrollo de los UAS resulta descriptiva para identificar los distintos grupos de usuarios y para determinar los potenciales que estos sistemas pueden tener en el futuro.

Así, se pueden considerar los siguientes grupos principales:

- Ejército
- Cuerpos de seguridad de los estados (policía, vigilancia de fronteras, guardia costera, gestión del tránsito rodado, etcétera)
- Organismos de investigación de la naturaleza
- Organismos de investigación agrícola y ganadera
- Organismos de gestión de emergencias
- Empresas privadas de seguridad
- Industrias pesqueras
- Industrias agrícolas
- Gestores de infraestructuras de comunicaciones, energía y transporte
- Gestores de infraestructuras públicas
- Empresas de construcción
- Empresas de mantenimiento

Finalmente, son a considerar aquellos usuarios individuales o colectivos que pudieran necesitar un o unos pocos UAS (en el rango de los mini o micro) para tareas específicas y puntuales (por ejemplo: pequeños agricultores, propietarios de pequeñas extensiones forestales, o gestores de pequeñas infraestructuras).

5.5.3 Desarrolladores, productores, integradores y operadores

Como cualquier otro producto o sistema de la aviación, los UAS tienen un ciclo de vida en el que deben completarse unas tareas. Por lo tanto, puede retomarse una lista típica de aviación, en la que las principales organizaciones y personas participantes son de los ámbitos de:

- Investigación, desarrollo

- Diseño
- Producción
- Operación
- Mantenimiento
- Comercialización
- Intermediación financiera
- Formación

En la mayoría de estos grupos, puede resultar relevante el tamaño de las organizaciones; los grandes grupos tienen la capacidad económica, organizativa y tecnológica para cubrir la mayor parte del ciclo de vida de un UAS, mientras que las pequeñas organizaciones tienden a especializarse, trabajando para otras mayores o bien creando alianzas entre ellas.

En cualquier caso, debe tomarse en consideración el orden de magnitud mínima de la medida y los costes de las aeronaves UAS en relación a las aeronaves tripuladas. De esta forma, habrá organizaciones que actúen en esta segmento bajo del sector. Tomando como referencia los costes de una aeronave, mientras en el caso de la aviación tripulada puede decirse que el coste de adquisición del avión más pequeño que permita volar es de unos 50.000 EUR (un ultraligero como el Tecnam P92, con MTOM de 475 kg), en el caso de los UAS es posible disponer de pequeños sistemas por 3.000 EUR, que podrán ser usados a la unidad. Parece posible pues que pequeñas y medianas empresas tengan aquí una oportunidad adicional de desarrollo, y puedan llegar a representar una parte significativa del mercado, al poder ofrecer soluciones de bajo coste y con una flexibilidad mayor que la de los grandes grupos empresariales.

Dadas las especiales connotaciones de cualquier sistema que se defina como conjunto de otros, existe un rol que es el de integrador. El estudio de mercado de Frost & Sullivan para la Comisión Europea plantea, en función de la actividad que una organización tiene, el siguiente un esquema por niveles:

- Nivel 1 → Integradores de sistemas
- Nivel 2 → Productores del equipo principal (plataformas)
- Nivel 3 → Productores de subsistemas

- Nivel 4 → Productores de componentes

Este esquema permite a las pequeñas organizaciones formar parte de proyectos mayores conducidos por un integrador, el cual aporta tanto la capacidad tecnológica para conducirlos, como de gestión para distribuir las distintas actividades y necesidades entre varios proveedores.

6 Estrategia general del Laboratorio de UAS de la UAB

Llegados al punto en el que se ha definido en qué consiste un UAS, cuáles son las actividades y las tecnologías vinculadas, y cuál es el mercado, se podrá definir el qué, cómo y cuándo del propio laboratorio.

Se plantea el LGAU-UAB como parte de Gestión Aeronáutica de la UAB. Por lo tanto, dispondrá de sus propios recursos humanos y materiales, y su propia estrategia, pero también se apoyará en la entidad que la alberga para determinadas funciones cuyo volumen de actividad no justifica la puesta en práctica de recursos dedicados. Los recursos dedicados serán esencialmente:

- Personal técnico e investigador
- Plataformas (aeronaves)
- Equipos de control y comunicación
- Dispositivos embarcados

La actividad del LGAU-UAB estará directamente vinculada a la tecnología de los sistemas UAS, que se encuentran en pleno desarrollo y evolución, su mercado en crecimiento y sus usos en expansión. De aquí deriva la necesidad de proporcionar tanto a la comunidad científico-técnica como al mercado y a la sociedad en general, servicios, instalaciones y medios que tanto participen y contribuyan al desarrollo como permitan ensayos, pruebas y validaciones. De hecho, recurriendo a la definición de lo que es un laboratorio, el diccionario de la Real Academia Española de la lengua indica dos posibles sentidos para el vocablo "laboratorio":

1. Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico
2. Realidad en la cual se experimenta o se elabora algo

Ambas definiciones encajan en la voluntad expresada por los responsables de los estudios de Gestión Aeronáutica.

Pero hallarse en este momento de cambio, y con la perspectiva de una evolución significativa también introduce un nivel de incertidumbre elevado en cuanto a la actividad a desarrollar en el medio y largo plazo. En este trabajo, se pretende recoger esta incertidumbre, y mecanismos que permitan aprovechar las oportunidades que se puedan presentar gracias a esta evolución.

En cuanto al ámbito de actuación de los trabajos del LGAU-UAB, deben tomarse en consideración dos facetas:

1. La colaboración directa con la líneas de trabajo de Gestión Aeronáutica
2. Los servicios a otras organizaciones y entidades, a la sociedad en general

Retomando la descripción y clasificación de los distintos actores del sector del capítulo 5.5, la voluntad del LGAU-UAB es la de ser, esencialmente:

- a. Un impulsor, en el rol puro de universidad, y actuando además como facilitador de nuevos usos dado que el alto conocimiento de los sistemas permite captar su posible aplicación; en esta faceta es en la que desarrollará la colaboración directa con las líneas de trabajo de Gestión Aeronáutica
- b. Un servicio a la sociedad en general, al estilo de otros laboratorios o servicios de la UAB⁶⁵

Como entidad impulsora, el rol del LGUA-UAB está vinculado a ser un “lugar dotado de los medios necesarios o realidad en la que se realizan investigaciones y

⁶⁵ Como referencia, ver los Servicios Científico-Técnicos que la UAB ofrece, puede consultarse la página web en <http://www.uab.es/servlet/Satellite/servicios-cientifico-tecnicos-1331534043582.html>

experimentos”, y sin olvidar la función docente; los posibles campos de actuación son los siguientes⁶⁶:

- Sistemas de posicionamiento
- Sistemas de navegación
- Sistemas de control de tránsito aéreo
- Sistemas de gestión y control de la misión
- Sistemas embarcados
- Sistemas de comunicación interna de la aeronave
- Sistemas de comunicación de todo el UAS, es decir, el externo a la aeronave y global del sistema
- Gestión por procesos

En todos ellos, la actividad no se realizará sobre las tecnologías de base como puedan ser las de materiales, electrónica o microelectrónica, sino fundamentalmente a partir de hardware existente, y, especialmente, sobre software.

Como limitación, el LGU-UAB no llevará a cabo actividades de investigación o de desarrollo en las tecnologías de:

- Todo aquello directamente vinculado con la plataforma de transporte, es decir, la aeronave, a excepción de los sistemas de comunicación entre el sistema de control de la aeronave y el resto de sistemas
- Materiales

⁶⁶ Ver en el capítulo 4.1 el detalle de la composición de un UAS en el que se basa esta lista

- Electrónica y micro-electrónica de base
- La parte física de los sistemas de comunicaciones
- Sistemas de propulsión
- Gestión de la energía

Como servicio a la sociedad en general, y como “lugar o realidad dotados de los medios necesarios para realizar experimentos y trabajos de carácter técnico”, el LGUA-UAB actuaría como proveedor de segundo nivel para cualquier otra organización que desarrollase, produjera, operase o llevase a cabo actividades de integrador. Estos servicios se pueden ofrecer desde dos ópticas distintas:

1. Por aportación de conocimiento: el LGU-UAB lo puede proporcionar a cualquier entidad o persona que lo requiera, y podría llegar a actuar como un integrador o dirigiendo una operación en cualquier fase del ciclo de vida de la operación
2. Por llevar a cabo actividades específicas, como pudiera ser la prueba de un algoritmo de maniobra evasiva en caso de riesgo de colisión

Un punto importante de la actuación como servicio general, es que se podrían llevar a cabo pruebas y experimentos para organizaciones que desarrollan actividades en ámbitos distintos de los de Gestión Aeronáutica. Como ejemplo, se tendría el de un constructor de plataformas, que solicitase los servicios del LGU-UAB para llevar a cabo las pruebas de vuelo, y asesoramiento en el proceso de certificación y de requisitos legales para la operación.

Tratándose de un laboratorio, parece obvio que la actividad necesita desarrollarse en unos espacios cerrados o claramente delimitados. Tratándose de sistemas que involucran aeronaves, puede inferirse que estos espacios deberán ser de grandes proporciones, o en caso contrario, deberían fraccionarse los sistemas de forma que los experimentos y las pruebas se llevasen a cabo únicamente sobre una parte de aquéllos. Sin embargo, la existencia de sistemas de pequeñas dimensiones permite:

- a. Llevar a cabo vuelos en espacios cerrados; éstos, si bien deberán ser suficientemente grandes, podrán ser de la dimensión de una nave industrial, con una superficie de unos 250 m² (de preferencia, 500 m²) y una altura de 6 m como dimensiones mínimas
- b. Experimentos “a escala”, reproduciendo situaciones reales a una menor dimensión que la real

En los segmentos micro y mini (MOTM inferiores a 1,5 y 25 kg respectivamente), se encuentran buen número de aeronaves, especialmente multi-rotos, con una envergadura total por debajo del 1,5 m, muchas de ellas de propulsión eléctrica; éstas, y otras de dimensiones parecidas, disponen de todas las capacidades necesarias para ser usadas como plataforma de un UAS, y permiten la experimentación en áreas con las dimensiones indicadas en el párrafo anterior, y por el hecho de ser eléctricas es posible obviar una gran parte de los requerimientos vinculados al funcionamiento de motores térmicos en espacios cerrados.

Finalmente, es importante tener en cuenta que la actividad del laboratorio puede ser llevada a cabo al aire libre; si bien esta no es la configuración típica de un laboratorio, cuyo concepto va con frecuencia implícitamente ligado a un espacio físico, tomando la segunda definición de la Real Academia Española de la Lengua (“Realidad en la cual se experimenta o se elabora algo”), el laboratorio como tal puede concebirse, y se concibe en el caso del LGU-UAB, como un ente esencialmente organizativo.

6.1 Características generales del LGAU-UAB

Sintetizando lo indicado en la introducción general de este capítulo 6, el LGAU-UAB es una organización que se dedicará a:

1. Experimentar con UAS sobre los trabajos llevados a cabo en Gestión Aeronáutica sobre algoritmos tanto en la gestión del tráfico aéreo como de optimización de los flujos en gestión aeroportuaria

2. Llevar a cabo pruebas de validación tanto de trabajos realizados en Gestión Aeronáutica como por otras áreas de la UAB u otras instituciones y empresas que puedan requerir de estos servicios
3. Desarrollar actividades específicas que puedan ser requeridas por otras áreas de la UAB o por otras instituciones y empresas; estas actividades van desde la definición de experimentos, misiones o sistemas, hasta la puesta en práctica, seguimiento y análisis de resultados

Para desarrollar su actividad, el LGAU-UAB utilizará UAS existentes, con sus sistemas de control de gobierno del movimiento (control de motores, flaps, alerones, estabilizadores, timón, etcétera).

Dado que el laboratorio se plantea como una parte de Gestión Aeronáutica, las vinculaciones con el resto del área serán tanto a nivel organizativo, como de estrecha colaboración para la actividad a desarrollar y de generación de conocimiento científico-técnico.

Siendo la evolución en el tiempo un factor básico para el LGAU-UAB como para cualquier otra organización que actúe en sectores sujetos a fuertes cambios, el plan de desarrollo contempla unos hitos para reevaluación y cambios de estrategia. De esta forma, se podrán incorporar las incertidumbres que genera la potencial evolución de los UAS en un proceso controlado de gestión que permita a la organización adaptarse en las líneas de trabajo a seguir, en los medios a usar y a las evoluciones de la tecnología y del entorno sin entrar en perniciosas dinámicas de cambios constantes no adecuadamente conducidos.

