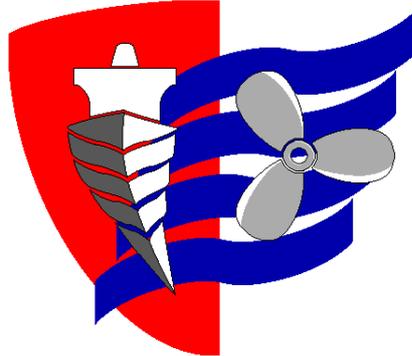


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

**INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN
BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO
MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN
DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR**

**UAS SYSTEM INTEGRATION IN A POLYVALENT
SEARCH AND RESCUE SHIP EXPANDING ITS
UAV'S FIELD OF VIEW WITH EO/IR CAMERAS**

Para acceder al Título de Máster en

INGENIERÍA NÁUTICA Y GESTIÓN MARÍTIMA

Autor: Saúl Salinas Cubero

Director: Dr. Ernesto Madariaga Domínguez

Julio – 2015

Quiero expresar mi agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que me han ayudado a que este Trabajo Fin de Máster, llegue a buen puerto:

A la Universidad de Cantabria, especialmente a la Escuela Técnica Superior de Náutica, por haberme dado la oportunidad de cursar este Máster.

A mi director, Dr. Ernesto Madariaga Domínguez, por su disponibilidad, implicación, compromiso y paciencia durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Máster. Gracias por sus siempre atentas y rápidas respuestas.

A mis compañeros de Máster en Ingeniería Náutica y Gestión Marítima, dispersos por el mundo, por hacer de todo el grupo una gran familia. En especial a Jesús, Antonio y Ramón.

A la empresa ARGOS IDIS, S.L., especialmente a D. Juan Cagigas Domínguez, por su generosidad y dedicación desinteresada en este proyecto.

A mi amigo, D. Santiago García Sollet, por su apoyo, aportación y sobre todo, por su amistad.

A los capitanes, D. Juan Beltrán Planas y D. Manuel A. García Pascual, por su contribución profesional, personal, por las enseñanzas y por el día a día.

A Dña. Ana Trueba Canal, por brindarme sus conocimientos.

Al Capitán y buen amigo, D. Javier Lamelas Olarán, por todo lo que ha significado en mi vida, por su apoyo, su tiempo y sus valiosos consejos.

A mis amigos, que han sabido respetar durante este tiempo mis horas de aislamiento.

A Belén, por su estimable comprensión, dedicación y apoyo.

A mis padres. y a mi hermana, Sandra, por quererme tan bien.

RESUMEN	6
PALABRAS CLAVE	6
ABSTRACT	6
KEYWORDS	7
ABREVIATURAS EMPLEADAS	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.1. UAV, VANT Y AUS	12
1.1.2. RPA y RPAS.....	12
1.1.3. DRON.....	12
1.2. PLANTEAMIENTO	13
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	17
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.2. DESPUNTE TECNOLÓGICO DE LOS DRONES	18
2.2.1. LOS PRIMEROS PASOS	20
2.2.2. PRIMERA GUERRA MUNDIAL	21
2.2.3. LOS SISTEMAS EN LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL	21
2.2.4. LOS AÑOS 50	22
2.2.5. LA GUERRA FRÍA.....	22
2.2.6. LA DÉCADA DE LOS 90 Y LA ACCESIBILIDAD AL GPS	23
2.2.7. SIGLO XXI.....	23
2.3. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA EN ESPAÑA.....	24
2.3.1. SOCIEDAD DE SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA DESDE 1992 HASTA 2009.....	25
2.3.2. PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALVAMENTO 2010 – 2018 ...	28
2.3.3. SASEMAR EN LA ACTUALIDAD.....	29
2.4. MANUAL IAMSAR	31
CAPÍTULO III: OBJETIVOS	33
3.1. OBJETIVOS	34
3.1.1. OBJETIVOS FUNDAMENTALES	34
3.1.2. OBJETIVOS METODOLÓGICOS	35

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	36
4.1. METODOLOGÍA.....	37
4.1.1. EL BUQUE POLIVALENTE DE SASEMAR “DON INDA”.....	37
4.1.2. EI UAS (UNMANNED AERIAL SYSTEM)	40
4.1.2.1. EL UAV O VANT	42
4.1.2.2. LA ESTACIÓN DE CONTROL EN EL BARCO.....	44
4.1.2.3. LA PLATAFORMA DE LANZAMIENTO Y LA RECUPERACIÓN DEL EQUIPO	44
4.1.3. IAMSAR.....	44
4.1.3.1. IAMSAR VOLUMEN 1	45
4.1.3.2. IAMSAR VOLUMEN 2	45
4.1.3.3. IAMSAR VOLUMEN 3	46
4.1.3.4. ELEMENTOS DE COORDINACION EN OPERACIONES SAR ...	46
4.1.3.4.1. COORDINADORES SAR (CS).....	47
4.1.3.4.2. LOS COORDINADORES DE MISIÓN SAR (CMS)	47
4.1.3.4.3. EL COORDINADOR EN EL LUGAR DEL SINIESTRO (CLS) 47	
4.1.3.4.4. COA (COORDINADOR DE AERONAVES)	48
4.1.3.5. FASES DE UNA OPERACIÓN SAR	48
4.1.3.5.1. CONOCIMIENTO DEL INCIDENTE	48
4.1.3.5.2. ACCION INICIAL.....	48
4.1.3.5.3. ETAPA DE PLANIFICACIÓN	49
4.1.3.5.4. ETAPA DE OPERACIÓN	49
4.1.3.5.5. ETAPA FINAL	49
4.1.3.6. PLAN DE ACCIÓN	49
 CAPÍTULO V: INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE DE SALVAMENTO MARÍTIMO	 51
5.1. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA UAS EN UN BUQUE DE SALVAMENTO MARÍTIMO.....	52
5.1.1. DESARROLLO DE UNA OPERACIÓN SAR CON UN SISTEMA UAS 53	
5.1.1.1. PLANIFICACIÓN.....	54
5.1.1.2. PREPARACIÓN	54
5.1.1.3. OPERACIÓN DE BÚSQUEDA.....	55
5.1.1.4. FINALIZACIÓN	56
5.1.1.5. FUJOGRAMA DE LAS OPERACIONES SAR	56
5.2. LA ADAPTACIÓN DEL UAV PARA AMPLIAR SU CAMPO VISUAL CON VARIAS CÁMARAS “IR” ALINEADAS ENTRE SÍ	57
5.2.1. ÓPTICA EMPLEADA	57
5.2.2. CONFIGURACIÓN DE LA ÓPTICA DEL UAV	59

5.2.3. LA SIMULACIÓN DE PLAN DE VUELO CON BARRIDO PARALELO Y EN CUADRADO EXPANSIVO CON CÁMARAS IR.....	61
5.2.4. LA CONFIGURACION DEL UAV CON CAMARAS EO.....	64
5.3. LOS COSTES DE ESTE EQUIPO.....	64
CONCLUSIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXO I: USO DE UAS EN LABORES DE PROTECCIÓN MARÍTIMAS EN EL MARCO DE LA OPERACIÓN ATALANTA.....	72
ANEXO II: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE EL BUQUE POLIVALENTE DE SASEMAR “DON INDA” Y EL SISTEMA UAS PENGUIN C DE “UAF FACTORY”	78
ANEXO III: ESPECIFICACIONES DE LAS CÁMARAS UTILIZADAS EN EL UAV .91	

RESUMEN:

Este Trabajo Fin de Máster, titulado “**INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR**” es un trabajo académico que focaliza la herramienta tecnológica UAS (Unmanned Aerial System o Sistema Aéreo no Tripulado) integrándola en el equipo de búsqueda y rescate de un buque polivalente de salvamento marítimo. Los drones han sufrido una gran evolución desde el primer planeador no tripulado de Cayley hasta los actuales sistemas UAS, como el ScanEagle utilizado actualmente por la Armada Española. Paralelamente, el salvamento marítimo en España también ha sufrido una gran transformación desde la aparición de la SESN (Sociedad Española de Salvamento de Náufragos) hasta la actual SASEMAR. (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima). Para aumentar las posibilidades de éxito en las misiones de salvamento marítimo, se propone un método que integre un sistema UAS en el buque polivalente de lucha contra la contaminación, salvamento y rescate, “Don Inda”, y también se propone el desarrollo de un sistema innovador, ampliando el campo visual del UAV (Unmanned Aerial Vehicle o Vehículo Aéreo no Tripulado) con cámaras EO/IR para labores de búsqueda y vigilancia en una operación SAR (Búsqueda y Rescate).

PALABRAS CLAVE: Seguridad Marítima, Salvamento y Rescate Marítimo (SAR), Sistema Aéreo No Tripulado (UAS), Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT), Dron.

ABSTRACT:

This Final Master Project, entitled "**UAS SYSTEM INTEGRATION IN A POLYVALENT SEARCH AND RESCUE SHIP EXPANDING ITS UAV'S FIELD OF VIEW WITH EO/IR CAMERAS**" is an academic task that approximates the UAS technological tool (Unmanned Aerial System) integrating in the search and rescue equipment of a polyvalent vessel for maritime rescue. The drones have suffered a big evolution since the first Cayley unmanned planner until the present UAS systems, such as ScanEagle actually used by the Spanish Navy. In parallel, the maritime rescue in Spain has also undergone a great transformation since the emergence of the SESN (Sociedad Española de Salvamento de Náufragos) until SASEMAR (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima). To increase the chances of maritime

rescue missions, a UAS system in the multipurpose vessel for pollution fighting and search and rescue of “Don Inda” is a method that has been integrated. Furthermore, the development of an innovative system has also been proposed, which expands the UAV (Unmanned Aerial Vehicle) field of view with EO/IR cameras for searching and watching in a SAR operation (Search and Rescue).

KEYWORDS: Maritime Safety, Maritime Search and Rescue (SAR), Unmanned Aerial System (UAS), Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Drone.

ABREVIATURAS EMPLEADAS.

AOO: Área de Operaciones.

BTT: Basic Training Target.

CCS: Centros de Coordinación de Salvamento.

CESEMI: Centro de Seguridad Marítima Integral.

CLS: Coordinador en el lugar del Siniestro.

CMS: Coordinador de Misión SAR.

CNCS: Centro de Coordinación Nacional de Salvamento.

COA: Coordinador de Aeronaves.

COVAN: Centro de Operaciones y Vigilancia Marítima.

CRCS: Centros Regionales de Coordinación de Salvamento.

CS: Coordinador SAR.

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

DASH: Drone Anti-Submarine Helicopter.

EO: Electro-Optical.

HALE: High Altitude Long Endurance.

IAMSAR: Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos de
Búsqueda y Salvamento.

IR: Infrared.

MALE: Medium Altitude Long Endurance.

MERSAR: Merchant Ship Search and Rescue Manual.

MOU: Memorandum de Paris.

MRCC: Maritime Rescue Coordination Center.

NAVTEX: Navigational Text Messages.

NCAGS: Naval Cooperation and Guidance for Shipping.

NSP: National Search and Rescue Plan.

NSS: National Search and Rescue Supplement.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

OMI: Organización Marítima Internacional.

OMI: Organización Marítima Internacional.

OSC: On Scene Commander.

RCC: Rescue Coordination Centre

RSC: Rescue Sub-centre

RPA: Remotely Piloted Aircraft.

RPAS: Remotely Piloted Aircraft System.

SAR: Search and Rescue.

SASEMAR: Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima.

SENS: Sociedad Española de Salvamento de Náufragos.

SEVIMAR: Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar.

SOLAS: Safety of Life at Sea.

UAS: Unmanned Aerial System.

UAV: Unmanned Aerial Vehicle.

UVSE: Unidad de Voluntarios de Socorro y Emergencias.

VTOL: Vertical Take-Off and Landing.

VTS: Vessel Traffic Service.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN.