Como primera aproximación, se proponen dos hitos temporales claramente diferenciados:

1. 1 de octubre de 2012: puesta en marcha de la actividad inicial con una estructura mínima, que permita llevar a cabo ensayos de trabajos ya en curso en Gestión Aeronáutica, y planificar el futuro crecimiento
2. 1 de octubre de 2013:

- a. Actividad inicial ya consolidada
- b. Primeros proyectos y ensayos para otras organizaciones ya en marcha

Las actividades directamente relacionadas con las funciones del laboratorio, como son la experimentación, el apoyo a la actividad de investigación de Gestión Aeronáutica y los servicios vistos anteriormente, serán desempeñadas internamente o en colaboración con otras áreas de la UAB o con otras entidades; las de soporte, como puedan ser trámites administrativos o de contratación, serán esencialmente desempeñadas por la estructura de la Escuela de Ingeniería o de la propia UAB.

Finalmente, para el funcionamiento habitual del laboratorio, se prevé el uso de una lógica de mejora continua, con el ciclo típico de planificar – ejecutar – medir – corregir, respetando el ciclo de Deming⁶⁷; pero para poder tomar en consideración los cambios y expectativas de la evolución del sector, será necesario incorporar a la actividad habitual el seguimiento y análisis del sector, lo cual implica analizar:

- La investigación y el desarrollo llevados a cabo por otras empresas e instituciones
- Las tendencias del mercado, en:
 - Productos y sistemas ofrecidos, junto con la evolución de la demanda segmentada
 - Procesos de adquisiciones por parte de la administración pública
 - Producción y oferta por parte de la industria auxiliar
- La posición y la actividad de los operadores de infraestructuras de la aviación (control de tránsito aéreo y aeropuertos)
- El desarrollo del marco legislativo y reglamentario por parte de las autoridades

⁶⁷ William Edwards Deming (14 de octubre de 1900 – 20 de diciembre de 1993), estadístico, profesor y consultor estadounidense, especializado en la introducción del control estadístico de procesos en la industria (SPC), es sobretodo conocido por ser el introductor del SPC, pero especialmente, la práctica de la calidad con los procesos de la mejora continua en la industria japonesa en los años 1950

El laboratorio, por lo tanto, necesitará que, de motu propio o en colaboración con otros departamentos vinculados a Gestión Aeronáutica o de la UAB en general, desarrollen líneas de trabajo que proporcionen esta información del entorno y su evolución, información que a su vez servirá para que el laboratorio reevalúe y redefina de forma periódica su estrategia y sus líneas de trabajo e investigación.

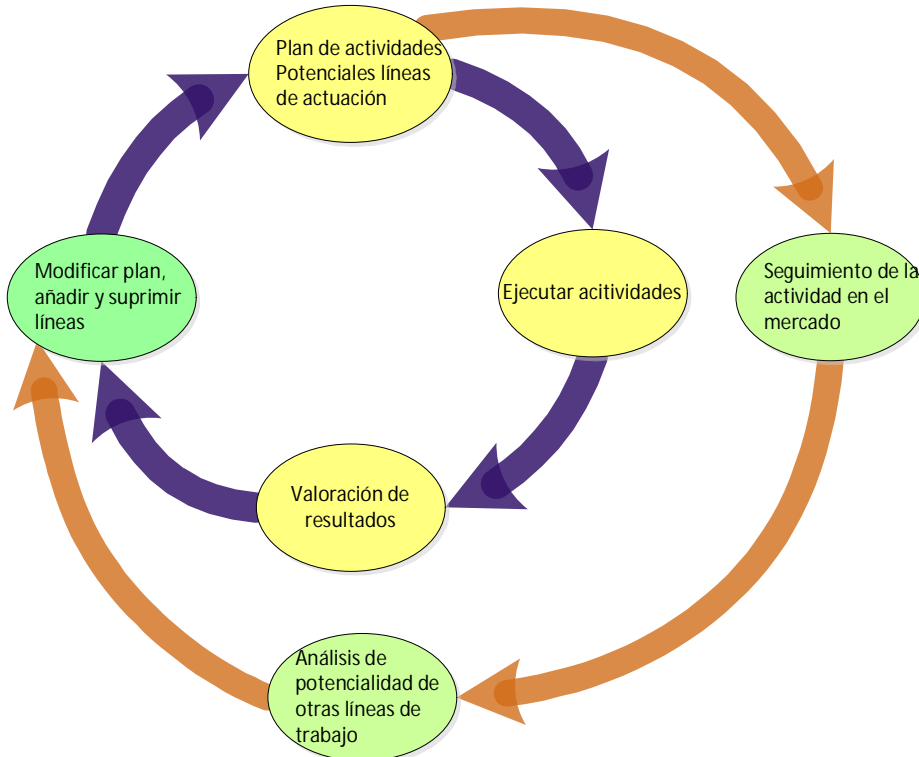


Fig. 22 – Variación sobre el Círculo de Deming

El proceso de decisión de cómo incorporar a las decisiones estratégicas la información sobre la evolución del sector se describe con más detalle en el capítulo 9 - Organización, medios y funcionamiento. En la Fig. 22 – Variación sobre el Círculo de Deming se ha representado de forma gráfica el proceso iterativo que debe marcar la toma de decisiones, combinando el marco operativo con el estratégico.

6.2 Visión

Tratándose de una voluntad o ideal genérico, y a largo plazo, y de dar una idea general de pauta de actuación, la declaración de Visión para el LGAU-UAB podría ser:⁶⁸

“Constituir una referencia en experimentación, pruebas y puesta en práctica con UAS de tecnología aplicada a la aviación civil.”

6.3 Misión

Como indicación de lo que quiere hacer la organización, y cómo, la declaración de Misión puede ser:

“Desarrollar y aplicar la capacidad tecnológica de Gestión Aeronáutica de la UAB, así como de otras áreas afines, en el campo de la experimentación, las pruebas piloto y los nuevos tipos de misión vinculados al desarrollo tecnológico de los UAS y de los nuevos métodos de gestión del tránsito aéreo.”

6.4 Valores

Como parte de una Universidad, un laboratorio debe tomar como suyos valores del ente que la contiene, como puedan ser el rigor, la curiosidad, el esfuerzo, o la búsqueda de la verdad.

Pero en el marco menor que sería el laboratorio, y con las descripciones ya relatadas del entorno, del mercado en el que actuar y de la estrategia general, deben establecerse unos valores a ser tomados en consideración en toda actuación en el seno del laboratorio. La lista de los principales será:

- Apertura a todos los campos tecnológicos y del conocimiento vinculados con la gestión en el sector de la aviación

⁶⁸ Tomando como modelo la definición de las declaraciones de Visión y de Misión de la Wikimedia Foundation, la Visión debe dar la indicación de lo que quiere ser la organización, y como desearía que fuese el mundo con su aportación (http://en.wikipedia.org/wiki/Strategic_planning)

- Capacidad de incorporar la evolución del sector de la aviación y del de los UAS
- Voluntad de servicio a empresas e instituciones cliente
- Voluntad de colaboración con otros departamentos e instituciones, y con empresas del sector
- Ambición por desarrollar la actividad del laboratorio en distintos ámbitos

6.5 Factores clave de éxito

Como en cualquier proyecto o entidad en funcionamiento, cumplir los objetivos fijados es importante, justifica los esfuerzos realizados, tanto desde el punto de vista económico como del humano y personal de los participantes.

Pero entre todos los medios aplicados y las acciones tomadas, algunos son clave, sin ellos no es posible o resulta muy difícil alcanzar los objetivos fijados, por lo tanto, conseguir el éxito deseado.

De esta forma, se identifican los siguientes factores claves de éxito:

1. Actualización en conocimientos sobre el ordenamiento legal y legislativo, y su evolución prevista, de todos los participantes en la vida del laboratorio; la legislación y la reglamentación son absolutamente relevantes para la posible expansión del sector, y por lo tanto para tomar decisiones estratégicas correctas; pero además, tratándose de una actividad en el sector de la aviación, su conocimiento resulta imprescindible para cualquier participante
2. Actualización de conocimientos sobre la evolución tecnológica, tanto de los UAS como de los sistemas embarcados; los UAS constituyen un producto tecnológico, por lo tanto la evolución de la tecnología debe ser conocida para poder determinar tanto la oferta de servicios del laboratorio como para poder llevar a cabo éstos con unos medios y de una forma que cumpla con las expectativas, y que permita generar nuevas

3. Capacidad de adaptación a la evolución del entorno: incorporación de nuevas tecnologías, cambio ordenado de las líneas de trabajo modificando la estrategia en función de la situación
4. Uso de nuevas tecnologías en gestión del conocimiento; por un lado, el LGAU-UAB puede tener una significativa parte virtual, imprescindible para poder acceder de forma eficiente a múltiples fuentes especializadas, lo cual es necesario por la gran variedad de tecnologías que son de aplicación a los UAS; por otro, las tecnologías de la información y de la comunicación permiten nuevos métodos de gestión, con la posibilidad de captar tanto oportunidades como conocimiento de forma sorprendentemente rápida y eficiente; resulta ilustrativa la experiencia de “crowd sourcing” llevada a cabo por el Departamento de Defensa de los EEUU para el desarrollo de un nuevo UAS de aplicación militar (ver más detalle en Anexo VI – Crowdsourcing organizado por el US DoD)
5. Comunicación con los distintos estamentos de la administración y con las entidades susceptibles de convertirse en usuarios; el laboratorio, por su conocimiento de los UAS, deberá establecer un diálogo constante que le permita captar la posibilidad de nuevos servicios y nuevos tipos de misión, o de transponer otros ya llevados a cabo en entornos distintos; esta necesidad de comunicación lleva pareja tener la capacidad de difundir tanto el potencial de los UAS como los servicios que el laboratorio puede proporcionar
6. Oferta de servicios completa que permita constituirse como socio tecnológico avanzado de empresas e instituciones; de esta forma, se

6.6 Emplazamiento en la organización de la UAB

El LGAU-UAB tendrá una actividad multidisciplinar. Sin embargo, dado que se plantea como una entidad esencialmente enfocada a la especialidad de Gestión Aeronáutica de la UAB, resulta lógico que el gobierno y la dirección del laboratorio sean responsabilidades de dicha especialidad. Por otro lado, al estar enmarcada Gestión Aeronáutica en la Escuela de Ingeniería de la UAB, también resulta lógico que la

escuela proporcione soporte al laboratorio, puesto que parte de su actividad tiene relación con la docencia. Finalmente, el órgano principal de gestión debería ser el mismo que el de la especialidad de Gestión Aeronáutica.

La vinculación directa a Gestión Aeronáutica:

- Es coherente con lo que deberían ser las líneas principales de trabajo del laboratorio
- Permite la transferencia inmediata de conocimiento y de práctica de los trabajos del laboratorio a la actividad docente de los estudios
- Requiere de un soporte administrativo general que no es el habitual de la actividad docente e investigadora de los departamentos
- Facilita los contactos y las acciones relacionales con el mercado, con el objetivo de desarrollar la actividad con elevado nivel de intercambio de información con dicho mercado

Por otro lado, la UAB dispone en estos momentos de un instrumento de gestión que es el Parc de Recerca. El planteamiento general y la forma de agrupar los centros y los servicios en áreas de investigación son coherentes con lo descrito en los capítulos anteriores como estrategia y necesidades del LGAU-UAB⁶⁹. Sin embargo, con la creación y el desarrollo del Clúster Aeronáutico de la UAB, y su Centro de Investigación y Desarrollo, la vinculación a Gestión Aeronáutica, y a la estructura de su clúster es más adecuada, debido a los siguientes factores:

- Estrecha vinculación con Gestión Aeronáutica, y con el sector, que se genera a través del clúster
- Carácter multidisciplinar del laboratorio, dadas las especiales características del sector de la aviación, que requiere de vertientes tanto legal y reglamentaria,

⁶⁹ La descripción del Parc de Recerca UAB puede encontrarse en <http://www.uab.es/servlet/Satellite/quienes-somos/el-parque-1255932662283.html>

como de métodos de gestión (por procesos, calidad, validaciones, certificaciones, etcétera), como puramente técnica

- Focalización de toda la actividad a la aplicación en el sector de la aviación

Por lo tanto, la vinculación más adecuada para el LGUA-UAB es a Gestión Aeronáutica.

6.7 Ubicación física e instalaciones del laboratorio

Como primera variable significativa, y tal y como se ha visto en la introducción general de este capítulo, el laboratorio puede tener su actividad tanto en un espacio cerrado como en un espacio abierto.

Para la instalación en recinto cerrado, se ha considerado necesario disponer de una nave de unos 500 m² con una altura mínima libre de 6 m (en el capítulo 9.4 - Edificio se detalla como se ha estimado el espacio del que es necesario disponer); ésta es una dimensión de nave industrial disponible en múltiples polígonos, lo cual permitirá su ubicación en una localidad próxima a la sede de Gestión Aeronáutica.