Este Trabajo Fin de Máster, titulado “**INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR**” es un trabajo académico que aproxima la herramienta tecnológica UAS (Unmanned Aerial System o Sistema Aéreo no Tripulado) integrándola en el equipo de búsqueda y rescate de un buque polivalente de salvamento marítimo. En España, este tipo de buques polivalentes prestan su servicio en SASEMAR (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima) como de lucha contra la contaminación, salvamento y rescate (polivalencia de utilidad marítima). Son buques que están equipados con sistemas capaces de realizar labores de búsqueda y rescate (SAR), de control y extinción de incendios, de prevención y limpieza de la contaminación marítima.

El desarrollo de nuevos sistemas técnicos (hardware y software cada vez más rápidos, eficaces y más económicos), como el de la telecomunicación, la propulsión o la aerodinámica, ha permitido que los UAS (Unmanned Aerial System) puedan realizar vuelos en condiciones meteorológicas menos favorables, recorrer distancias más largas, incrementar su autonomía y transportar cargas más pesadas. Al equipar un barco polivalente con un sistema y con un aparato de última generación de vuelo autónomo, integramos en el buque una nueva y potente herramienta para poder desarrollar con mayor eficacia las labores marítimas que le sean encomendadas, sobre todo en misiones nocturnas o en condiciones de poca visibilidad.

La aplicación de estos ingenios, se puede trasladar a campos de actividad tan diversos como la geografía, el medio ambiente, la geología, la construcción, el control y análisis de multitudes, las operaciones de búsqueda y rescate y así una gran cantidad de aplicaciones que día a día crecen sin parar.

Lo primero, es definir qué son y en qué se diferencian un UAV o VANT, un UAS, un RPA, un RPAS y un dron ya que aparecerán continuamente a lo largo de este trabajo.

1.1.1. UAV, VANT Y AUS.

Un UAV¹ (Unmanned Aerial Vehicle) se refiere a la plataforma de vuelo que es el aparato en sí, mientras un UAS² (Unmanned Aerial System) trata el sistema completo, es decir, incluye no solo el segmento aéreo sino también el enlace de comunicaciones y la estación de tierra. En ambos casos *unmanned* se traduce como no tripulado, por lo tanto ambos incluyen cualquier aeronave o sistema en que el piloto no esté físicamente a bordo (AERPAS 2014). En España, a los UAV también se les denomina con las siglas VANT (Vehículo Aéreo no Tripulado). La década de los 90 fue un momento de fuerte desarrollo de los sistemas no tripulados gracias a que EEUU facilitó la accesibilidad al sistema GPS³. Es en esta década precisamente cuando se hizo conocida la denominación de UAV y UAS (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

1.1.2. RPA y RPAS.

Al igual que en el caso anterior, RPA (Remotely Piloted Aircraft) y RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) distingue entre la plataforma y el sistema. La principal diferencia con los UAS es que en el caso de los RPAS, existe un piloto que lo controla remotamente (AERPAS 2014). Hay cierto sector de usuarios de esta tecnología que no tiene en cuenta esta diferencia argumentando que en el caso de los UAS aunque no exista un piloto controlando el aparato, tiene que haber una persona monitorizando el sistema por si surge cualquier imprevisto tomar el control y para estos usuarios eso también es un piloto.

1.1.3. DRON.

En la lengua castellana se utiliza el término dron y en inglés *drone* que se traduce como zángano. Tiene origen militar como se expone en el capítulo anterior. Es el nombre más popular y el más utilizado por la prensa no especializada. Hoy en día, podemos encontrar drones de todas clases en tiendas especializadas, jugueterías e incluso centros comerciales donde venden productos electrónicos de todas clases. Esta tecnología puede ser adquirida por cualquiera y hasta el 4 de julio del 2014, no tenía una clara

¹ VANT: Vehículo Aéreo no tripulado

² Sistema Aéreo no Tripulado

³ El sistema GPS, que funciona mediante la Agencia de Inteligencia Geoespacial de los Estados Unidos de Norteamérica, solo tiene difundida la señal Global para el público en general con la introducción de errores que van del rango de 5 al 25% de afinidad en el caso de latitud y longitud y con un desfase de hasta un 100% en el caso de la altitud.

regulación legal en España.

“... , dron es un término popular, en desuso para el personal especializado en la tecnología que prefiere utilizar apelativos más específicos. Dentro de éstos, se distingue entre la plataforma de vuelo (aeronave) y el sistema completo. Asimismo se distingue el caso en que hay un piloto remoto (RPA, RPAS) de los casos en los que no lo hay, es decir en los que el vuelo, o alguna de sus partes, se producen de forma totalmente automática sin supervisión humana. Por tanto, todos los RPAS son UAS, pero no todos los UAS son RPAS” (AERPAS 2014).

1.2. PLANTEAMIENTO.

Este Trabajo Fin de Máster, titulado **“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR”** pretende dotar de una nueva herramienta muy útil, el UAS, a los procedimientos actuales de búsqueda y rescate de personas y embarcaciones en el mar. El UAS se colocará hipotéticamente en un buque polivalente de salvamento y lucha contra la contaminación. Con la ayuda de la empresa especializada Argos IDI, S.L. se ha adaptado un UAV específico, equipándolo con un innovador sistema de visión EO/IR⁴.

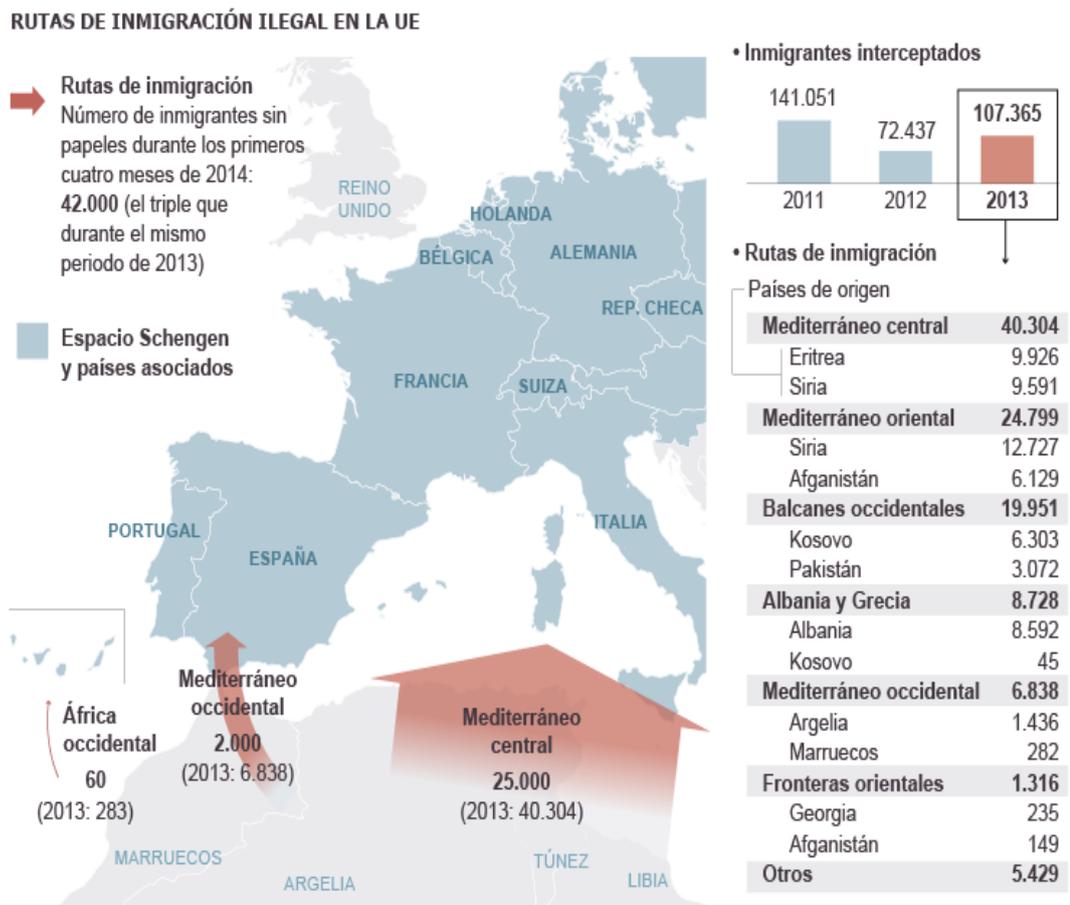
Nafragios, embarcaciones a la deriva, hombre al agua, son situaciones de peligro que se producen constantemente en el mar. Con el paso de los años y el avance de la tecnología se han ido incorporando diferentes sistemas e ingenios para preservar la seguridad de la vida humana en el mar. Por eso, la incorporación de estos nuevos sistemas no tripulados y su abaratamiento, puede suponer otra ventaja más a las ya existentes

Semana tras semana, los medios de comunicación informan sobre rescates de personas en alta mar, naufragios de balsas pobremente pertrechadas y sobrecargadas, buques mercantes y pesqueros tripulados ilegalmente con cientos de personas a bordo en condiciones infrahumanas. Como por ejemplo este caso real publicado en el diario El País el 10 de Diciembre *“El buque oceanográfico Sarmiento de Gamboa, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha rescatado en la*

⁴ Electro Optical / Infrared

tarde de este martes a 194 refugiados sirios que se encontraban a bordo de una barcaza a la deriva en el Mediterráneo, en aguas entre Sicilia y Grecia, según ha confirmado el coordinador del CSIC en Roma, Fernando García Sanz” (Ordaz 2014). O el aún más reciente y con un final trágico publicado en el diario El Mundo en abril de 2015 “Un barco pesquero con alrededor de 700 personas ha naufragado esta noche en el Canal de Sicilia, a 60 millas al norte de la costa de Libia y a 120 al sur de Lampedusa” (Bernabé 2015).

Ilustración 1: Flujo de inmigración ilegal en la UE.

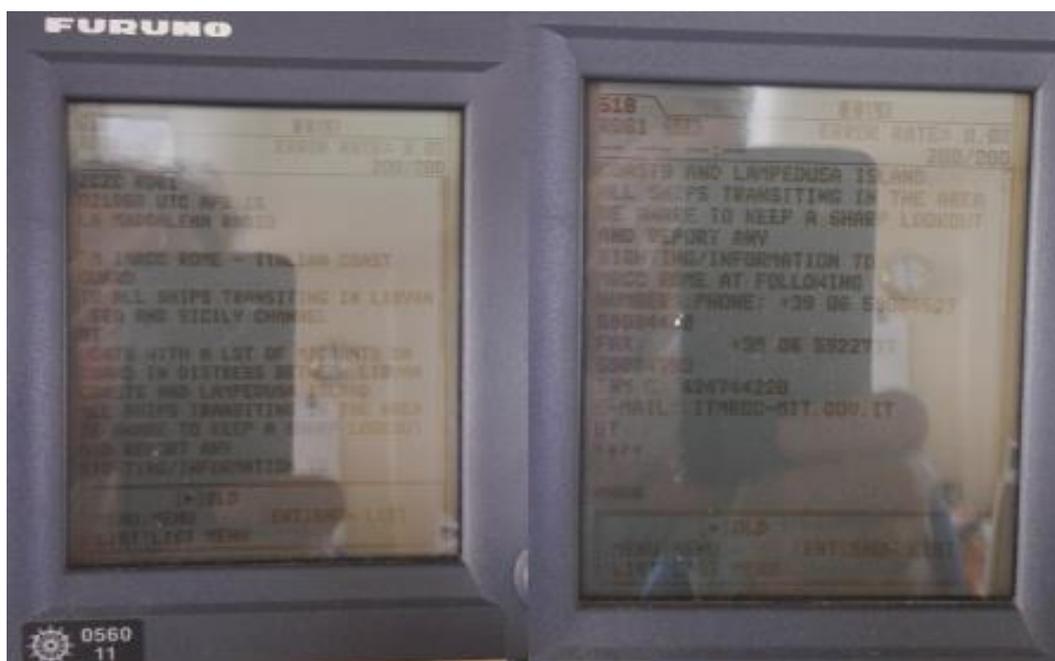


Fuente: (Avellán L, Casqueiro J 2014).

Actualmente en el Mediterráneo se está produciendo un fenómeno migratorio ilegal, potenciado por la proliferación de mafias que lanzan embarcaciones repletas de inmigrantes hacia las costas Europeas. Esto se ha convertido en un verdadero problema para los países receptores del Mediterráneo, siendo Italia, Grecia y España los más afectados por esta situación. En el ilustración 1 se puede observar el flujo de inmigrantes que cruzan el Mediterráneo publicado por Frontex y recogido por el diario El País en Mayo del 2014 en un artículo de (Avellán L, Casqueiro J 2014).

Pero no solo en prensa se recogen estos avisos de situaciones de emergencia. En el NAVTEX (Navigational Text Messages), se reciben avisos con mucha frecuencia, pidiendo a las embarcaciones próximas a los lugares de las desapariciones, que extremen la vigilancia, para poder encontrar a tiempo a estas embarcaciones. A continuación se muestra el mensaje NAVTEX recibido el día 2 de abril de 2015 en el buque Gran Canaria Car, alertando de la presencia de embarcaciones con muchos inmigrantes en situación de peligro entre la costa de Libia y la isla de Lampedusa.

Ilustración 2: Aviso navtex recibido a bordo del buque Gran Canaria Car.



Fuente: Autor.

La situación de hombre al agua es una de más graves que se pueden dar a bordo de un buque, la tripulación puede darse cuenta al momento de esta pérdida o sin embargo pasar tiempo hasta que se percata del problema siendo escasas las posibilidades de recuperar con vida al naufrago en muchos casos. A continuación mostramos un ejemplo real de un mensaje de hombre al agua recibido a través del NAVTEX el día 6 de abril de 2015 en el buque Gran Canaria Car.

Ilustración 3: Aviso NAVTEX recibido a buque Gran Canaria Car.

Fuente: Autor.

Pero esta situación de hombre al agua no solo se produce a bordo de embarcaciones. Todos los años aparecen en prensa diversos sucesos de personas que han caído al agua desde la costa por diferentes circunstancias como por ejemplo la noticia publicada en abril de 2015 *“Desaparece un hombre cuando cogía percebes cerca del puente del diablo”* (Arminio J.I. 2015).

Otra de las situaciones de emergencia en el mar más usuales y lamentablemente demasiado frecuentes es la de embarcaciones a la deriva que no pueden ser localizadas, ya sea por carecer de equipos para ello, por averías, vuelcos u otros motivos. Como ejemplo, la noticia publicada en el diario El País a principios de abril *“Un hombre sobrevive 66 días en un barco sin gobierno frente a Carolina del Norte fue rescatado por un carguero que lo encontró en el casco volcado de su velero”* (Pereda C.F. 2015).

La localización de estas embarcaciones y el rescate de estas personas, ponen en riesgo a diario la vida de muchos profesionales, que sin dudar, intentan salvar el mayor número de vidas posibles. Todo esto supone un gasto enorme en recursos navales, aéreos y terrestres. Con la incorporación de los UAS a las labores de búsqueda y rescate dotaríamos a los profesionales que las realizan de una herramienta más resultando muy eficaz y muy eficiente.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.

2.1. ANTECEDENTES.

Desde un punto de vista histórico, este Trabajo Fin de Máster, titulado **“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR”** tratará de analizar la evolución de los drones desde sus orígenes hasta la actualidad. Estos sistemas, han demostrado a lo largo de la historia, en el terreno militar y en la última década también en el campo civil, cómo pueden ayudar al ser humano de una forma eficaz y eficiente a desarrollar aquellas labores para las que han sido configurados. También la búsqueda y salvamento de personas en el mar ha sufrido una evolución vertiginosa y sobre todo muy positiva. Desde finales del siglo XIX hasta nuestros días se ha realizado un gran esfuerzo para mejorar los sistemas SAR en España desde la antigua SENS (Sociedad Española de Salvamento de Náufragos) hasta la actual SASEMAR (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima). Como el UAS⁵ (Unmanned Aerial System) se va a utilizar para la realización de misiones de búsqueda y el buque en el que se implantará es de salvamento y además pertenece a SASEMAR, se dará una reseña histórica de esta evolución desde la creación de la SESN hasta nuestros días. Además es muy importante para los servicios aeronavales de búsqueda y rescate el uso del manual IAMSAR (Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos de Búsqueda y Salvamento) que recoge la organización, la gestión, la coordinación y los medios móviles en operaciones SAR. Para poder desarrollar el caso práctico, se utilizará este manual como herramienta y por este motivo se mostrará cuál es el origen de este manual.

2.2. DESPUNTE TECNOLÓGICO DE LOS DRONES.

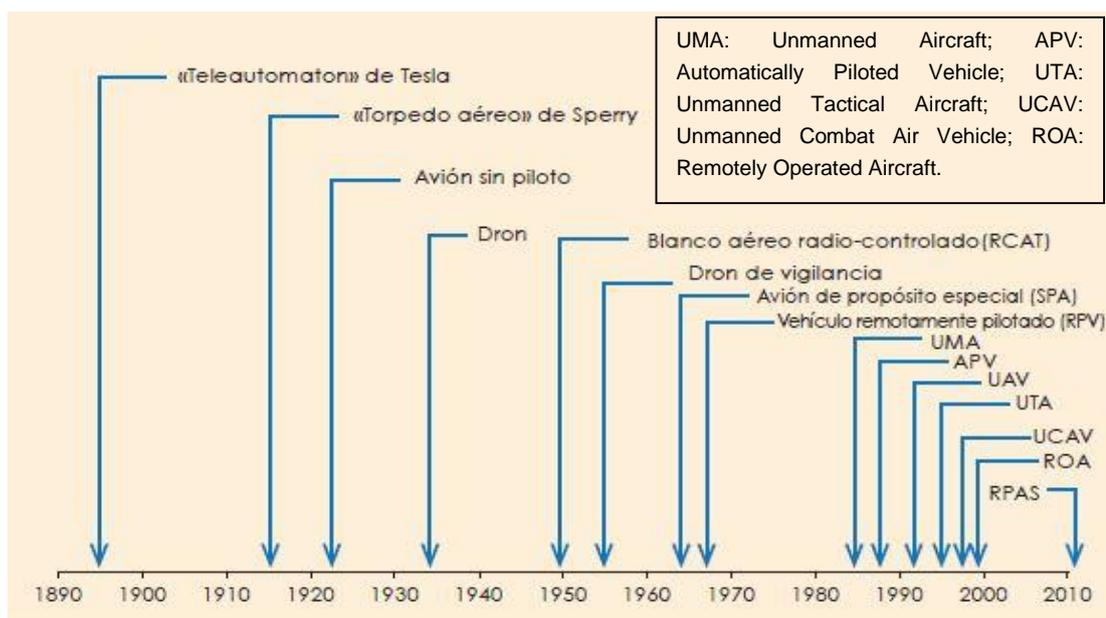
La primera constancia histórica que se conoce de la utilización de plataformas aéreas no tripuladas dirigidas a distancia por la mano del hombre fue en el año 1849, el día 22 de agosto en la batalla de Austria contra Venecia. El ejército austriaco uso en esta batalla naval contra Venecia globos cargados con explosivos. Estos globos se lanzaron desde uno de los barcos austriacos llamado Vulcano. Un pequeño número de estos globos funcionó tal como se había planteado, pero estos ingenios, dependían del viento y la mayor parte de los globos se desviaron grandes distancias. Incluso volaron de vuelta a los

⁵ Sistema Aéreo no Tripulado

barcos de la armada austriaca, lo que ocasionó grandes problemas en las operaciones navales austriacas. Los globos explotaban una vez estaban sobre la ciudad activados mediante un sistema que se activaba con una batería galvánica con un hilo de cobre aislado. Los explosivos caían verticalmente tras desinflarse el globo y explotaban. Aunque los globos no concuerdan con la definición actual que le damos a los drones/UAV, el concepto si se ajusta al de “plataforma no tripulada que porta una carga útil, en este caso explosivos” (Mundo Drone 2014).

En la historia los drones han aparecido como ingenio militar. Con el paso de los años estos aparatos llegaron al mundo civil y actualmente se utilizan en campos muy diversos. En un principio comenzaron como aeromodelos deportivos “aeromodelismo”. Los aeromodelos no son aeronaves por lo que no están sometidos a normas aeronáuticas generales, con la excepción de la prohibición de volar en zonas pobladas o cerca de aeropuertos. Solo pueden estar equipados con elementos para la práctica del aeromodelismo y no podrán utilizar hélices metálicas. Su límite será 150 metros de altura y no lo pueden hacer a una distancia mayor a los 750 metros del aeromodelista. En función del país y de su legislación las limitaciones en la distancia de vuelo con respecto al piloto de los aeromodelos varían (Vassallo 2014).

Ilustración 4: Cronología de los nombres aplicados a las aeronaves robóticas.



Fuente: (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

La aviación no tripulada, comenzó con prototipos construidos y operados por inventores como Cody, Cayley, Chanute, entre otros adelantados de la aeronáutica. Estos prototipos, fueron bancos de prueba que sirvieron para desarrollar mayores aeronaves tripuladas. Por lo tanto, se puede pensar que estos inventores fueron los precursores de la aviación tripulada (Esteban J.I., Cuerno C. 2015). En la ilustración 4, se puede observar la evolución cronológica que se les ha dado a las aeronaves no tripuladas.

2.2.1. LOS PRIMEROS PASOS.

En la Tabla 1, se puede observar como ya desde principios del siglo XIX, con el primer planeador sin piloto diseñado por el ingeniero británico George Cayley, comienza la carrera por la conquista del cielo y la evolución de la tecnología dron da sus primeros pasos. Al igual que en los Estados Unidos, fue la Segunda Guerra Mundial la que estimuló el desarrollo y el uso en Europa de aviones blanco no tripulados y de vehículos aéreos no tripulados de reconocimiento.

Tabla 1: Primeros vuelos sostenidos conocidos en diversas naciones.

PAÍS	PLANEADOR NO TRIPULADO	PLANEADOR TRIPULADO	AVIÓN NO TRIPULADO	AVIÓN TRIPULADO
Inglaterra	Cayley, 1809	Cayley, 1849	Cody, 1907	Cody, 1908
Francia		Ferber, 1901	Du Temple, 1857	Santos-Dumont, 1906
Alemania		Lilienthal, 1891		
Japón		LePrieur/Aibara, 1909	Ninomiya, 1891	Nagahara, 1911
Rusia				Rossinsky, 1910
Estados Unidos		Chanute, 1896	Langley, 1896	Hnos. Wright, 1903

Fuente: (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

El primer intento por controlar un dispositivo por control remoto fue por parte de Nikola Tesla, El desarrollo comercial de estas aeronaves se aleja de la concepción que tenía Tesla, que por otra parte fue el padre de los misiles crucero y las aeronaves no tripuladas. En 1898, inventó el «Teleautomaton», un ingenio naval que permitía avanzar, pararse, ir a derecha o izquierda y hacer pestañear sus luces al tiempo que enviaba diferentes frecuencias de radio (Esteban J.I., Cuerno C. 2015). También hay que destacar la labor del visionario inventor, marino y especialista en electricidad Isaac Peral. Diseñó el primer submarino torpedero de la historia. En junio de 1890, el submarino de Peral lanzó el primer torpedo de la historia disparado con éxito, desde el

submarino en inmersión que diseñó (Granados Porcel 2010).

2.2.2. PRIMERA GUERRA MUNDIAL.

Durante la Primera Guerra Mundial, la aviación sufrió un veloz desarrollo, la primera aeronave no tripulada usada como blanco diana fue la Aerial Target en el año 1916. *“El desarrollo de los drones fue de la mano de los misiles como forma de guiar los explosivos hacia un objetivo mediante el seguimiento de este”* (Mundo Drone 2014). Se puede decir que el Hewitt-Sperry Automatic Airplane fue el primero de estos aparatos.