En cuanto a las posibles actividades al aire libre, con la situación actual desde el punto de vista legislativo y reglamentario, existen varias posibilidades:

- Usar un campo de vuelo existente, cerrándolo al tránsito aéreo habitual en las horas de prueba de los UAS
- Usar instalaciones del ejército
- Habilitar un nuevo campo de vuelo para uso exclusivo del LGUA-UAB

De las tres posibilidades, la más factible parece la primera, que implicaría llegar a un acuerdo de funcionamiento con el operador del campo de vuelo. Es de reseñar que, dadas las características de los UAS, un campo de vuelo para ULM sería suficiente⁷⁰.

6.8 Líneas de trabajo

La línea principal de investigación e innovación de Gestión Aeronáutica es "...el diseño de nuevas metodologías y procedimientos para la mejora en la gestión táctica y a tiempo real de las operaciones a coordinar sobre las aeronaves..."⁷¹. Tal y como se ha visto en capítulos anteriores, el LGAU-UAB debe desarrollar su actividad en la aplicación de este concepto general a varias facetas del uso de los UAS. De esta forma, las principales líneas de investigación, innovación y servicios que tendrá que desarrollar el LGAU-UAB son:

- Procesos de certificación de los sistemas completos
- Nuevas aplicaciones
- Planificación de misiones
- Algoritmos de navegación, incluyendo los de detección y corrección
- Gestión de misiones llevadas a cabo por flotas de varias aeronaves
- Optimización de flujos de aeronaves

Estas líneas de trabajo se llevarán a cabo en varias facetas, que están vinculadas a:

- La gestión del propio UAS (algoritmos de navegación, los sistemas de comunicación, etcétera)
- Los potenciales usos de los UAS
- Los sistemas embarcados, que en algunos casos tendrán interacción con los sistemas de navegación o de control de el aeronave

⁷⁰ Se han identificado 9 campos de vuelo de ULM en la provincia de Barcelona, lo que da un amplio abanico de posibilidades en un radio de 50 km alrededor de la UAB (más información en la página web de la Federació Aèria Catalana, http://www.fac.cat/ca/especialitats/ultralleugers/relacio-de-clubs_59.html)

⁷¹ Descripción del Clúster Aeronáutico de la UAB, <http://www.uab.es/servlet/Satellite/clusters-uab/el-cluster-aeronautico-1296221416113.html>

- Uso de los UAS y de los medios del laboratorio como plataforma de pruebas y experimentación
- La colaboración con instituciones y empresas, en la investigación y la innovación y en el desarrollo de nuevos productos

7 El mercado actual, posicionamiento del LGAU-UAB

En capítulo 5 - Análisis del entorno se ha analizado tanto la segmentación del sector como los distintos actores presentes. El laboratorio, dada su voluntad de ser un servicio interno del Clúster de Aeronáutica y de la sociedad en general, especialmente a entidades y empresas que quieran desarrollar productos y servicios para la aviación, debe identificar aquellos actores a los que quiere dirigirse, con el fin de determinar una posterior estrategia que permita ofrecer unos servicios que sean de interés y que de esta forma se garantice su utilidad.

7.1 Mercado de servicios vinculados a los UAS

Se ha podido constatar en el mercado español la existencia de un buen número de empresas dedicadas a ofrecer tanto productos como servicios relacionados con los UAS. Se han localizado no menos de 15 empresas, todas ellas ofreciendo el servicio de gestión de misiones desde su planificación hasta la entrega de los resultados obtenidos de la misión, y todas ellas anunciando la posesión de los sistemas que usan para dar sus servicios.

Los servicios ofrecidos, en general, son del ámbito de la vigilancia y la observación de la tierra desde el aire.

Las aeronaves usadas son, en la mayoría de los casos, del segmento Mini o Micro.

En contrapartida, solo se han localizado dos instituciones que presenten posibles colaboraciones en ámbitos parecidos a los descritos, que son:

- El Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC), de la Fundación Andaluza para el Desarrollo Aeroespacial (FADA)⁷²
- El Centro de Explotación de Sistemas de Vuelo Autónomo (CESVA)⁷³ de Ingeniería y Servicios Aeroespaciales S.A. (INSA), perteneciente a su vez al Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) del Ministerio de Defensa.

⁷² Más información en <http://www.catec.com.es/content/quienes-somos.htm>

El CATEC presenta unos objetivos y una configuración parecida a lo que se propone para el LGAU-UAB. Sin embargo, en ambos casos, el ámbito de actuación es más amplio que el pretendido por el LGAU-UAB; el CATEC, desarrolla actividad en relación a la parte específica de las aeronaves, y el CESVA, además de todos los aspectos directamente relacionados con la aeronave, con su vinculación con el Ministerio de Defensa hace que su actuación pueda presentar rasgos distintos que cuando se pretende actuar esencialmente en el terreno de los usos civiles (tipos de misión, tamaño de los lotes de compra, tipo de fabricante potencial usuario, etcétera).

En resumen, en el mercado es posible encontrar oferta de productos, tanto existentes como para desarrollar a medida, y de servicios para planificar y llevar a cabo misiones como todas las descritas, pero es escasa la oferta de servicios para:

- Investigar nuevas tecnologías de observación para ser aplicadas con los UAS
- No se ha encontrado oferta de servicios en el campo de las comunicaciones
- No se ha encontrado oferta consistente para el uso simultáneo y optimizado de varias aeronaves
- No se ha hallado oferta sobre UAS para transporte
- Las restricciones legales existentes escasamente se mencionan, lo cual induce a la consideración de posibles problemas legales en caso de accidente
- La oferta de servicios colaborativos para empresas que quieran desarrollar productos y servicios es escasa

Por último, aunque se prevé que las dimensiones de las operaciones de usos civiles sean notablemente inferiores a las de los usos militares, y que en el mercado civil la proximidad será importante por el conocimiento del entorno y de la cultura, no debe descartarse el acceso a mercados de otros ámbitos geográficos, principalmente el

⁷³ Más información en <http://www.insa.es/view/page/cesva/>

europeo. Pero dado que un laboratorio implica una instalación física, el factor de distancia, por lo tanto de localidad, resulta importante, y no se considera, en el marco de este estudio, un mercado global, aunque tampoco se descarta un futuro acceso a éste.

7.1.1 Clientes objetivo, colaboradores

Entre todos los actores del mercado, el laboratorio debe encaminar sus propuestas de servicios y de colaboración hacia aquellos que se identifican como clientes.

Sin embargo, es necesario matizar lo que el término cliente significa en un entorno como el del LGAU-UAB. En este caso, se ha simplificado en un solo término el rol que también tendrían otras instituciones o empresas con las que se establezcan colaboraciones, aunque éstas no impliquen necesariamente un pago directamente vinculado a la colaboración; cualquier colaboración implicará la definición de una actividad a llevar a cabo, con un o varios entregables, unos plazos de entrega y unos costes de realización por parte del laboratorio que deberán ser identificados y aprobados antes de empezar la actividad.

En cuanto a la pregunta de para quien el laboratorio llevará a cabo sus actividades, que es lo que resulta totalmente asimilable a la definición de lo que es un cliente, la respuesta será:

- Empresas que desarrollan UAS
- Empresas que producen sistemas a ser embarcados en UAS
- Instituciones públicas encargadas de la gestión de medios naturales
- Centros de investigación en recursos naturales, agrícolas, pesqueros y de ganadería
- Instituciones públicas de seguridad distintas del ejército
- Empresas de construcción y gestión de infraestructuras

- Empresas agrícolas con grandes extensiones de cultivo
- Operadores de sistemas de gestión del tránsito aéreo
- Operadores aeroportuarios
- Instituciones de investigación en visión artificial y teledetección
- Operadores de telecomunicaciones

Estos grupos de clientes y colaboradores potenciales no deben sin embargo limitarse al ámbito local; dada la actividad que tendrá el laboratorio, en el que en muchos casos deberán afrontarse proyectos de productos y servicios de nuevo diseño, deberá orientarse la oferta a un ámbito global, como mínimo de la Unión Europea; un buen número de proyectos de desarrollo se generan en las instituciones de la Unión por lo que deberán considerarse también como clientes objetivo, como mínimo:

- EUROCONTROL
- El Comisariado de Transporte de la Unión Europea

7.1.2 Colaboraciones

Las colaboraciones que se pueden desarrollar con los distintos actores mencionados dependerán en gran parte del objeto que busquen; las principales son:

- Afrontar proyectos cuya envergadura impide que puedan ser llevados a cabo por el propio laboratorio o por otra organización en solitario
- Desarrollar nuevos productos y servicios que requieran de la aplicación de conocimiento que no resida en una sola de las organizaciones participantes

- El resultado esperado de la colaboración es sensiblemente mejor que si la actividad o el proyecto fuese afrontado por una sola
- Compartir costes

La organización de estas colaboraciones deberá preservar, en la medida de lo posible, los intereses de cada una de las organizaciones participantes.

Un caso especialmente interesante es el que se produce cuando una empresa privada, o un grupo de ellas, no pueden abordar una determinada complejidad o unos costes para poder disponer de una tecnología. Este es un caso en el que el laboratorio puede ejercer su función de utilidad pública, para federar esfuerzos, o para desarrollar y poner a disposición del mercado en general nuevos conocimientos y nuevas tecnologías.

Así, los principales modelos de cooperación podrán ser:

- Investigación e innovación colaborativos: cada entidad aporta su tecnología y medios, que son compartidos en el seno de un proyecto, valorándose cada aportación al inicio del proyecto
- Realización de proyectos por encargo de grupos de otras entidades o empresas
- Fraccionamiento de proyectos en partes específicas que lleva a cabo cada participante, con uno de ellos ejerciendo de líder del proyecto y, posiblemente, también de integrador
- Desarrollo de proyectos con alta integración con el cliente: este sería el caso en el que el proyecto necesita de un gran conocimiento del objeto de las misiones, conocimiento que no estará habitualmente en el laboratorio; un ejemplo es el cuando una nueva aplicación del UAS se necesita en un medio nunca explorado antes, como pudiera ser en determinado tipo de entorno natural; en este caso, resulta clave la aportación del conocimiento del medio por parte del cliente

En resumen, estas colaboraciones son esenciales para que el laboratorio pueda acceder a determinados proyectos, especialmente innovadores o voluminosos.

7.1.3 Competencia

Si bien el término competencia puede inducir a pensar en posiciones antagónicas que entrarían en contradicción con las potenciales colaboraciones descritas en el subcapítulo anterior, no puede ignorarse que, en el momento de plantear tanto las potenciales ofertas de servicios como las líneas de trabajo o los proyectos para responder a convocatorias específicas, el laboratorio sí deberá competir con otras instituciones, tanto locales como europeas o de otras nacionalidades.

A nivel estatal, se han identificado al menos otros tres laboratorios del ámbito universitario y de investigación, que son:

- El Laboratorio de UAVs del Departamento de Ingeniería de Sistemas y de Automática de la Universidad de Málaga
(<http://www.isa.uma.es/C4/uavlab/default.aspx>)
- El Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC), de la Fundación Andaluza para el Desarrollo Aeroespacial (FADA)
- El Centro de Explotación de Sistemas de Vuelo Autónomo (CESVA) del INTA

Los dos últimos son los que, tanto por la actividad constatada en eventos como por su material de comunicación, deben ser considerados como los principales competidores a nivel estatal, si bien el CATEC deberá también considerarse como el principal candidato en caso de necesitar una colaboración.

A nivel europeo, existe un buen número de organizaciones con actividad en el sector de los UAS, capaces de presentar con capacidad de éxito tanto una oferta de servicios completa como proyectos a convocatorias específicas. Enumerarlas resulta imposible, pero se han identificado varias, tanto privadas como dependientes de organismos públicos, en cada unos de los estados que se podrían llamar “grandes” (Alemania, Francia, Italia y Reino Unido).

8 La oferta del LGAU-UAB

La idea central del LGAU-UAB es la de constituir un centro en el que se lleve a cabo investigación y desarrollo, con la visión añadida de ser un centro servicios, asimilable en sus funciones y actividades a centros de investigación ya conocidos en los entornos universitarios científicos y tecnológicos⁷⁴. Tendrá por lo tanto una actividad de interés general. Pero por otro lado debe evitar entrar en competencia con las empresas establecidas, lo cual podría calificarse de competencia desleal. Por lo tanto, deberá enfocar su actividad a servicios y proyectos de los que la sociedad no dispone, o que resulten inabordables para las empresas.