En 1915, Peter Cooper Hewitt, inventor de sistemas eléctricos de iluminación, contactó con Sperry para continuar con las teorías de Tesla, utilizando como base el dispositivo diseñado por Sperry. En 1916, el Hewitt-Sperry Automatic Airplane, que fue el ingenio diseñado por Sperry para guiar un avión hizo su primera demostración. El *“piloto despegaba antes de enganchar el autopiloto. Después el avión volaba un trayecto programado y picaba. El piloto recuperaba el avión en dicho momento y regresaba al aeródromo. En 1917, la US Navy financió la idea y entregó cinco hidroaviones Curtiss N-9 para llevar a cabo la experiencia”* (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

Tras la Primera Guerra Mundial, varias aeronaves fueron transformadas en drones y utilizadas como blanco en Gran Bretaña y EEUU. Según el artículo publicado en la página web Mundo Drone, la palabra *drone* podría derivar de la deformación de Queen Bee del biplano de entrenamiento DH.82B Queen Bee. En este artículo, se recuerda a Reginald L. Denny que fundó en 1934, la empresa Reginald Denny Industries.

En 1935, había una tienda en Hollywood Boulevard llamada Reginald Denny Hobby Shop en la que vendía entre otros, un avión radio controlado, el Dennyplane Jr. En 1939, el ejército compró 53 unidades de un prototipo que estaba desarrollando, el RP4 conocido como QQ-1. Este modelo permitía realizar prácticas de tiro con aviones a escala (Mundo Drone 2014).

2.2.3. LOS SISTEMAS EN LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.

Durante la Segunda Guerra Mundial, tanto EEUU como Gran Bretaña utilizaron miles de aeronaves radio controladas para realizar prácticas de tiro contribuyendo así a un rápido desarrollo de esta tecnología. Alemania por su

parte creó el primer misil crucero con motor de reacción, el V1 (Vengeance Weapon).

La tecnología de guiado estaba basada en un sistema barométrico que regulaba la velocidad y altura, mientras que para estimar la distancia recorrida utilizaba un anemómetro (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

2.2.4. LOS AÑOS 50.

Tras la Segunda Guerra Mundial, continuó la fabricación de estos blancos radio controlados con el nombre de BTT (Basic Training Target). Los señuelos antirradar fue otra importante aplicación diseñada durante los años 50. Los sistemas «Crossbows» fueron fabricados con tal fin. Se lanzaban desde aviones bombarderos como los B-47 con el fin de engañar a los equipos radar del enemigo. Eran dirigidos desde el avión utilizando imágenes de video y sistemas de radio control (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

2.2.5. LA GUERRA FRÍA.

A partir de La década de los 60, se incorpora en las nuevas aeronaves tecnología a reacción. Se empiezan a utilizar los primeros UAS para misiones de reconocimiento incluyendo además sistemas de grabación de imagen mediante cámaras fotográficas que serían reveladas al regreso a su base. Algunos aparatos fueron equipados con buscadores de radiación y cabezas de guerra anti radar según (Esteban J.I., Cuerno C. 2015). Es en esta época cuando comienza a utilizarse por primera vez una aeronave de ala giratoria como UAV, concretamente el DASH (Drone Anti-Submarine Helicopter) un aparato radio controlado cuya misión era transportar torpedos o cargas nucleares para atacar submarinos enemigos.

Durante las décadas de los 70 y 80, se incrementa el uso de esta tecnología en misiones de reconocimiento al mejorar los sistemas de comunicación, de navegación, así como, el diseño de los drones. Los sistemas con señal de video, los sistemas láser para marcar objetivos y los sensores infrarrojos se incorporan a estos aparatos durante la década de los 70.

2.2.6. LA DÉCADA DE LOS 90 Y LA ACCESIBILIDAD AL GPS.

A partir de los años 90, esta tecnología experimenta un fuerte crecimiento con unos equipos más ligeros y con la incorporación de un sistema de navegación GPS más accesible. Esto permitió a los UAS tener un mayor radio de acción y una mayor exactitud en sus sistemas de vuelo. Con la llegada de estos avances aparece una nueva clasificación para estos aparatos: el MALE (Medium Altitude Long Endurance) y el HALE (High Altitude Long Endurance). Estas aeronaves equipadas con sensores EO/IR (visibles e infrarrojos) o con radares de apertura sintética demostraron su eficacia durante esta década en misiones de reconocimiento. *“Esta década también fue testigo del desarrollo e introducción en Japón del primer modelo de producción a gran escala de un VTOL (Vertical Take-Off and Landing; aeronave de despegue y aterrizaje vertical): el Yamaha R50, y su modelo mayor, el R.Max. Este sistema ha sido muy usado para la siembra de campos de arroz y la fumigación, y ha sido un éxito no solo por su eficacia en su misión sino también por la colaboración con las autoridades reguladoras, las cuales han facilitado su puesta en operación. Aproximadamente se han llegado a fabricar unos 1.500 sistemas hasta la fecha”* (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

2.2.7. SIGLO XXI.

En la primera década del siglo XXI, la utilización de estos equipos en operaciones militares se ha incrementado de manera notable, no solo limitándose su uso a misiones de reconocimiento sino que además han incorporado sistemas de armamento para una intervención puntual en caso de ser necesario. Con el uso de estos aparatos y las imágenes en tiempo real que envían al centro de control se obtiene información que se analiza para tomar una decisión a la hora de realizar un ataque táctico en el momento. Es también en esta década cuando, con el objetivo de utilizarlos también en el ámbito civil de una forma más frecuente, las autoridades se enfrentan a un problema: asegurar el espacio aéreo. Por ello durante este periodo del siglo XXI, no han experimentado un crecimiento mayor en el uso civil. *“Por otro lado, las operaciones civiles, aunque potencialmente más diversas que las militares, no han llegado aún a dar frutos debido a la dificultad existente para asegurar la separación entre las aeronaves tripuladas y las no tripuladas”* (Esteban J.I., Cuerno C. 2015).

En la segunda década del siglo XXI, el uso militar y civil de estos

aparatos marca su evolución. El creciente interés de la comunidad científica, las empresas comerciales y las entidades públicas entre otras, emplean estos sistemas como herramientas de trabajo y buscan en esta tecnología nuevos usos impulsando el desarrollo de estos ingenios.

2.3. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA EN ESPAÑA.

Si buscamos los antecedentes del servicio de salvamento en España, se tiene constancia que en el siglo XVIII, existió a orillas del Guadalquivir el sevillano Gremio de Salvadores. En 1861, dos capitanes de la Armada Española consiguieron que el ministerio de fomento comprara 7 botes salvavidas autoadrizantes Beeching-Peake aumentando su número a 13 en 1873 y repartiéndose por diversas ciudades españolas. Ese mismo año y como reacción al naufragio del bergantín Buenaventura nace en Santander la primera asociación de Salvamento de Náufragos, de carácter voluntario y humanitario. Otras dos asociaciones nacerían años más tarde: en 1875, la Asociación Filantrópica para “consagrarse individual y colectivamente a los actos de valor, socorro y auxilio” y la Asociación Humanitaria de Salvamento Marítimo de Guipúzcoa en 1879 (Arbex Sánchez J.C. 2008). Hasta 1880, no aparece la primera sociedad de salvamento de índole nacional y en este año cuando nace la SESN (Sociedad Española de Salvamento de Náufragos) que siete años más tarde será declarada de utilidad pública. La SESN estaba dividida en juntas locales y perduraron solo hasta la segunda década del siglo XX.

Después de la Guerra Civil Española, sus competencias fueron absorbidas por la Armada Española hasta el año 1960, siendo la SESN una institución únicamente nominal. En este año, España firma el convenio SOLAS⁶ (Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar). Los pocos medios con los que contaba la SESN y las actuaciones de la armada eran insuficientes para cumplir con los compromisos adquiridos con la firma del convenio. En 1972, se disuelve la SESN y se hace cargo la Cruz Roja del Mar. Años más tarde, en 1979, se celebró la Conferencia Internacional de Búsqueda y Salvamento Marítimo organizada por la OMI (Organización Marítima Internacional) de Naciones Unidas. El objetivo era

⁶ SOLAS (Safety of Life at Sea).

elaborar un plan global SAR (Search and Rescue) que pretendía que los equipos SAR de los países que lo ratificasen fueran capaces de actuar en cualquier lugar de forma coordinada y cooperativa. Al finalizar esta conferencia se redactó el convenio SAR 79, que constaba de 6 capítulos. Con el Convenio SAR 79, se crearon los centros encargados de coordinar las operaciones de salvamento regionales, fueron llamados Maritime Rescue Coordination Center (MRCC) (CCS)⁷, y establecía las pautas de cooperación entre ellos en forma de Red. De la misma igual forma, se ponían los límites de las SAR en el mar de las eran responsables los distintos Estados ribereños que habían ratificado el Convenio. Además aparecía el On Scene Commander (OSC) (CLS)⁸ que era el coordinador y director de una operación SAR en concreto. (Arbex Sánchez J.C. 2008).

En 1985, se celebraron las primeras Jornadas sobre Salvamento Marítimo de San Sebastián cuando España aún no había ratificado el convenio SAR 79. Cuatro años más tarde la Cruz Roja del Mar deja de existir con ese nombre haciéndose cargo de sus bases navales la UVSE (Unidad de Voluntarios de Socorro y Emergencias), a finales de ese mismo año se presenta el Plan Nacional de Salvamento y Lucha Contra la Contaminación que sería dirigido por la Dirección General de la Marina Mercante con un plazo de 6 años. Pretendía crear una red de CRCS (Centros Regionales de Coordinación de Salvamento) para cubrir toda la costa española, también con este plan se pretendía dotar con más medios los recursos de salvamento y mejorar los existentes, además de *“coordinar, mediante acuerdos y convenios de colaboración, a los diferentes organismos que disponían en España de medios humanos y materiales, aptos para realizar tareas SAR y combatir las consecuencias de la contaminación marina”* (Arbex Sánchez J.C. 2008). También se quería formar al personal de coordinación y dirección SAR.

2.3.1. SOCIEDAD DE SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA DESDE 1992 HASTA 2009.

El 14 de noviembre de 1992, se aprobó la Ley 27/1992 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. En su preámbulo se establece la *“Creación de una sociedad estatal denominada “Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima” que asume la prestación de determinados servicios que demandan*

⁷ Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo.

⁸ Coordinador en el Lugar del Siniestro

mayor libertad de gestión, tales como la seguridad y el salvamento marítimo o la lucha contra la contaminación” (Fomento 1992). Gracias a esta ley nace SASEMAR (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima), dependiente del Ministerio de Fomento. En el año 1993 SASEMAR disponía de:

- 33 unidades marítimas repartidas en 11 buques de salvamento.

- 18 salvamares.⁹

- 4 lanchas de limpieza.

- Contaba con 3 unidades aéreas (helicópteros).

- Centro de Seguridad Marítima Integral “Jovellanos”.

- La totalidad de la costa estaba vigilada por radio desde las emisoras costeras y un 20% por radar.

Entre 1994 y 1997, se llevó a cabo el II Plan Nacional de Salvamento que pretendía mejorar la coordinación entre los organismos públicos y privados con servicios SAR, firmar acuerdos de colaboración entre estados limítrofes (Francia, Marruecos, Portugal y Reino Unido), aumentar los recursos materiales y humanos con la adquisición de nuevas embarcaciones así como crear nuevos centros de coordinación y contratar el personal necesario para esta ampliación. También se contempló la posibilidad de contar con aviones de exploración, pero aún faltaba tiempo para su llegada. Para suplir esta carencia se contó con los aviones del Servicio de Búsqueda y Rescate Aéreo del Ejército del Aire (SAR).

Entre 1998 y 2001, tuvo lugar el III Plan Nacional de Salvamento que *“... perseguía introducir un modelo de gestión que se anunciaba como más avanzado, consolidando aquellas estructuras que eran consideradas básicas y reduciendo el coste total del mantenimiento y ampliación del servicio.”* (Arbex Sánchez J.C. 2008). Con cuatro objetivos básicos: El primero, aumentar la coordinación en las actuaciones y recursos de las diferentes administraciones públicas. El segundo, perfeccionar y ampliar los VTS (Vessel Traffic Service). El tercero, la optimización de los medios aéreos y marítimos aumentando su rendimiento y eficacia. El cuarto y último formar al personal.

⁹ Embarcaciones de intervención rápida

Al concluir el III Plan Nacional en el año 2001, contaba con:

- 358 efectivos en los servicios centrales y las 20 CCS¹⁰.
- 14 buques de salvamento 9 tenían régimen de disponibilidad y 5 de exclusividad.
- 38 salvamares siendo 19 de ellas aptas para misiones SAR en mar abierto.
- 5 lanchas de limpieza que terminarían por desaparecer de SASEMAR.
- 5 helicópteros.

En 1999, se elabora una Carta de Puntos Negros con el fin de optimizar los recursos ya existentes: Se señalaban, los lugares en las aguas españolas con más posibilidades de sufrir un accidente relacionado con la contaminación marítima, provocados por barcos mercantes y artefactos flotantes en tránsito, así como las zonas donde se concentraban con mayor frecuencia los accidentes que ponían en peligro vidas humanas (Arbex Sánchez J.C. 2008).

Entre 2002 y 2005, se pone en marcha el IV Plan Nacional de Salvamento con dos objetivos fundamentales que *“la organización SAR española dispusiera de suficiente dotación de medios propios y estableciera mayor coordinación de los medios aeromarítimos y humanos pertenecientes a otras entidades y organismos”* (Arbex Sánchez J.C. 2008). Como resultado de este plan las lanchas de limpieza dejaban de formar parte de SASEMAR, se renovaron las salvamares y se amplió su número hasta 40, también se modernizaron los CCS (Centro de Coordinación de Salvamento) y se incorporó tecnología NAVTEX y AIS.

En 2005, se puso en marcha un Plan Puente antes del V Plan Nacional 2006-2009, como consecuencia de las necesidades que se imponían en el momento por la gran actividad de SASEMAR¹¹, el naufragio del Prestige y el incremento de la inmigración irregular. Así se dotó a SASEMAR de más medios materiales y humanos con dos buques, la construcción de dos unidades más, con mayor tamaño y además, se modernizaban los equipos

¹⁰ Centro de Coordinación de Salvamento

¹¹ Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima

del CCS de Finisterre.

El V Plan Nacional de Salvamento, entre los años 2006 y 2009, pretendía mejorar en materia de prevención con el objetivo de reducir el número de emergencias y de episodios de contaminación, también incorporar nuevos equipos y medios, mejorar los tiempos de respuesta y “*prestar especial atención a sectores de actividad marítima que planteaban riesgos específicos. Las grandes líneas del Plan 2006–2009, se concretaban en una serie de puntos englobados en dos grandes capítulos: prevención y respuesta*” (Arbex Sánchez J.C. 2008).

Al finalizar este plan, se había logrado un incremento del 68 % del número de unidades respecto al 2004, incluido el Plan Puente. Se renovaron y mejoraron los equipamientos tecnológicos de varios CCS, se intensificó la formación en seguridad marítima y se incrementó la capacidad del Centro de Seguridad Marítima Integral Jovellanos, también se duplicó el número de inspecciones respecto al anterior plan. Esto consiguió mantener a España en los primeros puestos del MOU (Memorándum de Paris). Además, se otorgaron ayudas por más de 9 millones de euros para la adquisición e instalación de equipos de seguridad de la flota pesquera y se firmaron convenios de ámbito nacional e internacional, al objeto de establecer los instrumentos generales para una eficaz coordinación de las Administraciones Públicas (SASEMAR 2010).

2.3.2. PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALVAMENTO 2010 – 2018.

El Sexto Plan Nacional de Salvamento entre 2010 y 2018 persigue:
afianzar el sistema español de salvamento marítimo y lucha contra la contaminación marina que ha ido evolucionando hasta este momento, aumentando su eficacia en la utilización de los recursos incorporados hasta ahora, para poder fortalecer el sistema de prevención contra cualquier eventualidad marítima y ofrecer una respuesta adecuada, coordinada con otras administraciones y organismos. Todo ello, en el marco de los objetivos señalados por la política marítima de la unión europea (UE) con la vista puesta en el año 2018 (SASEMAR 2010).

Los objetivos generales que persigue son: reforzar el sistema de preventivo por un mar más limpio y más seguro; afianzar el desarrollo de un

sólido sistema de respuesta; crear un nuevo marco de relación institucional, basado en la concertación y cooperación a nivel internacional, nacional y autonómico; avanzar en la innovación y la investigación. También, y en el marco de este Plan, se marcan otros objetivos más específicos: potenciar la eficacia de la vigilancia aérea para la detección de vertidos contaminantes, promover la actuación sancionadora, difundir la cultura de seguridad y prevención de la contaminación, perfeccionar la vigilancia y seguimiento activo del tráfico marítimo, intensificar la función inspectora, reforzar las áreas geográficas y ámbitos de actividad de riesgos singulares, optimizar la aplicación de los medios humanos y materiales disponibles, favorecer la concertación siendo una herramienta para desarrollar un nuevo marco de colaboración entre administraciones, instituciones y organizaciones, fomentar el liderazgo español en los asuntos marítimos a nivel internacional e impulsar la adopción de las innovaciones tecnológicas (SASEMAR 2010).

Tabla 2: Situación de la flota al iniciar y finalizar el Plan 2010-2018.

Unidades	Inicio 2010	Final 2018
Embarcaciones rápidas 21m.	39	39
Embarcaciones rápidas 15 m.	16	16
Patrulleras de Salvamento	4	4
Buques remolcadores	10	7
Buques polivalentes	4	7
Buque recogedor	1	4
Aviones	4 (75% propios)	6
Helicópteros	10 (80% propios)	11
Bases Estratégicas	6	6
Bases Subacuáticas	6	6
Bases de la Cruz Roja	40	42

Fuente: (SASEMAR 2010).

En la tabla anterior extraída del Plan Nacional de Seguridad y Salvamento 2010-2018, se muestra la situación de la flota al iniciar el plan y lo que se pretende al finalizarlo (SASEMAR 2010).

2.3.3. SASEMAR EN LA ACTUALIDAD.

Tras todos estos años de evolución, empeño e inversión, Salvamento Marítimo cuenta actualmente con los siguientes recursos:

- 73 unidades marítimas de diferentes características, de las cuales 4 son buques polivalentes para el salvamento de personas, la lucha contra la contaminación marina, la asistencia y remolque a buques y otras operaciones

marinas.

- 10 buques remolcadores, para dar remolque a grandes buques y con capacidad para intervenir en grandes siniestros.

- 4 guardamares que son embarcaciones de 32 m de eslora, que cuentan con modernos medios de navegación, comunicaciones y medios de búsqueda y rescate. Son embarcaciones rápidas, llegan a alcanzar los 27 nudos de velocidad y tienen una autonomía de 1000 millas.

- 55 salvamares: embarcaciones de entre 15 y 21 metros de eslora, alcanzan velocidades superiores a los 30 nudos, tienen poco francobordo para recoger náufragos del agua y también están preparadas para dar remolque y asistencia.

- 42 bases gestionadas por la Cruz Roja, a través de un convenio marco de cooperación que se renueva anualmente, por medio de un Plan de Acción para la gestión y mantenimiento de las bases en las que operan embarcaciones de salvamento ligeras, algunas son propiedad de Salvamento Marítimo y otras de la Cruz Roja.

- 15 unidades aéreas: 11 helicópteros, 8 de su propiedad y 3 fletados para dar una respuesta rápida a las emergencias que necesitan una actuación inmediata, 3 aviones en propiedad que se emplean para la localización de náufragos y embarcaciones en el mar, para la detección de vertidos en el medio marino y también para el seguimiento e identificación de los buques infractores.

- Cuenta con un CNCS (Centro de Coordinación Nacional de Salvamento) y 19 CCS (Centros de Coordinación de Salvamento), para el salvamento de vidas humanas en el mar, para la prevención y lucha contra la contaminación marina, para la vigilancia marítima, el control del tráfico marítimo y para proporcionar información y apoyo tanto a la administración marítima, como a otras administraciones e instituciones. Hay que sumar a estos recursos:

- 6 bases estratégicas, donde se almacena y mantiene el material de salvamento y de la lucha contra la contaminación.

- 6 bases subacuáticas, 2 principales y 4 secundarias, que disponen

de medios cualificados materiales y humanos para el salvamento marítimo y la lucha contra la contaminación.

- Centro de Seguridad Marítima Integral “Jovellanos”, donde se imparte formación especializada en seguridad, ámbito marítimo y medio ambiente (SASEMAR 2015).

2.4. MANUAL IAMSAR.

En 1998, aparece la primera edición del manual IAMSAR, es el Manual Internacional De Los Servicios Aeronáuticos Y Marítimos De Búsqueda Y Salvamento. Actualmente está en vigor la edición del 2013 y consta de 3 volúmenes, en el primero, abarca la organización y la gestión SAR, en el segundo, la coordinación de las misiones de rescate y en el tercero, los medios móviles siendo su finalidad la de ayudar a los gobiernos firmantes a satisfacer sus necesidades concernientes a búsqueda y salvamento (SAR) y a cumplir con las obligaciones adquiridas con la ratificación de los siguientes convenios: el Convenio sobre Aviación Civil Internacional, el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimos y el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS). Estos volúmenes orientan con un enfoque aeromarítimo común para organizar y dar servicios SAR (OMI, OACI 2010b).

Se puede encontrar su origen tras el hundimiento del RMS¹² Titanic en 1912. La OMI en 1914, aprueba la primera versión del convenio (SEVIMAR) (SOLAS). En 1958, Además del convenio SEVIMAR, la OMI seguía las recomendaciones del Convenio sobre Alta Mar de Naciones Unidas. Los dos convenios prestaban atención a los sistemas de seguridad a bordo de los buques, con la firma del convenio SEVIMAR se emplazaba a los gobiernos, a disponer de mecanismos y herramientas para proporcionar una respuesta adecuada a las emergencias (Arbex Sánchez J.C. 2008). Después en 1971, surge el MERSAR (Merchant Ship Search and Rescue Manual), es una guía para situaciones de emergencia en la mar, para quienes necesitaran auxilio de otros o para quienes estuvieran en condiciones de prestarla, especialmente para capitanes de cualquier buque en navegación. Años más tarde, en 1978, aparece el IMOSAR¹³, que está encaminado hacia la

¹² RMS: Royal Mail Ship.

¹³ International Maritime Organization Search and Rescue Manual

sincronización de los barcos y aeronaves que trabajasen conjuntamente en operaciones SAR (Search and Rescue¹⁴). En esa época las aeronaves ya tenían y utilizaban su propio manual para estas operaciones elaborado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) (Arbex Sánchez J.C. 2008). Su última actualización tuvo lugar en el año 1992 entrando en vigor sus enmiendas en 1993.

¹⁴ Búsqueda y Rescate

CAPÍTULO III: OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVOS.

Los objetivos que marcan este Trabajo Fin de Máster, titulado **“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR¹⁵”** son dos. Los Objetivos Fundamentales, en los que se describe que es lo que se pretende obtener con la realización de este Trabajo Fin de Máster y los Objetivos Metodológicos, es decir, los recursos que se utilizarán para conseguir demostrar los Objetivos Fundamentales.

3.1.1. OBJETIVOS FUNDAMENTALES.

Con el uso de estos sistemas no tripulados, se pueden reducir los costes en operaciones de búsqueda y seguridad marítima. La inversión en aparatos tripulados, como aviones o helicópteros, supone un gasto enorme tanto a la hora de adquirirlos, de utilizarlos y de mantenerlos, aunque eso sí, no se puede prescindir de ellos. Con el uso eficaz de UAS¹⁶ se podrían reducir los gastos de utilización y mantenimiento de los sistemas tripulados, ya que cierto tipo de misiones realizadas con aviones o helicópteros, podrían ser complementadas con el uso de estos sistemas integrados dentro de los equipos de un buque. El ahorro en combustible y en mantenimiento, puede ser un hándicap a su favor debido a que su gasto es mínimo comparado con los equipos tripulados. Por otro lado, con el uso de UAV¹⁷ se minimizarán los riesgos ante un accidente al ser un aparato no tripulado y de menores dimensiones que un helicóptero o un avión tripulado.

Esta tecnología, que parecía estar solo al alcance de ejércitos y de países con un gran potencial económico, ya no es tan cara al desarrollarse por empresas comerciales que tienen interés en que sea adquirida por civiles con presupuestos más limitados.