A nivel conceptual, los principales enfoques que se tomarán para la actividad del laboratorio serán:

1. Realización de trabajos bajo demanda:
 - a. Los clientes y entidades colaboradoras acuden con una especificación de experimento a llevar a cabo (se puede dar soporte en este diseño)
 - b. Se responde con el coste, duración y plazos
 - c. Si se aprueba la propuesta, se ejecuta el experimento
 - d. Se recogen los resultados y se informa al peticionario

2. Como un centro de investigación e innovación :
 - a. Diseño y ejecución de los trabajos de investigación e innovación a llevar a cabo
 - b. Diseño de los propios experimentos
 - c. Recogida de resultados
 - d. Elaboración de informes

3. Combinación de los anteriores

⁷⁴ Pueden encontrarse múltiples ejemplos, como son el Centre de Visió per Computador (<http://www.cvc.uab.es/qsom.asp>), el Centro Nacional de Microelectrónica (CNM) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la UAB (<http://www.imb-cnm.csic.es/index.php>), el Barcelona Supercomputing Centre (<http://www.bsc.es/about-bsc>), el Centro de Explotación de Sistemas de Vuelo Autónomo (CESVA, <http://www.insa.es/view/page/cesva/>) del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

En base a esta primera gran división, el LGAU-UAB ofrecerá servicios de:

- Estudios sobre nuevos usos de los UAS
- Pruebas y ensayos en el desarrollo de nuevos usos y de nuevos sistemas desarrollados en el laboratorio
- Homologación, pruebas, validaciones, certificaciones de sistemas de navegación y control, de transmisión de información, etcétera
- Diseño de experimentos, tanto para sistemas propios del UAS como para los sistemas embarcados, para otras entidades
- Realización de experimentos a la demanda, con la plataforma propia del LGAU-UAB, para otras entidades
- Realización de experimentos a la demanda, con plataformas otras que la propia del LGAU-UAB
- Cesión de medios para que otros realicen pruebas y experimentos (bajo la supervisión del LGAU-UAB)

El LGAU-UAB debe considerar la facturación de los servicios que proporciona, distinguiendo claramente las distintas situaciones que se producen en el momento de proporcionar dichos servicios:

- Si se proporciona internamente a Gestión Aeronáutica, difícilmente será facturable, dado que los gastos del laboratorio son pagados por Gestión Aeronáutica
- En caso de ser servicios para una entidad o empresa totalmente externa a la UAB, deberán facturarse; la formación de los precios a los que se factura deberá tener en cuenta, como mínimo:
 1. Los costes variables, esencialmente:

- El tiempo que cada profesional del laboratorio haya dedicado al servicio
 - Cualquier consumo de material
2. Costes generales de estructura: se trata de aquellos servicios que son necesarios para el funcionamiento del laboratorio, pero con están directamente presentes en la ejecución del servicio, tales como el soporte administrativo general o el mantenimiento de los equipos
 3. Costes de los activos fijos: si bien resulta difícil encontrar una forma de repercutir estos costes que no penalice en exceso un precio de venta o que permita una compensación adecuada al uso realizado, debe tenerse en cuenta que todo servicio debe proporcionar una contribución mínima al coste de los activos fijos
- Para los servicios proporcionados a una entidad con la que se colabora, o que haya colaborado de alguna forma en las inversiones y gastos del laboratorio, se propone un precio bonificado en relación al que sería el precio del punto anterior (precio facturado a una entidad o empresa totalmente externa a la UAB)

La fijación de los precios a los que facturar los servicios es una de las decisiones estratégicas que cada año, junto con la aprobación de los presupuestos, deberán tomar los órganos de gobierno del laboratorio.

Finalmente, el LGAU-UAB acudirá a las ofertas públicas de proyectos del sector, tanto de la Unión Europea como de estados miembros, incluido el español. En este caso, el precio vendrá determinado por el propio concurso, y el laboratorio deberá establecer sus costes en base a los criterios descritos en los puntos anteriores.

9 Organización, medios y funcionamiento

La oferta de servicios, así como las servidumbres de funcionamiento, dictan los recursos que el laboratorio necesita para cumplir con su función.

Las funciones básicas a desempeñar serán:

- La actividad “comercial”: en este caso, no se trata de la simple venta de servicios; el LGAU-UAB deberá desarrollar:
 - La venta de servicios en el mercado abierto
 - El capital relacional que dé a conocer a los potenciales usuarios la existencia de este nuevo servicio
 - La búsqueda de proyectos, habitualmente en las instituciones que convocan procesos públicos de oferta
- El montaje y desmontaje mecánico y eléctrico o electrónico de la aeronave con sus sistemas embarcados
- Las instalaciones de los sistemas (software) necesarios tanto para el funcionamiento de la aeronave y sus sistemas de control y navegación, como de los de gestión de las misiones
- La programación y operación de la plataforma
- La gestión de la actividad operativa del laboratorio: cargas de trabajo, calendarios, prioridades, adquisiciones, aspectos logísticos, etcétera
- La gestión técnico-científica (programas de pruebas, trabajos de investigación a desarrollar, etcétera...)
- La gestión de los aspectos de gestión de la calidad, legales, reglamentarios y administrativos propios de la aviación
- Las actividades de soporte administrativo general

Estas funciones se podrán agrupar en las siguientes grandes áreas de conocimiento y experiencia:

- Marketing: aunque se trata de un marketing esencialmente “industrial” y con administración pública, debe afrontarse desde la misma perspectiva que una empresa privada tomaría, dado que los destinatarios serán, en numerosas ocasiones, empresas privadas
- Área técnico-operativa: esta área incluirá tanto la vertiente mecánica como la eléctrica, para poder llevar a cabo operaciones sencillas de montaje y desmontaje, y para la gestión de las misiones de los experimentos
- Área técnica de software, sistemas y comunicaciones
- Área científico-técnica, para el desarrollo de proyectos de investigación e innovación
- Área de gestión específica
- Área de gestión administrativa general

En los capítulos siguientes, se analizan los medios que el laboratorio necesitará para llevar a cabo su actividad.

Los costes de los recursos se detallan en el subcapítulo 9.7.

9.1 Equipo humano

A pesar de que el volumen de actividad del laboratorio es una de las principales incógnitas, deberá contarse con una estructura central mínima que garantice su funcionamiento, con la realización de las funciones ya descritas; en base a éstas, los perfiles necesarios serán los de personas:

- Experta en marketing, perfil técnico-comercial, experta en el sector de la aviación
- Técnica, con Ingeniería Aeronáutica, con conocimientos avanzados de informática y preferentemente con experiencia en aeronaves y control del tránsito aéreo
- Experta en gestión por procesos, y en aviación
- Experta en procesos administrativos

Viendo las actividades a realizar en el corto plazo, las necesidades de personal en el primer año serán:

- 1 persona para la función de Marketing, al 75 % de su tiempo
- 1 persona para las funciones técnicas, al 75 % al inicio de la actividad, a dedicación completa al finalizar el primer años
- 1 persona al 25 % de su tiempo, para las actividades vinculadas a legislación, calidad y gestión por procesos
- Las actividades de soporte administrativo general serán a ser proporcionadas por el centro al que resulta adscrito el laboratorio

Además de estas personas, se añadirá el personal investigador requerido para los distintos proyectos a llevar a cabo.

En la medida que se produzca el crecimiento en la actividad del laboratorio, y de los proyectos a realizar, el número de personas y la especialización de los perfiles variarán en función de la evolución de las líneas de trabajo que se lancen y del volumen de actividad.

Para terminar, deberá nombrarse un responsable del laboratorio, que será la persona que se responsabilizará de su buen funcionamiento, llevará a cabo la gestión científico-técnica y tendrá el control directo de los recursos. Esta persona puede ser también la que ejerza el rol de Marketing, en las fases iniciales podría también ocuparse de la gestión por procesos.

En la tabla siguiente se resumen los roles principales, los perfiles y las dedicaciones del personal de la estructura central:

Rol	Perfil	Exeperiencia (en años)	Dedicación Año 1	Dedicación Año 2
Responsable y Marketing	Titulación Universitaria en carrera de gestión y tecnológicas Experiencia en actividades comerciales y de relación institucional Idiomas: Inglés, Castellano y Catalán	5	75%	100%
Procesos, Calidad y Legal	Titulación Universitaria en carrera de gestión y tecnológicas Experiencia de gestión por procesos y en gestión de proyectos Idiomas: Inglés, Castellano y Catalán	3	25%	25%
Técnico Software y Sistemas	Ingeniería o Ingeniería Técnica en Informática Experiencia en instalaciones y mantenimiento, hardware y software Idiomas: Inglés y Castellano	1	25%	25%
Técnico Aeronáutico	Ingeniería o Ingeniería Técnica en Aeronáutica Conocimientos de gestión operativa Idiomas: Inglés y Castellano	0,5	25%	100%
Investigador	Cualificación en función del proyecto o línea de investigación Conocimientos de gestión aeronáutica Idiomas: Inglés y Castellano	En función de las necesidades del equipo	En función del proyecto	En función del proyecto

Tabla 2 – Perfiles profesionales y dedicación

Ocasionalmente, se necesitarán los servicios de un piloto, que podrá ser contratado por horas.

9.2 Órganos de gobierno y funcionamiento general

A nivel operativo, y principalmente debido a su dimensión, el equipo humano estará encuadrado en una estructura con un organigrama muy simple, que puede verse en la siguiente figura:

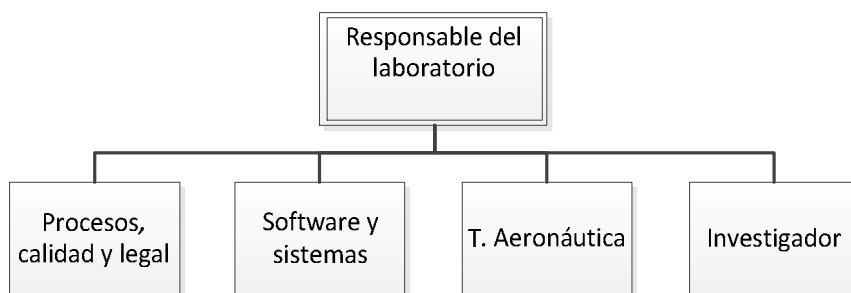


Fig. 23 – Organigrama del LGAU-UAB – Organización inicial

En el corto plazo, no se espera un crecimiento tal que necesite que el equipo se estructure de una forma distinta; en la medida en que se añadan personal, seguirá dependiendo directamente del responsable; solo en el caso de la incorporación de personal ayudante, en prácticas y becarios, se añadiría debajo de las funciones descritas, tal y como se puede observar en la siguiente figura:



Fig. 24 – Organigrama del LGAU-UAB – Posible crecimiento

El funcionamiento se ajustará a las normas y procedimientos generales de otros laboratorios de la UAB, pero implantando aquellos procedimientos y estándares a los que obligue la legislación y reglamentación de aviación civil. A este respecto, será necesario, muy recomendable especialmente de cara a las autoridades de aviación civil:

- La implantación de un sistema de calidad

- La gestión por procesos de toda la actividad del laboratorio; en este punto, se recomienda el uso de un software específico para este tipo de funcionamiento, siendo la recomendación el producto Business Process Modeler, de licencia gratuita⁷⁵

Para la gestión estratégica y táctica, se propone la creación de un Comité de Gobierno que se ocupe de:

- Marcar las líneas estratégicas generales
- Determinar las líneas de investigación y las líneas de trabajo
- Seguir el presupuesto general y la evolución de los gastos
- Aprobar los presupuestos de funcionamiento

Se entiende que el Responsable del laboratorio se ocupará de organizar las tareas del equipo con el fin de que se lleven a cabo las actividades en el coste y el plazo previsto, con los medios asignados y siguiendo las directrices por el Comité de Gobierno, y haciendo las propuestas que estime oportunas. Sin embargo, pueden producirse situaciones de sobrecarga de trabajo, las cuales el responsable deberá escalar al Comité de Gobierno. El Comité de Gobierno, en función de las líneas estratégicas y del interés de cada proyecto, determinará a qué proyectos se da prioridad, decisión que después se ejecutará a nivel operativo.

En relación a los procesos de decisión estratégica y táctica, muy relevantes para una entidad que tiene que desarrollarse en un entorno cambiante, éstos serán objeto de un ciclo de revisión semestral, con las principales actividades siguientes:

- El Comité de Gobierno se reunirá un mínimo de una vez cada seis meses, con el fin de revisar la estrategia para adaptarla a los cambios del entorno; cada miembro tiene la obligación de presentar su visión de situación y evolución, especialmente en cuanto a su área de especialización y conocimiento

⁷⁵ Más información en <http://www.bizagi.com/>

- De las reuniones, el Comité marcará unas líneas estratégicas y tácticas para el laboratorio, de las que el Responsable derivará un plan de actuación
- Anualmente, antes de final de año, el Responsable del laboratorio presentará al Comité de Gobierno el presupuesto de gastos e inversiones para el laboratorio, el cual será aprobado o enmendado por el Comité de Gobierno para su ejecución

Adicionalmente, el Comité de Gobierno se reunirá cada vez que sea necesario, tanto por cuestiones de saturación de medios del laboratorio, como por cuestiones de especial importancia que requieran tomar decisiones a nivel táctico y estratégico.