Por estos motivos, se propone en este Trabajo Fin de Máster titulado **“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR”**, un método para la integración del UAS en el buque polivalente de lucha contra la contaminación, salvamento y rescate

¹⁵ Electro Optical / Infrared

¹⁶ Unmanned Aerial System

¹⁷ Unmanned Aerial Vehicle. UAS hace referencia al Sistema mientras UAV al vehículo

“Don Inda”, el desarrollo de un innovador sistema para ampliar el campo visual del UAV, utilizando para ello varias cámaras EO/IR, enfocando su utilización en las labores de búsqueda y vigilancia y utilizando tecnología de uso civil que no dispare su precio. Se quiere dejar claro, que el uso de UAS no excluye el uso de otros medios aéreos sino que los complementa, haciendo que un sistema integrado por aparatos tripulados y no tripulados sea más eficaz y eficiente.

3.1.2. OBJETIVOS METODOLÓGICOS.

Con la utilización de múltiples recursos y conjugándolos académicamente podremos alcanzar los objetivos fundamentales. En este sentido, disponiendo de acceso a Internet y con la utilización de motores de búsqueda basados en los diccionarios Thesaurus, como Google Académico, Google o el buscador de la Biblioteca Virtual de la Universidad de Cantabria, se ha tenido acceso a diferentes fuentes electrónicas como son libros especializados, trabajos académicos, artículos profesionales, artículos periodísticos, legislación y páginas web especializadas tanto comerciales como gubernamentales. Para entender el funcionamiento de una misión SAR (Search and Rescue) y ver cuáles son las técnicas de búsqueda que mejor se adaptan a un UAS se ha consultado el manual IAMSAR¹⁸. Con el fin de recabar más información y de contrastar la ya adquirida a través de medios escritos, se han realizado varias entrevistas con varios profesores de la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, con capitanes de la Marina Mercante y con oficiales de la Marina Mercante Española destinados en buques de SASEMAR¹⁹.

Por otro lado, y como un medio gráfico para aclarar conceptos que pudieran resultar un poco abstractos, se ha realizado el visionado de algunos videos de maniobras con UAV. Además para la realización de este Trabajo Fin de Máster se ha contado con la colaboración de la empresa especializada Argos IDI S.L. que ha proporcionado información, ha cedido documentación y prestado apoyo técnico en la configuración y adaptación del UAS que se integrará en un buque de SASEMAR.

¹⁸ : Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos de Búsqueda y Salvamento o International Maritime Organization Search and Rescue Manual

¹⁹ Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.

4.1. METODOLOGÍA.

Para poder desarrollar este Trabajo Fin de Máster titulado “**INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR**” se van a utilizar tres herramientas fundamentales: la primera será el buque polivalente “Don Inda” perteneciente a SASEMAR. La segunda es el UAS (Unmanned Aerial System), focalizando su descripción en tres puntos: el UAV (Unmanned Aerial Vehicle), la estación de control y la plataforma de lanzamiento y recuperación. Y la tercera y última el manual IAMSAR utilizado por SASEMAR.

4.1.1. EL BUQUE POLIVALENTE DE SASEMAR “DON INDA”.

Según la revista especializada Marina Civil en su número 83, El “Don Inda” es un buque polivalente de lucha contra la contaminación, salvamento y rescate y es el tercer buque polivalente que se incluye en el Plan Nacional de Salvamento 2006-2009. Fue puesto en servicio por el Ministerio de Fomento para fortalecer la flota de Salvamento Marítimo. Este buque polivalente tiene 80 metros de eslora y una capacidad de tiro de 228 toneladas a punto fijo, cuatro motores propulsores que desarrollan una potencia máxima de 16.000 kilovatios y puede recoger y almacenar hasta 1.749 m³ de residuos de hidrocarburos. Ha sido construido en los Astilleros Zamakona, con diseño Rolls Royce-Ulstein, adaptado a los requerimientos de Salvamento Marítimo. En el momento de su puesta a flote fue el mayor buque anticontaminación de la UE y uno de los más potentes y capaces del mundo (SASEMAR 2006).

El día 1 de diciembre de 2006, se entregó el buque a Salvamento Marítimo con el nombre de Don Inda en honor a D. Indalecio Prieto Tuero, quien ocupó por primera vez la cartera de Obras Públicas como ministro durante la II República.

La tripulación mínima de este buque, se compone de un total de 14 profesionales que se distribuyen de la siguiente manera: un capitán, un primer oficial y un segundo oficial de cubierta, un jefe de máquinas, un primer oficial de máquinas, un contramaestre, 4 marineros, 2 engrasadores, un electricista/electrónico, y un cocinero.

En las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 se pueden ver las características del barco:

Tabla 3.1: Main Characteristics.

Length o.a.	80,00 metres
Length b.p.	69,30 metres
Beam, moulded	18,00 metres
Depth to main deck	8,25 metres
Draft, design	6,00 metres
Deadweight at 6,60 m	3.050 tons
Accommodation	16 crew + 6 reserve
Speed	17,5 knots
Bollard pull	220 tons
Endurance	9.000 miles

Fuente: (Zamakona Yards 2013).

Tabla 3.2: Main Propulsion.

Main engines	4 BERGEN B32:40L8P
Output	4 x 4.000 kW at 750 rpm
Main Propellers	2 x CPP
Forward retractile thruster	1 x 736 kW
Forward tunnel thruster	1 x 883 kW
Aft tunnel thrusters	2 x 883 kW
DECK MACHINERY:	
1 Towing winch aft	310 Tons at 8 m/min
Brake holding	550 Tons 1st layer
1 Towing winch forward	95 Tons at 10 m/min
2 Deck Cranes	20 Tons at 15 mts
Tugger winch	2 x 10 Tons at 16,5 m/min
Towing pins	300 Tons
Karm Fork	600 Tons
"A" Frame	50 Tons at 8 m/min 2
Capstans	10 Tons

Fuente: (Zamakona Yards 2013).

Tabla 3.3: Dynamic Positioning System.

DP II	DYNAPOS AM / AT R
-------	-------------------

Fuente: (SASEMAR 2009).

Tabla 3.4: Tank Capacities.

Fuel oil	1.500 m ³
Fresh water	540 m ³
Ballast	900 m ³
Oil Recovery	1.700 m ³
Dispersant	28 m ³
Foam	40 m ³

Fuente: (Zamakona Yards 2013).

Tabla 3.5: Auxiliary Generating Sets.

Type	2 x Diesel
Output	2 x 1.680 KVA
Shaft generators	2 x 2.750 KVA
Emergency generator	1 x 225 kW
MISCELLANEOUS:	
Dynamic position	DP2
Skimmers	400 m ³ /h
Oil rec. tank pumps	4 x 100 m ³ /h
Inert Gas Plant	40 Nm ³ /h
Floating arms	2 x 15 m
FI-FI SYSTEM:	FI-FI II
Monitors	3 x 2.400 m ³ /h
Spray water system	600 m ³ /h

Fuente: (Zamakona Yards 2013).

Ilustración 5: Clasificación del buque Don Inda.

CLASIFICACIÓN

I + HULL + MACH TUG, FIRE FIGHTING SHIP 2 WATER SPRAY, SPECIAL SERVICE, OIL RECOVERY SHIP, UNRESTRICTED NAVIGATION, + AUT - UMS, + DYNAPOST - AM - R

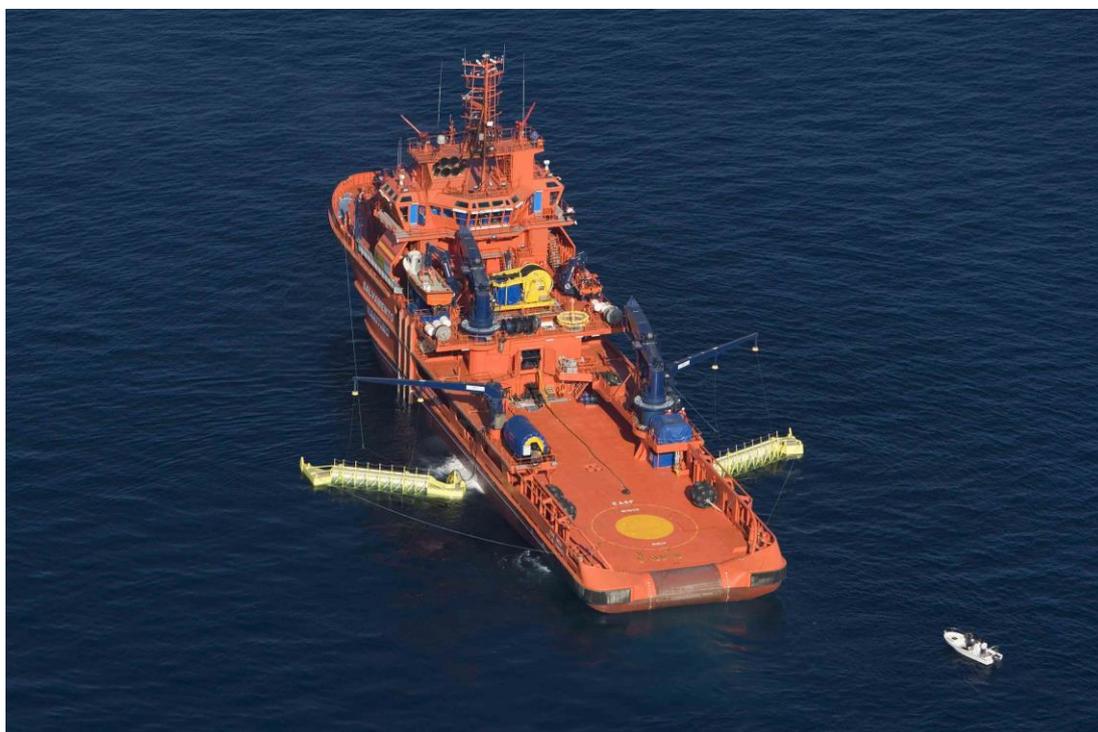
Buque polivalente de asistencia y remolque en la mar en cualquier condición meteorológica. Dispone de equipos de recogida de residuos de hidrocarburos por medio de brazos flotantes, barreras, "skimmers", y aplicación de dispersantes. Capacitado para funcionar como buque de apoyo en determinadas operaciones con buceadores, bomberos, etcétera, así como para el manejo de boyas, anclas, objetos a la deriva....

Fuente: (SASEMAR 2006).

Este buque, es una plataforma idónea para la integración del UAS a

bordo, ya que dispone de suficiente espacio a popa de la cubierta principal para instalar el equipo de lanzamiento que es básicamente una catapulta neumática móvil y el de recogida del UAV que es una red de recuperación. Según publica la revista Marina Civil en su número 83 (SASEMAR 2006) además de en el folleto del buque disponible en la página web de SASEMAR (SASEMAR 2009), tiene una capacidad para 18 tripulantes y 6 especialistas. Esto permitiría al buque, disponer de espacio suficiente para alojar al personal encargado del manejo y la manipulación del sistema que se pretende integrar; y asimismo el barco tiene un sistema de posicionamiento dinámico con el que la maniobra de aproximación del UAV a la red y su recuperación, será más sencilla en condiciones meteorológicas adversas.

Ilustración 6: Buque polivalente Don Inda.



Fuente: (SASEMAR 2015).

Para ampliar la información sobre el buque, (véase Anexo II) en el que se incluye el folleto del barco (SASEMAR 2009).

4.1.2. EI UAS (UNMANNED AERIAL SYSTEM).

En la actualidad, los UAS (Unmanned Aerial System o Sistema Aéreo no Tripulado) están siendo utilizados por civiles en ámbitos de trabajo muy diversos como son: las misiones de vigilancia y protección marítima, la

vigilancia y control de fronteras, los estudios meteorológicos, los estudios cartográficos y geológicos, en las misiones de búsqueda y rescate en zonas de difícil acceso, etc. En el campo militar, son también muchas las aplicaciones que tienen, como por ejemplo: labores vigilancia y reconocimiento, corrección de tiro, evaluación de daños, relé de comunicaciones, guerra electrónica, misiones de protección, como aviones espía, etc. (Fernández Merino F, et al 2012). El UAS configurado, será integrado como un equipo más en el buque polivalente “Don Inda”. Este sistema podrá utilizarse en misiones SAR (Search and Rescue), en tareas de lucha contra la contaminación para la localización, seguimiento y control de vertidos o cualquier uso que pueda resultar útil en las labores encomendadas al buque.