El Comité de Gobierno estará compuesto, como mínimo, por:

- El Comisionado para el Clúster Aeronáutico de la UAB, como Presidente del Comité
- El Coordinador de los estudios de Máster en Gestión Aeronáutica
- El Coordinador de los estudios de Grado en Gestión Aeronáutica
- El Responsable del LGAU-UAB

9.3 La plataforma

Bajo esta denominación, se considera el UAS o el conjunto de UAS que se usarán para las pruebas. Esto incluye básicamente:

- La aeronave, con el sistema de control del movimiento y un mínimo sistema de navegación
- El sistema de comunicaciones con la base de control

- El software mínimo necesario para la gestión de las misiones (enlace con el sistema de navegación)
- La estación base de control

Se contempla la incorporación de 3 aeronaves durante el primer año de actividad, con el fin de disponer de un entorno mínimamente realista en cuanto a complejidad de los problemas de navegación y optimización a resolver. Por ello, la plataforma, en su totalidad, dispondrá de:

- 3 aeronaves con sus sistemas de control, navegación y comunicaciones
- 1 software para gestión de misiones
- 1 estación base de control a instalar en las instalaciones fijas del laboratorio
- 1 estación base de control móvil para la realización de experimentos fuera de las instalaciones fijas del laboratorio
- Los sistemas de comunicaciones necesarios para la transmisión de datos entre los dispositivos embarcados y la estación base de control

9.4 Edificio

Le LGAU-UAB deberá disponer de unas instalaciones que le permitan alojar:

1. La actividad de los profesionales dedicados a las tareas del laboratorio
2. Las pruebas con vuelos reales en un entorno cerrado
3. Los sistemas de control y gestión de los UAS
4. Los equipos de comunicaciones necesarios para el vuelo de los UAS

5. Las actividades de preparación de los UAS previas y posteriores al vuelo
6. El material necesario para las pruebas y los ensayos en otras ubicaciones, especialmente cuando se celebren en entornos al aire libre
7. Actividades no directamente vinculadas al vuelo (por ejemplo, procesos de verificación, validación, o certificación)

Para los vuelos en recinto cerrado, si bien para aeronaves del segmento “nano” (MTOM < o las más pequeñas del segmento “micro” (MTOM < 1,5 kg) un pequeño espacio de unos 15 x 15 x 3 m parece suficiente, deberá tomarse en consideración un mayor espacio para poder llevar a cabo pruebas con sistemas grandes del segmento micro o los del segmento “mini” (1,5 kg < MTOM < 25 kg). Con el fin de evaluar el espacio que sería necesario, se han tomado en cuenta las siguientes estimaciones:

1. Una aeronave de vuelo estático de este segmento puede tener una envergadura de 1 m aproximadamente, máximo de 1,5 m
2. La comprobación del funcionamiento de los sistemas de navegación y, especialmente, los de prevención de colisiones, tomando como restricción una separación mínima aceptable de 3 m entre 3 aeronaves, necesita de la disponibilidad de un espacio mínimo de un cuadrado de 6 m de lado⁷⁶
3. Alrededor del cuadro de 6 m, en la trayectoria de cada uno de los 3 UAS con los que se comprobarían los sistemas, deberá disponerse de un espacio de 6 metros para realizar una navegación realista; en la Fig. 25 – Espacios necesarios para el vuelo de 3 UAS en interior se pueden comprobar las zonas descritas
4. Para la altura, se ha estimado una separación entre aeronaves de 2 m, con el fin de garantizar un cierto margen de error en los cálculos de las trayectorias, que con 3 aeronaves volando simultáneamente permita evitar

⁷⁶ Para este punto, no se han tomado datos calculados, se ha realizado una estimación de tiempos de reacción de los sistemas inferiores al segundo y con velocidades de 10 km/h, (2,8 m/s) para hacer una somera estimación de las distancias

colisiones (1,5 m de separación entre aeronaves, entre la aeronave más alta y el techo, y entre la aeronave más baja y el suelo)

De esta forma, se evalúa el espacio mínimo para el espacio de vuelo interior en 270 m², con una altura de 6 m.

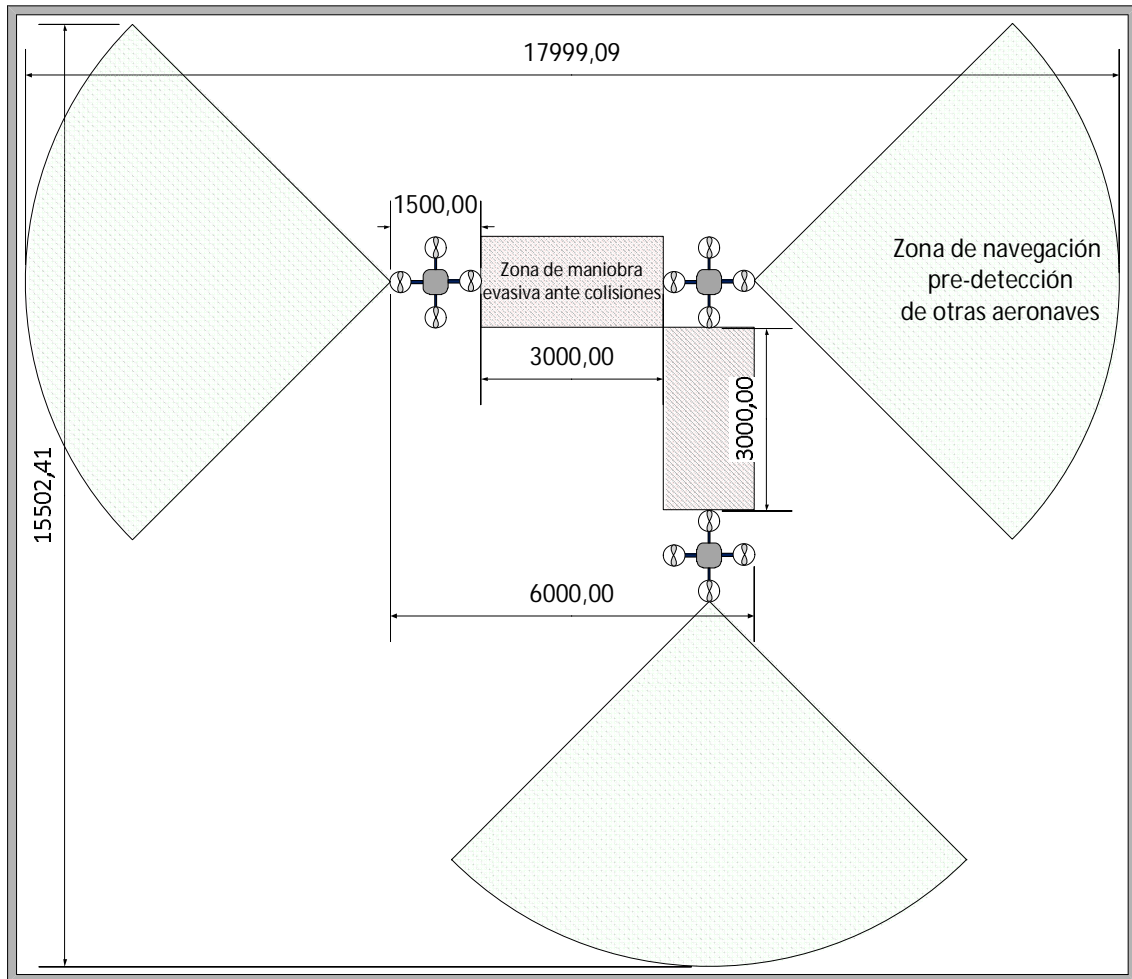


Fig. 25 – Espacios necesarios para el vuelo de 3 UAS en interior

Sin embargo, estas estimaciones dan un espacio mínimo necesario, por lo que se recomienda prever el alojamiento en una nave de unos 500 m², con una altura libre mínima de 6 m.

En cuanto a otras necesidades, deberá preverse:

- Espacio para una sala de control: aproximadamente, 15 m²

- Espacio para almacén, tanto del material a usar en pruebas en instalaciones al aire libre, como para otro material vario: aproximadamente, 10 m²
- Sala de trabajo para el personal asignado: aproximadamente, 25 m²
- Una sala de reuniones y presentaciones : aproximadamente, 25 m²
- Espacio para un taller de montaje y mantenimiento: aproximadamente, 25 m²

En la tabla siguiente se resumen las necesidades de espacio:

Zona	Superficie
Área de vuelo	500
Total nave	500
Sala de control	15
Almacén	10
Sala trabajo	25
Sala reuniones	25
Taller	25
Total oficina y taller	100
Servicios	15
Recepción, pasillos	15
Instalaciones	5
Total auxiliares	35

Tabla 3 – Necesidades de espacio

Las necesidades totales de espacio serán pues de:

- 500 m² de nave de 6 m de altura
- 135 m² de oficina y servicios

Para los costes, se ha considerado que la nave a usar será alquilada, por lo que no se contemplará el coste de adquisición ni de construcción más que para aquellos elementos específicos que se requieran.

9.5 Sistemas informáticos

El laboratorio, para su actividad, esencialmente 6 tipos básicos de sistemas de información:

- Los directamente vinculados a la operativa de los UAS, ya mencionados
- Aquellos necesarios para la actividad de investigación e innovación ya en marcha en estos momentos; en este apartado, los sistemas habituales de la UAB se corresponden con las necesidades
- Aquellos que resulten necesarios para las nuevas líneas de trabajo que se generen por la simple existencia del LGAU-UAB y las nuevas posibilidades que ésta genera; si bien inicialmente no se consideran, puede tomarse en cuenta una provisión económica genérica, aunque la incorporación de estas inversiones deberá evaluarse en el momento de plantear la propia línea de trabajo; en este apartado se consideran también sistemas de gestión de las misiones que vayan más allá de los básicos suministrados por los fabricantes de los equipos
- Sistemas necesarios para el funcionamiento del LGAU-UAB, no directamente vinculados a la operativa o a las líneas de investigación; en apartado se consideran herramientas con funcionalidades tales como simuladores, diseño mecánico, gestión procesos, o gestión de proyectos
- Ofimática
- Sistemas de gestión general de la UAB

Para el funcionamiento de estos sistemas, será necesario proveer el necesario material, y las correspondientes conexiones a la red de la UAB, pero se recomienda también disponer de una red local específicas para los sistemas del UAS, formada esencialmente por:

- 1 un servidor

- 3 estaciones de trabajo
- 1 impresora
- Interfaces con el sistema del UAS que permita cargar y descargar tanto programas como datos
- Interfaces para efectuar grabaciones de memorias USB y de discos duros para embarcar en la aeronave
- Los dispositivos de gestión y protección de red necesarios

9.6 Instalaciones

La ubicación en la que se emplazará el laboratorio necesitará algunas adaptaciones necesarias para el especial uso de la zona de vuelo. No se consideran en este trabajo los habituales en cualquier nave y oficina tales como electricidad, agua, telefonía o conexión de datos. El consumo eléctrico de los equipos a emplear no plantea una especial demanda de potencia, y tampoco se estimado necesaria la alimentación eléctrica ininterrumpida más allá de permitir una parada ordenada de los sistemas en caso de corte del suministro.

La zona de vuelo deberá disponer, esencialmente, de:

1. Un observatorio, debidamente protegido, desde el que el se pueda observar el vuelo de las aeronaves sin peligro para las personas; idealmente, se trata de una tribuna acristalada, con cristales con un blindado "ligero" (un laminado de 3 x 0,5 mm parece suficiente)
2. Un sistema de geolocalización de suficiente precisión y potencia de cálculo; existen dos alternativas:
 - a. Sistema óptico: requeriría de la instalación de no menos de 8 cámaras IP, un servidor dedicado y un software de gestión

- b. Sistema de radio-frecuencia: se ha identificado un sistema ya disponible “llaves en mano” que permite la localización de cualquier objeto en base a tags activos de RFID y antenas de geolocalización

El sistema óptico presenta la incertidumbre de la disponibilidad inmediata del software, la identificación inequívoca de cada aeronave, y el tiempo de proceso de las señales; además, por el solo por el precio unitario de las cámaras, este sistema tendría un coste superior a los 2.500 Euros.

El sistema de radio-frecuencia presenta la ventaja de existir ya con para el uso pretendido; 4 antenas y un tag por aeronave serían necesarios, lo cual da un coste del material “de observación” de unos 1.600 Euros.

En cualquier caso, deberá llevarse a cabo un proceso de selección, en el cual, como mínimo, deberán analizarse los siguientes criterios:

- Precisión en la detección de coordenadas
- Tiempos de refresco de la señal
- Tiempo de proceso entre la detección de la señal de posición y la disponibilidad de coordenadas
- Formatos de salida de la información
- Software necesario, funcionalidades
- Instalación necesaria
- Mantenimiento necesario (calibración, frecuencia de las operaciones, dificultad y coste), longevidad de todos los componentes
- Costes

9.7 Otros

Si bien para su desarrollo y su funcionamiento, el LGAU-UAB necesitará unos ciertos recursos como puedan ser consumibles de oficina o material de marketing, o los gastos que se generen por la propia actividad como pueda ser la asistencia a formación o a eventos, estos se han considerado de forma genérica. En el apartado de costes se ha hecho una provisión general para:

- Formación
- Asistencia a eventos
- Desplazamientos por realización de pruebas y experimentos en espacio exterior
- Material de oficina y consumibles

Debe por otro lado tomarse en cuenta que en muchos casos, el laboratorio actuará bajo petición, y entonces los gastos se harán previa compromiso de reembolso del peticionario.

Finalmente, especialmente en el caso de las acciones de comunicación y eventos, el peso de la realización y la asistencia recaerá especialmente en Gestión Aeronáutica más que específicamente en el laboratorio.

9.8 Costes

A partir de los medios a poner en práctica, y de los costes habituales de funcionamiento que un centro de trabajo y cualquier organización tiene, se han elaborado los siguientes cuadros de inversiones a realizar, y de gastos anuales a considerar:

	Año 1	Año 2
Total inversión	133.500 €	37.000 €

	Año 1	Año 2
Total gastos de funcionamiento	191.750 €	292.550 €

Tabla 4 – Resumen de inversiones y gastos anuales

En las tablas siguientes, se da el detalle de la composición de estas cifras.

Inversión					
Plataforma					
Concepto	Número unidades año 1	Número unidades año 2	Coste unitario	Inversión año 1	Inversión año 2
UAS básico	2	1	30.000 €	60.000 €	30.000 €
Software gestión misiones	1	0	15.000 €	15.000 €	0 €
Estación base fija	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Estación base portátil	1	0	3.000 €	3.000 €	0 €
Sistema de comunicaciones	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Total inversión plataforma :				88.000 €	30.000 €
Informática					
Concepto	Número unidades año 1	Número unidades año 2	Coste unitario	Inversión año 1	Inversión año 2
Software específico laboratorio	1	1	3.000 €	3.000 €	3.000 €
Hardware (red, server, WS)	1	0,25	10.000 €	10.000 €	2.500 €
Interfaces específicos	1	1	1.500 €	1.500 €	1.500 €
Total inversión plataforma :				14.500 €	7.000 €
Edificio y equipamientos					
Concepto	Número unidades año 1	Número unidades año 2	Coste unitario	Inversión año 1	Inversión año 2
Construcción cabina de observación	1	0	3.000 €	3.000 €	0 €
Sistema geo-localización en zona de vuelo	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Mobiliario y material de taller	1	0	3.000 €	3.000 €	0 €
Instalación eléctrica (incl. SAI 20 min.)	1	0	7.500 €	0 €	0 €
Red de datos	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Mobiliario de oficina, acondicionamiento	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Otras instalaciones	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Trámites de apertura	1	0	5.000 €	5.000 €	0 €
Total inversión edificio y equipamientos :				31.000 €	0 €

Tabla 5 – Inversiones a realizar en los dos primeros años de funcionamiento

Gastos de funcionamiento					
Costes de personal					
Rol	Dedicación Año 1	Dedicación Año 2	Coste unitario anual	Coste año 1	Coste año 2
Responsable y Marketing	75%	100%	45.000,00 €	33.750,00 €	45.000,00 €
Procesos, Calidad y Legal	25%	25%	32.000,00 €	8.000,00 €	8.000,00 €
Técnico Software y Sistemas	25%	25%	25.000,00 €	6.250,00 €	6.250,00 €
Técnico Aeronáutico	25%	100%	25.000,00 €	6.250,00 €	25.000,00 €
Investigador	En función del proyecto	En función del proyecto	40.000,00 €	40.000,00 €	80.000,00 €
Total costes de personal				94.250 €	164.250 €
Otros gastos					
Concepto	Gasto año 1	Gasto año 2			
Servicios contratados (seguros, piloto, legal, etc...)	20.000 €	30.000 €			
Formación	6.000 €	9.000 €			
Material de comunicación, incl. pág. Web	3.000 €	3.000 €			
Mantenimiento plataforma (20 % anual sobre inversión)	17.600 €	26.000 €			
Mantenimiento informática (20 % anual sobre inversión)	2.900 €	4.300 €			
Alquiler edificio	18.000 €	18.000 €			
Suministros generales (agua, electricidad, telefonía datos, etc..)	12.000 €	12.000 €			
Gastos generales del edificio (mantinimiento, sistema de alarma, etc..)	6.000 €	6.000 €			
Varios desplazamientos	6.000 €	10.000 €			
Material de oficina, consumibles, recambios, etc...	6.000 €	10.000 €			

Tabla 6 – Gastos anuales

10 Plan de implementación

La puesta en marcha del LGAU-UAB es un proyecto, y como tal tiene sus principales hitos temporales definidos. Para la ejecución de este plan, se ha tenido en consideración la puesta en marcha de algunas actividades en paralelo, como es la adquisición del primer sistema y el inicio de experimentos en colaboración con el proveedor, y, especialmente, las acciones de prospección y de comunicación que conduzcan a la obtención de demanda de servicios.

Como elemento clave para el éxito del proyecto de puesta en marcha, y dado que se trata de una nueva entidad que se crea, se propone que el responsable del LGAU-UAB sea también el responsable del proyecto de su puesta en marcha, poniendo en ejecución las mismas estructuras de gestión de la actividad en marcha para el seguimiento del proyecto. En cualquier caso, a la finalización de la puesta en marcha, se realizará un acto de entrega y de paso a la actividad habitual. En este acto, deberá hacerse acta de:

- Entrega de la documentación final de todos los bienes adquiridos (facturas, actas de aceptación, planos definitivos, permisos administrativos, contratos firmados)
- Cierre contable de los costes del proyecto
- Análisis de desviaciones sobre cualquier aspecto del plan
- Cambios necesarios que impacten en la estrategia del LAGU-UAB
- Nuevos riesgos detectados

Además, el seguimiento del proyecto se estructurará a dos niveles:

1. Grupo de Proyecto: seguimiento semanal de la actividad; bajo la dirección del Responsable del Proyecto, con la participación de los responsables de

cada disciplina (obra, instalaciones, sistemas, etc.); tendrá una frecuencia habitual de celebración de actos de seguimiento semanal

2. Comité de Patrocinio ("Steering Committee"): formado por la Dirección de Gestión Aeronáutica, será el ámbito en el que el Responsable del Proyecto informará de la evolución general del proyecto, especialmente en cuanto a fechas, costes, riesgos y acciones correctoras de las principales actividades; además, las principales desviaciones sobre la planificación de las futuras etapas deberán ser aprobadas en este ámbito; su frecuencia de reunión será, habitualmente, mensual

Un punto importante en la ejecución del proyecto es que algunos de los medios que el laboratorio necesita para llevar a cabo su actividad podrán ser proporcionados tanto por la UAB como por alguna otra administración. En este caso, en general, la tarea seguirá existiendo, aunque pueda cambiar la forma precisa en la que se lleve a cabo, o su coste.

Los dos hitos más relevantes son:

1. La actividad del laboratorio podrá empezar con la aprobación del plan y el nombramiento del responsable
2. Al actividad en el nuevo laboratorio en su ubicación definitiva podrá empezar el 25 de enero del 2012

10.1 Principales fases e hitos

En el se puede consultar la planificación general del proyecto, del que las principales actividades a llevar a cabo, con sus respectivas fechas de finalización objetivo, son:

1. Aprobación del plan:
→ 1 de octubre de 2012
2. Designación del Responsable:
→ 2 de octubre de 2012

3. Incorporación del técnico aeronáutico:
→ 15 de octubre de 2012

4. Incorporación del primer UAS
→ 29 de octubre de 2012

5. Búsqueda y contratación de la nave en la que instalar el laboratorio:
→ 2 de noviembre de 2012

6. Trabajos de adecuación de la nave:
→ 11 de enero de 2012

7. Incorporación de profesional técnico en software y hardware
→ 9 de noviembre de 2012

8. Incorporación de investigador:
→ 16 de noviembre de 2010

9. Incorporación de profesional experto en calidad y gestión por procesos
→ 28 de noviembre de 2012

10. Instalaciones informática y otros equipamientos:
→ 25 de enero de 2012

11. Inicio de actividades:
→ 25 de enero de 2012

10.2 Riesgos

Los principales riesgos identificados en este proyecto son:

1. Retraso en la aprobación: dado que el sector tiene un desarrollo incipiente, el laboratorio es una oportunidad para lanzar una actividad de futuro, resulta importante iniciar su funcionamiento lo antes posible; además el planteamiento del proyecto limita el riesgo, al limitar las inversiones y escalarlas en el tiempo; el rigor en la presentación y en la estrategia debería ser la mejor medida para obtener una respuesta positiva rápidamente
2. Insuficiencia de medios: en caso de que el presupuesto finalmente asignado no cubriese todos los gastos previstos, el laboratorio tendría dificultades para conseguir sus objetivos de servicio, o de calidad en su funcionamiento; debería entonces considerarse los riesgos de lanzar una operación insuficientemente dotada
3. Nivel de actividad se mantiene bajo, el número de proyectos o su volumen no alcanza un nivel tal que se considere injustificada la inversión; en este caso, el laboratorio deberá buscar otras colaboraciones; el crecimiento progresivo previsto en recursos permite adaptarse al volumen de actividad
4. Industria local no responde como se espera a la oferta de servicios y de colaboraciones: deberá ponerse especial cuidado en el seguimiento de las actividades de marketing, y de la evolución del sector a nivel local; facilitar contactos y oportunidades en el mercado exterior a las empresas locales puede contribuir a incrementar la demanda de servicios
5. Retrasos en la ejecución de los trabajos de las nuevas instalaciones: deberá ponerse especial cuidado en la identificación de todos los factores y actividades que forman parte del proyecto, con el fin de controlar los impactos en los plazos generales de los problemas en determinadas actividades consideradas inicialmente como menores

6. Desviación en los costes: a pesar de no ser un proyecto especialmente complejo, tiene unos costes relevantes a su propia escala; se ha establecido una especificación lo más completa posible, con el fin de limitar los errores; además, la especificación de cada una de las actividades, activos y sistemas a ser adquiridos deberá ser revisada por especialistas de cada disciplina

7. Legislación y reglamentación: este es un factor de riesgo y de éxito identificado en el sector; será necesario un seguimiento de la actividad del legislador y de las autoridades, tanto a nivel estatal como europeo, con el fin de anticipar cambios y adaptarse lo más rápidamente posible

8. Requerimientos de certificación: en estos momentos, las certificaciones otorgadas en España y en otros países de la UE son de aeronavegabilidad con certificación de vuelo experimental, para los sistemas; la certificación a operadores, y a la explotación sigue siendo un tema no resuelto que será determinante tanto para el desarrollo del sector como para la actividad del laboratorio; al igual que en el capítulo anterior, será importante conocer la evolución de la actividad de las autoridades, y la participación, si es posible, en sus trabajos

9. Falta de conocimiento y experiencia suficientes: se ha constatado que otros países como el Reino Unido tienen una gran oferta por parte de empresas punteras en varios campos tecnológicos; el LGAU-UAB deberá emprender una decidida acción de formación y de marketing que le permita situarse a un buen nivel de reconocimiento en el mercado

11 Conclusiones

El sector de los UAS no es nuevo, pero sí es novedoso en sus aplicaciones civiles, en las cuales es todavía incipiente. Todos los estudios coinciden en prever un gran crecimiento en dichos usos civiles, el sector presenta por lo tanto oportunidades. Además, en el ámbito de la investigación y la innovación permite disponer de una plataforma económica para realizar experimentación.

En este estudio, se ha transpuesto un plan de negocio de empresa a la creación de un área de trabajo de un centro de investigación y experimentación de universidad. Ello ha permitido establecer un plan con “base 0”, considerando aspectos habituales de la empresa privada que pueden ser aplicados con éxito a la administración pública, y analizando el sector que será el destino final de los resultados del laboratorio. De aquí se deriva considerar el beneficio que se espera obtener, que es esencialmente social, aportando el laboratorio a la sociedad de la que la UAB forma parte un servicio que contribuye significativamente a su desarrollo, y para el cual las alternativas son difícilmente viables, especialmente dadas las connotaciones de atomización y dimensión de las empresas que se están desarrollando en Europa alrededor de los UAS.