También, hay que destacar que los sistemas UAS²⁰ (Unmanned Aerial System), son muy útiles en tareas de protección marítima, como ejemplo se puede citar, la que desarrolla la Armada Española en aguas del océano Índico, donde tiene una activada una célula NCAGS (Naval Cooperation and Guidance for Shipping) que está dentro del marco de la Operación Atalanta. Esta operación, comenzó a principios de diciembre del año 2008, después de ser aprobada por la UE. Su objetivo, es proteger a los buques mercantes que transportan alimentos del Programa Mundial de Alimentos (WFP, en sus siglas inglesas), fortalecer la seguridad y la protección marítima y contribuir a la lucha antipiratería en aguas del Golfo de Adén y la cuenca de Somalia (Villarejo E 2015a). La Armada Española ha adquirido un nuevo sistema no tripulado de ala fija²¹ y se lo ha asignado al buque de asalto anfibio Galicia que ejerce de buque de mando de la fuerza. Con estas aeronaves se controla el tránsito de buques mercantes por la zona tal como se desarrolla en el Anexo I).

Gracias la ayuda Santiago García y de Juan Cagigas y tras la valoración de diferentes alternativas en la configuración del UAS, finalmente y después de muchas horas de trabajo, se llegó al siguiente desarrollo: utilizando como base del sistema UAS, el diseñado por la empresa americana UAV Factory con su modelo “Penguin C”. A este diseño, tendríamos que realizarle varias modificaciones para adaptarlo a las labores que se le asignarán, según Santiago García, *“habría que hacerle pequeñas modificaciones basadas en la tecnología existente para que el UAS se adapte*

²⁰ UAS se refiere al Sistema y UAV al vehículo

²¹ El UAS (Unmanned Aerial System) ScanEagle

perfectamente a las necesidades de este Trabajo.”

El sistema UAS que se va a implementar en el equipamiento del barco polivalente, consta de 3 elementos fundamentales: El UAV que es la aeronave no tripulada, la estación base desde la que se controla y monitorea al UAV y la plataforma de lanzamiento y de recuperación del equipo.

4.1.2.1. EL UAV O VANT.

El UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o VANT (Vehículo Aéreo no Tripulado), es una aeronave de ala fija integrada dentro del UAS. Con 3.3 metros de envergadura, tiene aproximadamente un peso de 10 kg en vacío y es capaz de levantar el vuelo con un peso total de hasta 22.5 kg. Lo que le hace especial a este aparato es su autonomía en vuelo, ya que, con un solo depósito de 7.5 litros de combustible y un motor de 28 cc y un sistema de inyección electrónica, le permite permanecer en vuelo periodos de hasta 20 horas. Además, tiene una velocidad de crucero de entre 37 y 43 nudos y alcanza una velocidad máxima de 62.2 nudos; es capaz de alcanzar una altitud en vuelo de hasta 4500 m y tiene un rango de acción de hasta 53 millas náuticas. También, según sus fabricantes, *“UAV Factory’s Flight Operations Team has flight tested the Penguin C for thousands of hours, to ensure its reliability and robustness from normal to very hospitable weather conditions”* (UAV Factory 2015). El método elegido para su recuperación a bordo, consiste en el uso de una red situada a popa del buque. Para poder realizar este tipo de maniobra de recuperación, habría que adaptar el UAV, aunque esto no sería demasiado complicado según Santiago García. El UAV, se guarda en una caja de transporte rígida, ocupando poco espacio para su almacenamiento. Hay que añadir, que se ensambla y desensambla en pocos minutos y de forma muy sencilla.

Incorporará una cámara domo dual, con sensores “EO/IR”, que va instalada en la panza del aparato. Una cámara infrarroja “IR”, es un aparato que detecta la energía infrarroja (el calor), una vez detectada la transforma en una señal electrónica, que es tratada calculando su temperatura, para emitir una imagen térmica en un monitor (FLIR Systems 2015a).

El domo que iría situado en la parte ventral de la aeronave, y que hemos adaptado para nuestro UAV, cuenta con un dispositivo estabilizador y es tele direccionado desde la estación base, pudiendo realizar giros de 360°

en horizontal e inclinaciones de entre +23 y -203°. Según Argos IDI S.L. se podría realizar una modificación en la estructura del UAV, para incorporar 3 cámaras fijas, 2 de ellas laterales y la otra frontal. Con las dos cámaras laterales, se conseguiría una mayor visión periférica durante la búsqueda, que permitiría disminuir el tiempo de rastreo, o barrer zonas más amplias utilizando el mismo tiempo que emplearía sin esta modificación. También y gracias a la cámara frontal, el controlador tendría una mejor perspectiva para el control del aparato, podría proporcionar referencias a otros equipos del operativo SAR que realicen labores de búsqueda en la superficie y además, tendría otra perspectiva de búsqueda en el horizonte, con la que poder alertar al vigía sobre algo sospechoso que pudiera detectar antes.

Según el director de operaciones y tecnología, Juan Cagigas de la empresa Argos IDI, este sistema propuesto, con la incorporación de 4 cámaras emitiendo al mismo tiempo y tres de ellas sincronizadas, es sin duda una innovación en el campo de los UAS civiles.

Disponiendo de dos UAV en el buque, se podrían realizar labores de búsqueda y control de día, de noche y en condiciones de mala visibilidad, de forma ininterrumpida y siempre que las condiciones meteorológicas lo permitan. Uno de los UAV iría equipado con sensores EO en las cámaras fijas para las operaciones diurnas, y el otro con sensores IR para las operaciones nocturnas o de mala visibilidad. Este UAS puede realizar maniobras de seguimiento, pudiendo fijar un objetivo con la cámara ventral y no perderlo de la visual mientras esté al alcance del aparato. Con el uso del piloto automático, se podría establecer un plan de vuelo circular sobre un objeto designado, cuando este cambie su posición, el UAV automáticamente cambiará su plan de vuelo para permanecer sobre el objetivo, quedando siempre fijado por el domo.

Santiago García añade que, realizando otra modificación en el UAV, se podría acoplar una radiobaliza para ser lanzada en caso de necesitarlo. Esto puede ser útil por ejemplo, para marcar el Dátum en una operación de búsqueda, o para ser lanzada a un naufragio o a una embarcación localizada. Para ampliar la información sobre el UAV (Véase Anexo II).

4.1.2.2. LA ESTACIÓN DE CONTROL EN EL BARCO.

La “Ground Control Station” o estación base que incorpora el sistema de UAV Factory, utiliza un software sencillo y es operativa en condiciones extremas. Su reducido espacio ya que va integrada en maletín, la hace perfecta para ser colocada y guardada en el puente, que será el lugar desde el que se coordinaría toda la operación. Básicamente, está compuesta por un ordenador que maneja el equipo, un monitor de 17” donde se reciben las imágenes en tiempo real gracias a una antena auto direccional, que está conectada a la estación base y que podría ir instalada en la cubierta de antenas. Estas imágenes, pueden ser enviadas a otras pantallas, o incluso a través del equipo de comunicaciones vía satélite desde el buque a una estación de control en tierra. El aparato enviaría una señal multiplexada a la estación base y una vez allí, la señal se descompondría y las imágenes serían emitidas a los equipos de visualización.

Para ampliar la información sobre la “Ground Control Station” (Véase Anexo II).

4.1.2.3. LA PLATAFORMA DE LANZAMIENTO Y LA RECUPERACIÓN DEL EQUIPO.

Para poner en vuelo el UAV, se utiliza un lanzador neumático o también llamado catapulta neumática, desarrolla una energía de 1200 J y tiene una longitud de 6 m. Es capaz de lanzar un UAV a una velocidad de 24 m/s. Las ventajas de esta catapulta son que se monta y se desmonta rápida y fácilmente, ocupa poco espacio tanto montada como desmontada, ya que se guardará en dos maletines rígidos. Por otro lado, la recepción del aparato puede ser mediante el uso de una red colocada en la popa del barco, esta red se instalará y desinstalará solamente cuando sea necesario. Para ampliar la información sobre este sistema (Véase Anexo II).

4.1.3. IAMSAR.

El IANSAR²² o Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos de Búsqueda y Salvamento, es la herramienta proporcionada por la OMI (Organización Marítima Internacional) para organizar, gestionar y coordinar los sistemas SAR. El manual IAMSAR consta de 3 volúmenes, en

²² International Aeronautical and Maritime Search and Rescue

el primero abarca la organización y la gestión SAR, en el segundo, la coordinación de las misiones de rescate y en el tercero, los medios móviles. Actualmente está en vigor su sexta edición publicada en el año 2013 y se actualiza cada 3 años. Además, sirve de base para proporcionar guías adicionales a los servicios SAR como por ejemplo el NSS (National Search and Rescue Supplement) utilizado por US Coast Guard y en su primer capítulo "Purpose" se puede leer: "...provides guidance to federal agencies concerning implementation of the National Search and Rescue Plan (NSP). The NSS provides specific additional national standards and guidance that build upon the baseline established by the International Aeronautical and Maritime Search and Rescue (IAMSAR)..." (NSARC 2000).

4.1.3.1. IAMSAR VOLUMEN 1.

El primer volumen, examina los principios del sistema mundial SAR, la creación y el perfeccionamiento de los sistemas SAR tanto regionales como nacionales y la colaboración entre los Estados vecinos enfocada a ofrecer, unos servicios SAR eficaces y económicos. Está compuesto de 6 capítulos más anexos, en el primero ofrece una visión general de lo que es un sistema de búsqueda y rescate. En el segundo explica cuáles son los elementos principales del SAR. El tercero "...considera la utilización de los procesos de formación, calificación y titulación o certificación encaminados a preparar un personal SAR de gran competencia profesional..." (OMI, OACI 2010a). El capítulo cuarto describe los requisitos de comunicación SAR. El quinto ofrece una visión sobre la gestión del SAR y en el sexto se dan recomendaciones para mejorar los servicios SAR (OMI, OACI 2010a).

4.1.3.2. IAMSAR VOLUMEN 2.

El volumen II, trata sobre la coordinación de las misiones, ofrece asistencia a los profesionales que se encargan de coordinar y planificar las misiones y los ejercicios SAR. Está dividido en 8 capítulos más los anexos. En el primero, se describe de forma general qué es un sistema SAR y argumenta, porque existen y sus beneficios desde un punto de vista regional, nacional y mundial, además describe los componentes fundamentales del sistema. El segundo capítulo se centra en las comunicaciones en el sistema de búsqueda y rescate. En el tercero describe las cinco fases iniciales al responder a un incidente SAR. "El capítulo cuarto consiste en un examen detallado de la teoría y la práctica de la planificación de la búsqueda..." (OMI,

OACI 2010b). En el quinto ofrece información sobre las operaciones y técnicas de búsqueda. En el sexto explica la planificación y operaciones de búsqueda. El capítulo 7 marca las directrices para la ayuda en las emergencias diferentes de las del SAR en las que este sistema puede participar. y en el capítulo 8 concreta la finalización de las operaciones SAR (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.3. IAMSAR VOLUMEN 3.

El volumen III, Es el volumen utilizado en las misiones SAR por los medios aeronavales de SASEMAR. Tiene que ir a bordo de los medios aeronavales de salvamento y de las aeronaves y buques civiles. Su objetivo es poder mejorar la eficacia de las labores SAR y de las tareas de coordinación en el lugar del siniestro, además de sus propias emergencias. Consta de 4 secciones más anexos.

En la primera proporciona una visión general y de la organización, coordinación y notificación SAR. En la sección segunda, presenta la prestación de auxilio, tratando las medidas iniciales de las naves auxiliaoras, la función de búsqueda y la de salvamento, el auxilio prestado por aeronaves SAR y operaciones con helicópteros, El salvamento por medios marinos, otras asistencias y por último la formación. En la sección tercera ofrece información sobre la coordinación en el lugar del siniestro para operaciones de búsqueda y salvamento, comunicaciones, planificación y realización de la búsqueda. Y por último en su sección cuarta trata sobre las emergencias a bordo (OMI, OACI 2010c).