Dada la situación del sector de los UAS para usos civiles, se ha buscado convertir la incertidumbre que presenta el sector como una componente esencial en la gestión del LGAU-UAB. Así, se han marcado unos puntos temporales en los que reanalizar los resultados de las líneas seguidas, las potenciales ya identificadas y el hecho de que en estos puntos deben formalizarse otras potenciales, y quizás descartar algunas de las inicialmente identificadas. Será importante que el cambio forme parte de la gestión del laboratorio, pero sin que éste malgaste sus recursos en iniciativas no suficientemente valoradas.

Desde el punto de vista científico, Gestión Aeronáutica de la UAB, y toda la UAB, dispondrá de una magnífica herramienta de desarrollo científico-técnico, con la que llevar a cabo experimentación, tanto de los instrumentos de observación como de los medios observados, y sin olvidar la aplicación en el campo de las telecomunicaciones.

No menos importante, el laboratorio permite desarrollar nuevos productos y servicios que podrán ser explotadas por la empresa privada.

El proyecto también tiene sus riesgos e incertidumbres, pero se contempla la existencia de estos, y contempla sus propias medidas que permitan minimizarlos y gestionarlos en caso de materializarse.

Anexo I - Bibliografía y fuentes de información

2011-2012 UAS Yearbook – UAS: The Global Perspective – Blyenburgh & Co

<http://www.uvs-info.com>

Alenia's view on uas potential civil market,

http://ec.europa.eu/enterprise/docs/uas/ASD_UAS_WG_Input_on_%20Industry_and_Market.pdf

Association for Unmanned Vehicle Systems International

<http://www.auvsi.org/Home/>

Centro de Explotación de Sistemas de Vuelo Autónomo (CESVA)

<http://www.insa.es/view/page/cesva/>

Comisión Europea, Empresa e Industria, UAS

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/aerospace/uas/index_en.htm

EASA policy statement: "Airworthiness certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS)", E.Y013-01

http://easa.europa.eu/certification/docs/policy-statements/E.Y013-01_%20UAS_%20Policy.pdf

European Defense Agency, ESA / EDA 3rd User/Stakeholder Workshop on Unmanned Aircraft System

http://eda.europa.eu/News/12-02-06/ESA_EDA_3rd_User_Stakeholder_Workshop_on_Unmanned_Aircraft_System

European Unmanned Systems Centre

<http://www.eurousc.com/>

Institute Of Physics, Nanotechnology

<http://iopscience.iop.org/0957-4484/>

Informe sobre el mercado de los UAS, Frost & Sullivan, Documento ENTR/2007/065,
para la Dirección General de Empresa e Industria de la Comisión Europea

John D. Odegard School of Aerospace Sciences - Center for Unmanned Aircraft
Systems

<http://www.uasresearch.com/home.aspx>

Materials Research Society, 506 Keystone Drive, Warrendale, PA 15086

<http://www.mrs.org/home/>

NASA – Civil UAV Assessment Team

<http://www.nasa.gov/centers/dryden/research/civuav/index.html>

National Oceanic and Atmospheric Administration, US Department of Commerce

<http://uas.noaa.gov/>

<http://uas.noaa.gov/news/MissUnivWorkshopDetailedAgenda.pdf>

Rotomotion

http://www.rotomotion.com/r_main_products.html

OACI – Circular 328

http://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_es.pdf

World UAV Systems 2011 Market Profile & Forecast, Teal Group

<http://tealgroup.com/>

UAS RD&D Roadmap, Joint Planning and Development Office (US FAA)

http://www.jpdo.gov/library/20120315_UAS%20RDandD%20Roadmap.pdf

UAV Collaborative, NASA Research Park

<http://www.uav-applications.org/aboutus.html>

Unmanned Systems Technology, Portal sectorial para localización de suministradores

<http://www.unmannedsystemstechnology.com>

US Federal Aviation Administration

http://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsid=6287

US Federation of American Scientists, FAS

http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs407/

<http://www.fas.org/irp/program/collect/uav.htm>

U.S. Geological Survey's (USGS) Unmanned Aircraft Systems (UAS) Project Office,
National Unmanned Aircraft Systems (UAS) Project Office

<http://uas.usgs.gov/>

U.S. Unmanned Aerial Systems, CRS Report for Congress, Jeremiah Gertler,
Congressional Research Service, 2012

<http://fpc.state.gov/documents/organization/180677.pdf>

Anexo II – Lista de características de las aeronaves

Con el objetivo de clasificar adecuadamente las aeronaves sobre las que el laboratorio puede desarrollar su actividad, y para establecer pautas de trabajo, se necesario identificar aquellos factores por los que se determinan los tipos de UAS⁷⁷.

1. Tipo de sustentación:
 - a. Aerodinámica:
 - i. Ala fija
 - ii. Ala móvil (helicópteros)
 - iii. Rotores
 - iv. Otros
 - b. Aerostática

2. Tipo de motor:
 - a. Eléctrico
 - b. Combustión interna – pistón
 - c. Combustión interna – turbina
 - d. Compresor lineal (reactor)
 - e. Cohete

3. Despegue y aterrizaje:
 - a. Autónomos
 - b. Teledirigidos

4. Distancias de despegue y aterrizaje:
 - a. Vertical (VTOL)
 - b. STOL
 - c. Estándar
 - d. Combinaciones

5. Tipo de motorización al despegue:

⁷⁷ Fuentes: Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036, Department of Defense, Unidated Sdades of America, Reference Number: 11-S-3613 (<http://www.fas.org/irp/program/collect/usroadmap2011.pdf>) ,

- a. Autopropulsado
- b. Asistido

6. Peso total y carga útil:

El UAS debe disponer de unos sistemas básicos, como son su estructura, sus motores y la electrónica de control. Por lo tanto, añadir sistemas de control no considerados inicialmente irá en detrimento de la carga útil.

La carga útil deberá medirse en:

- a. Peso
- b. Volumen

7. Alcance, autonomía de vuelo

8. Altitud de vuelo

9. Condiciones de vuelo:

Se trata aquí de la faceta exclusivamente para la aeronave, no para su misión. Por ejemplo, el UAS podría volar en condiciones de no visibilidad y de lluvia, pero estas condiciones harían inútil una misión de reconocimiento óptico

- a. Visibilidad:
 - i. Óptica
 - ii. Radio-eléctrica
- b. Lluvia
- c. Otros agentes atmosféricos

10. Tipo de control de la navegación disponible

11. Interoperabilidad:

- a. Con otros UAS
- b. Con medios de control humano (aviones tripulados)

12. Autonomía en relación a la intervención humana en el control de la aeronave

Anexo III – Workshops Comisión Europea

Workshops organizados por la Comisión Europea para la definición de una estrategia en la Unión para los UAS

Date of the Workshop	Subject	Content	Venue
12 July 2011	UAS Industry and market	Describe the economic importance and market opportunities for UAS. Identify strengths, weaknesses, opportunities and threats to UAS development in Europe.	Eurocontrol
13/14 September 2011	UAS insertion into airspace and radiofrequencies	Identify issues to be addressed to allow insertion into non-segregated airspace and required actions. This topic would also cover issues linked to standards, international rules and frequency management, and any other relevant issues.	Eurocontrol
19 October 2011	Safety of UAS	Regulatory state of play, obstacles/gaps, international dimension, standards, licensing of pilots etc.	Eurocontrol
16 November 2011	Societal dimension of UAS	Liability issues, privacy protection, protection of personal data, societal impacts, ethical concerns etc	Eurocontrol
9 February 2012	Research and development for UAS	Mapping of current UAS research priorities, identification of technology gaps, mapping of innovation investment schemes including demonstrator programmes, EU level coordination, etc.	Ecole Royale Militaire

Fuente: página web sobre UAS de la Comisión Europea,
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/aerospace/uas/index_en.htm

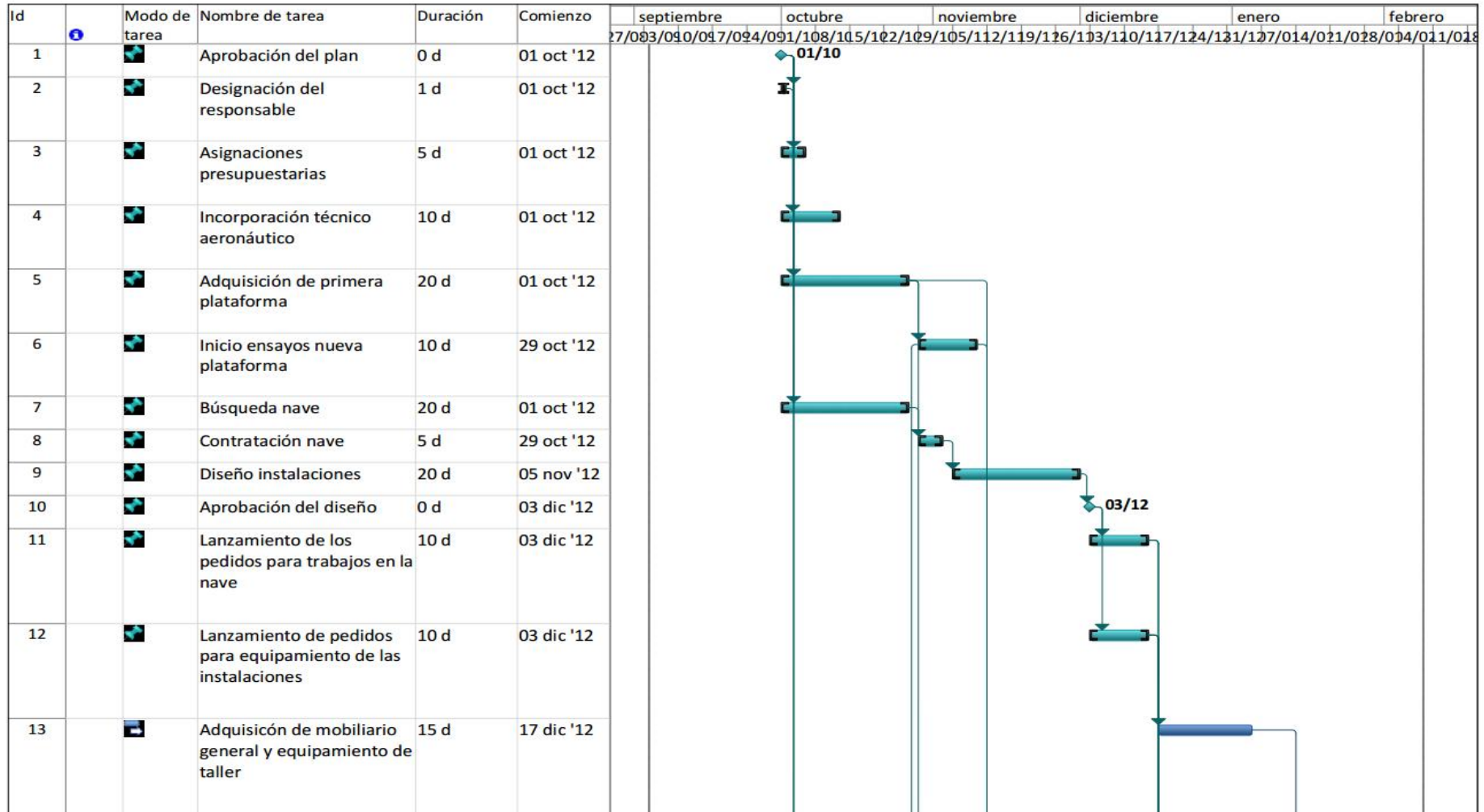
Anexo IV – NASA, Civil UAV Capabilities Assessment, Interim Status Report, Uses and Capabilities

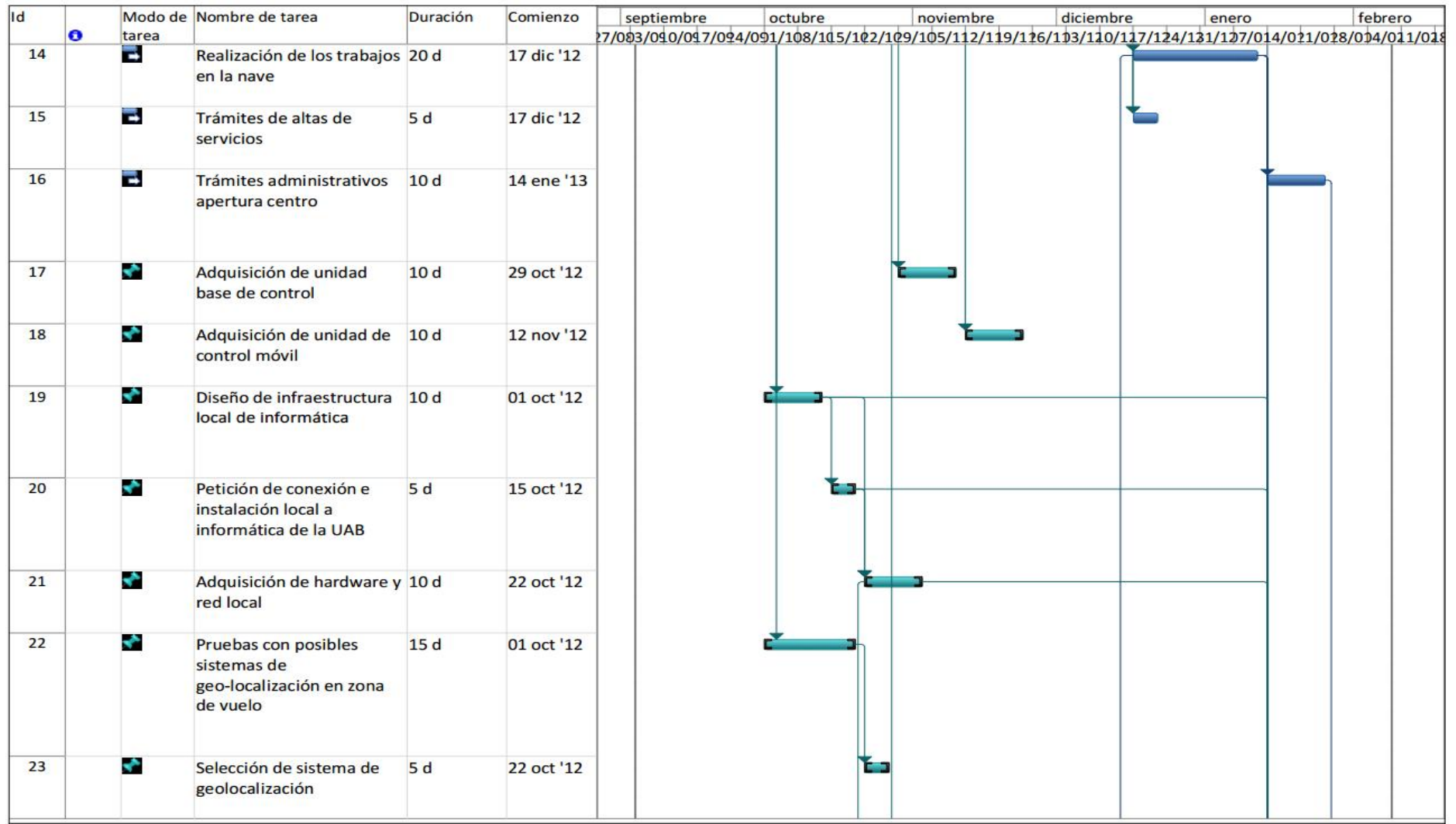
Mission Description		Capability															
		Access to the airspace	Command/control from outside entity	Long Range/Endurance	Increased Platform Availability	Quick deployment	Terrain Avoidance	Formation flight	Monitor/control multi-ship operation	Precision aircraft state data	High Altitude	All Weather	Vertical Profiling	Deploy / potentially retrieve	Precision trajectories	Base of operations in remote area	Covert Operations
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Earth Science Missions		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Repeat Pass Interferometry for Surface ...	5	0	0	3	5	0	0	0	5	1	1	0	0	5	0	0
2	Cloud and Aerosol Measurements	5	5	3	0	0	1	3	5	1	1	5	1	0	0	0	0
3	Stratospheric Ozone Chemistry	1	5	5	1	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
4	Tropospheric Pollution and Air Quality	5	5	3	1	3	0	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0
5	Water Vapor and Total Water Meas.	5	5	5	1	0	0	0	1	1	3	0	1	0	0	0	0
6	Coastal Ocean Observations	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	Active Fire, Emissions, and Plume Assess.	5	3	3	3	1	0	1	1	0	0	3	0	1	0	0	0
8	O2 and CO2 Flux Measurements	3	5	3	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
9	Vegetation Structure, Composition, ...	1	0	1	0	0	0	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0
10	Aerosol, Cloud, and Precipitation Dist.	5	5	2	1	0	0	0	1	3	1	0	5	0	0	0	0
11	Glacier and Ice Sheet Dynamics	3	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	Radiation - Vertical Profiles of Shortwave..	5	5	0	1	0	1	3	5	0	1	0	3	0	0	0	0

13	Ice Sheet Thickness and Surface Def.	1	5	0	0	0	1	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0
14	Imaging Spectroscopy	5	0	1	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
15	Topographic Mapping and Topographic...	3	3	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	0	0
16	Gravitational Acceleration Measurements	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0
17	Antarctic Exploration Surveyor	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
18	Magnetic Fields Measurements	0	0	0	0	0	0	0	5	1	5	0	0	0	0	0	0
19	Cloud Properties	5	5	3	0	5	0	3	3	5	3	0	3	3	0	0	0
20	River Discharge	3	3	0	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	3	0	0
21	Snow – Liquid Water Equivalents	5	1	1	3	1	3	0	0	3	0	0	0	1	3	0	0
22	Soil Moisture and Freeze/Thaw States	5	1	3	1	0	0	0	0	5	0	0	3	0	3	0	0
23	Cloud Microphysics/Properties	5	5	0	1	1	0	1	0	0	5	1	1	3	0	0	0
24	Focused Observations – Extreme Weather	5	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
25	Forecast Initialization	5	5	3	0	3	1	1	5	0	1	5	0	5	0	0	0
26	Hurricane Genesis, Evolution, and Landfall	5	5	5	0	3	1	1	5	0	1	5	0	5	0	0	0
27	Physical Oceanography	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	3	1	0	5	0
28	Tracking Transport and Evolution of Poll.	5	5	5	5	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
29	Clouds/ Aerosol/ Gas/ Radiation Inter.	3	3	3	0	0	0	3	3	0	5	3	3	1	0	0	0
30	Long Time Scale Vertical Profiling of Atm.	1	5	0	0	0	1	3	1	0	1	0	3	0	0	0	0
31	Global 3D Continuous Measurement	5	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	3	1	0	0	0
32	Transport and Chemical Evolution in the..	5	5	3	5	3	1	1	1	0	1	0	3	1	0	0	0
	Homeland Security Missions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Marine Interdiction, Monitoring, Detection..	5	5	3	3	5	1	1	1	1	0	1	0	3	1	0	1
2	Tunnel Detection and Monitoring	5	1	3	3	0	0	0	0	3	0	1	0	0	3	0	3
3	Broad Area Surveillance	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

4	BORTAC Situational Awareness	0	1	0	3	5	3	0	0	3	0	3	0	0	1	5	5
5	Coastal Patrol	3	1	1	0	0	0	1	1	3	1	3	1	3	0	0	0
	Land Mgmt. and Coastal Region																
1	Wildlife Management Population Count	0	5	0	0	0	3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	5
2	Wildlife Management Telemetry Mission	5	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	Wildlife Habitat Change Mission	5	1	1	1	3	1	0	3	0	0	3	0	0	0	0	3
4	Precision Agriculture	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	Water Reservoir Management	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Range Management	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
7	Urban Management	5	0	0	1	1	5	0	0	5	0	0	0	0	3	5	1
8	Coastal Water Quality	5	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Identification and Tracking of Maritime...	5	3	3	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	Shallow Water Benthic Ecosystem	0	1	0	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0	5	5	0
11	Carbon Dioxide Flux	0	3	3	0	0	1	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0
12	Wildfire / Disaster: Real-time Comm.	5	1	1	5	5	0	1	3	0	0	5	0	0	0	1	0
13	Wildfire/Disaster: Predict, Measure ...	5	3	3	5	5	0	1	0	3	0	5	0	0	0	3	0
14	Wildfire: Fire Retardant Application	5	5	0	5	3	3	5	1	3	0	5	0	0	5	0	0
15	Wildfire/Disaster: Reducing Risk to Resp.	0	1	0	5	5	5	0	0	3	0	3	0	0	0	5	0
16	Wildfire/Disaster: Pre- and Post-Event...	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Anexo V – Plan general del proyecto





Anexo VI – Crowdsourcing organizado por el US DoD

http://www.uavforge.net/uavhtml/



The screenshot shows the UAVForge website interface. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Milestone Videos, How It Works, Forums, PMs, and Teams. Below this is a large banner area with a video player and a text block. The text block contains a thank-you message to participants and mentions that no team completed the baseline scenario. Below the banner is a row of nine small images representing different UAV teams: AeroQuad, ATMOS, DHAKSHA, Extractor X, GremLion, HALO, NAVY EOD, Phase Analytic, and SwiftSight. Below the images is a map titled 'UAVForge Fly-Off Competition' showing a flight path with markers for LZ, ROC, COW, MOUT, and AB Start. At the bottom is a table with the following data:

	Baseline	Pass	Advanced	Build	Cost	Score
	Date of Attempts (Click date for detail)	Did team complete Baseline?	Date of Attempts (Click date for detail)	NWUAV Assessment (30 pnts possible)	Est. cost to build each UAV (USD)	Final
AEROQUAD	5/11, 5/12	--	5/12	25	\$3,979	39.1
ATMOS	5/14, 5/16, 5/16, 5/19, 5/20	--	5/16	24	\$4,960	37.3
DHAKSHA	5/16, 5/19, 5/20	--	5/19	16	\$--,---	31.5
EXTRACTOR X	5/16, 5/18, 5/19	--	--	23	\$2,081	32.0
GREMLION	5/14, 5/16	--	--	14	\$--,---	19.2
HALO	5/14, 5/15, 5/15, 5/18	--	5/12, 5/15	27	\$9,487	47.7
NAVYEOD	5/14, 5/16, 5/16, 5/18, 5/19	--	--	25	\$9,375	36.5
PHASE ANALYTIC	5/11, 5/13, 5/15	--	--	25	\$2,398	30.5
SWIFTSIGHT	5/11, 5/13, 5/15, 5/15	--	5/15	23	\$4,119	37.3

Sunday May 20, 2012

Sunday May 20, 2012
Last day with teams on-site. ATMOS and DHAKSHA fly their last baseline attempts.

Team ATMOS (Baseline)

08:00 - Start setup; team intends baseline scenario using two UAVs in fully autonomous operations without video

09:33 - First UAV Airborne

09:37 - Second UAV Airborne

09:39 - First UAV circling over the MOUT; second UAV passing the COW

09:40 - First UAV down by shipping containers across from city hall

09:41 - Second UAV circling over the MOUT

09:43 - Second UAV down in the lake northeast of the MOUT



10:05 - Both UAVs recovered with the help of fishermen on the lake; cease operations

Judges Scorecard

Evaluator	1	2	3	4	5	Average
Obj. 1	4	---	---	---	---	4.0
Obj. 2	4	---	---	---	---	4.0
Obj. 3	3	---	---	---	---	3.0
Obj. 4	1	---	---	---	---	1.0
Obj. 5	0	---	---	---	---	0.0
Obj. 6	0	---	---	---	---	0.0
Total	12	---	---	---	---	12.0

Notes: Team has two UAVs airborne simultaneously, both operating autonomously.

Team DHAKSHA (Baseline)

08:00 - Start setup, pending flight clearance; team intends to test communications before baseline scenario (Team conducts communications test)

09:50 - Resume setup

09:52 - Airborne, transition to forward flight

09:55 - Over MOUT

09:58 - Circling the observation area

10:00 - Lost control communications, UAV in stable hover with video to the ground station; operator en route to MOUT

10:05 - Operator establishes local manual control

10:06 - UAV lands on the bank under local manual control; ground station has video at the LZ

10:09 - Airborne

10:10 - UAV lands on the gas station; lost video; team intends to reposition UAV by hand to restore communications

10:16 - Cease operations due to rain

Judges Scorecard

Evaluator	1	2	3	4	5	Average
Obj. 1	4	---	---	---	---	4.0
Obj. 2	4	---	---	---	---	4.0
Obj. 3	4	---	---	---	---	4.0
Obj. 4	2	---	---	---	---	2.0
Obj. 5	0	---	---	---	---	0.0
Obj. 6	0	---	---	---	---	0.0
Total	14	---	---	---	---	14.0

Notes: For this attempt the team employs two antennae mounted to the man-lift approximately 75 feet above the ground. UAV transmits video from perch position in observation area to GCS at LZ.