4.1.3.4. ELEMENTOS DE COORDINACION EN OPERACIONES SAR.

En el volumen dos, se define quiénes son los coordinadores en las misiones SAR. Los niveles de coordinación se dividen en cuatro: los coordinadores SAR (CS) (SC²³), Los coordinadores de misión SAR (CMS) (SMC²⁴), los coordinadores en el lugar del siniestro (CLS) (OSC²⁵) y los Coordinadores De Aeronaves) (COA) (ACO²⁶) (Junquera Vega O. 2014). A continuación describimos a cada uno de ellos.

²³ Search and Rescue Co-ordinator

²⁴Search and Rescue Mission Co-ordinator.

²⁵ On-Scene Co-ordinator.

²⁶ Aircraft Co-ordinator

4.1.3.4.1. COORDINADORES SAR (CS).

Los coordinadores SAR (CS) (SC²⁷), Son los directores de mayor rango del SAR. Se ocupan de dirigir el sistema SAR y también se encargan de dotar de personal y equipo al sistema, dan apoyo legal y financiero, establecen los centros de coordinación de salvamento CCS (RCC²⁸) y los subcentros de salvamento (SCS) (RSC²⁹), organizan las instalaciones SAR, coordinan la formación, y establecen la política SAR. (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.4.2. LOS COORDINADORES DE MISIÓN SAR (CMS).

Los coordinadores de misión SAR (CMS) (SMC)³⁰ son los encargados de dirigir las operaciones SAR. Suele ser el supervisor del CCS (Centro de Coordinación de Salvamento). Este coordinador debe estar familiarizado con los procesos y con el plan SAR, ya que coordinará la misión hasta el final, deberá ser capaz de seguir los procesos SAR y conocer los planes que pueden ser utilizados (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.4.3. EL COORDINADOR EN EL LUGAR DEL SINIESTRO (CLS).

El Coordinador en el Lugar del Siniestro, puede ser la persona más competente de una de las unidades que participen en la misión SAR. Normalmente se designa como CLS (OMD³¹), a la primera persona que llegue al lugar del salvamento, hasta que el CMS decida su relevo. Hay situaciones, en las que el CLS debe tomar decisiones de CMS, esta situación, puede producirse por no poder establecer comunicación con el CMS. Entre las funciones que puede desarrollar el CLS conferidas por el CMS están las de: coordinar en el lugar del suceso los medios SAR, recibir del CMS y ejecutar el plan de acción de búsqueda, dar la información oportuna a los medios SAR, seguir la evolución del resto de unidades SAR, “*coordinar los aspectos de la seguridad del vuelo para las aeronaves SAR*” (OMI, OACI 2010b), y llevar a cabo el plan de búsqueda en caso de necesidad y enviar informes al CMS sobre la situación.

²⁷ Search and rescue co-ordinator

²⁸ Rescue co-ordination centre

²⁹ Rescue sub-centre

³⁰ Search and Rescue Mission Co-ordinator.

³¹ On-Scene Co-ordinator.

4.1.3.4.4. COA (COORDINADOR DE AERONAVES).

EL Coordinador de Aeronaves (COA) (ACO³²), es el encargado de mantener la seguridad de los vuelos en altura y cooperar en la operación de salvamento para hacerla más eficaz. Es nombrado por el CMS y si no es posible, por el CLS. En el lugar del siniestro estará coordinado con el CLS y responde directamente ante el CMS. Estará al mando de las operaciones, en caso de no existir CMS ni CLS. Puede ser cualquier unidad SAR que disponga de equipos suficientes para su labor (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.5. FASES DE UNA OPERACIÓN SAR.

De la rapidez con que se planifica una operación SAR, puede depender el desenlace de esta. Cuanto antes llegue la información al CCS, mas rápido se evaluará, planificará y se activaran los medios SAR pertinentes para esa situación. No todos los casos evolucionan de la misma forma, pero se pueden dar ciertas etapas como norma general, que servirán para disponer una adecuada actuación. Estas etapas no llevan un orden definido, pudiendo saltar de unas a otras en función de las necesidades.

4.1.3.5.1. CONOCIMIENTO DEL INCIDENTE.

Para actuar ante un suceso, es imprescindible saber que las partes implicadas necesitan ayuda, por eso es necesario que las noticias de estos sucesos lleguen al CCS, rápidamente y desde cualquier lugar. Esta información debe ser registrada y para tal efecto, se suelen utilizar formularios impresos, para obtener plena información sobre el incidente SAR.

4.1.3.5.2. ACCION INICIAL.

Una vez recibido un informe del incidente, se adoptarán medidas inmediatas, estas medidas estarán recogidas normalmente en los planes de operaciones en función del tipo de incidente, una vez analizada la información disponible y en función de la situación del suceso, el CMS declarará la fase de emergencia e informará a todos los centros, personal y medios pertinentes. Existen tres fases de emergencia: de incertidumbre, de alerta y de peligro. Otro aspecto muy importante a tener en cuenta, es que en función del desarrollo de los acontecimientos, es posible que el incidente tenga que

³² Aircraft Co-ordinator

reclasificarse y por eso es vital en muchos casos, que el CMS tome medidas lo antes posible, aunque el mensaje sea dudoso (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.5.3. ETAPA DE PLANIFICACIÓN.

La planificación SAR, es fundamental para el éxito de la misión y tiene que ser precisa y correcta, para ello el CMS, tiene que tener una adecuada formación profesional. En esta etapa, el uso de ordenadores y programas informáticos como el “SARMAP”, utilizado por Salvamento Marítimo en España, puede ayudar a aumentar la exactitud y la rapidez con que se obtienen los cálculos. El Capítulo 4, del Volumen 2, del manual IAMSAR, contiene información básica para la planificación de una búsqueda manualmente (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.5.4. ETAPA DE OPERACIÓN.

En esta etapa, se realizan todas las labores de búsqueda de personas, buques o aeronaves en peligro, además, se les da asistencia y se les traslada a un lugar seguro. En esta fase el CMS, sigue la evolución de la misión, orientando cuando sea necesario, intentando que el plan de búsqueda, lo haya recibido y entendido el operativo SAR y lo estén realizando como se ha planificado. Mientras tanto, el equipo del CCS, planificara futuras búsquedas en base a la información recibida y suponiendo que la actual misión de búsqueda no tenga éxito (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.5.5. ETAPA FINAL.

Las operaciones SAR, finalizan cuando los afectados ya no están en peligro, han sido localizados y rescatados, cuando el CMS determina que una nueva búsqueda sería ineficaz ya que no existe una probabilidad razonable hallar supervivientes. *“Una vez terminadas las operaciones SAR, todas las autoridades, medios o servicios que se hayan activado deben ser notificados inmediatamente...”* (OMI, OACI 2010b).

4.1.3.6. PLAN DE ACCIÓN.

La elaboración de un plan de acción, detallado y su entrega a todos los implicados en una operación SAR, es fundamental para la localización del objeto u objetos implicados en el incidente, por esa razón, el plan debe incluir

el “momento, lugar y modo en que cada medio de búsqueda deberá realizar sus operaciones. También deberán incluirse en dicho plan de acción las instrucciones de coordinación, la asignación de frecuencias de comunicación, los requisitos de información y cualquier otro pormenor requerido para la puesta en práctica segura, eficiente y eficaz de la búsqueda” (OMI, OACI 2010b). Para la elaboración del plan de acción, al menos se deberán elegir los medios y equipos que se implicarán en la operación, evaluar las condiciones de búsqueda, qué métodos se deberán emplear para cubrir el área óptima de búsqueda de la manera más exacta, dividir el área de búsqueda, para repartirla entre los equipos que integran la operación y planificar la coordinación en lugar del suceso.

**CAPÍTULO V: INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN
BUQUE DE SALVAMENTO MARÍTIMO.**

5.1. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA UAS EN UN BUQUE DE SALVAMENTO MARÍTIMO.

El UAS (Unmanned Aerial System) es una herramienta de trabajo muy precisa si se utiliza con la debida diligencia. Esta tecnología puesta a disposición de un buque polivalente de lucha contra la contaminación, salvamento y rescate como el “Don Inda” o de su gemelo, el “Clara Campoamor”, puede incrementar las posibilidades de éxito en una misión de rescate, en una operación de lucha contra la contaminación o en cualquier supuesto que implique el control de una zona.

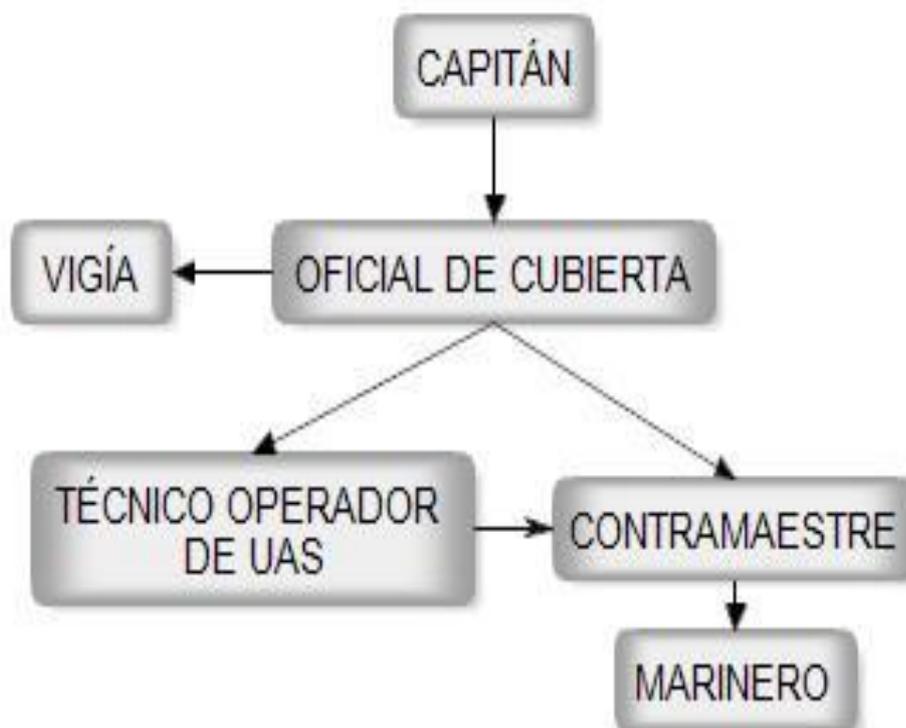
El sistema se integra como parte del equipamiento del buque estando al mando del mismo el Capitán. El equipo encargado de su utilización, estará integrado por un mínimo de dos técnicos para el control y montaje del UAV (Unmanned Aerial Vehicle) a las órdenes del capitán, que se irán relevando a razón de 6 horas cuando el aparato esté en misión. El contraamaestre y un marinero debidamente formados, estarán encargados de montar y desmontar los equipos de despegue y aterrizaje cuando sea necesario, de colocar el UAV en la catapulta, arrancarlo y lanzarlo siempre a las órdenes del técnico de vuelo. Gracias a la velocidad de vuelo del UAV, se necesitará un solo vigía para atender a los tres monitores que reciben las imágenes de las cámaras laterales y las del domo, que será relevado cada 4 horas. Los tres monitores se colocaran de babor a estribor siguiendo el orden de las cámaras laterales y el domo. El operador del UAS en su monitor, tendrá control para cambiar de cámara en función de sus necesidades y también realizara labores de vigía. Estas imágenes pueden ser grabadas y transmitidas vía satélite al CCS, para su análisis por otro equipo en diferido con unos minutos de retardo, pudiendo avisar de cualquier avistamiento que a bordo se haya podido escapar y tomando las medidas que se consideren oportunas.

Cuando el buque llega a la zona del siniestro, al ir equipado con un sistema UAS, podrá realizar operaciones de búsqueda y control aéreo, mejorando sus capacidades en las tareas de búsqueda y control que se le asignadas. Las técnicas de búsqueda de este tipo de sistemas pueden ser semejantes a las utilizadas por un helicóptero de salvamento, aunque las tablas para realizar los cálculos para planificar sus operaciones son específicas para cada aparato. Estas aeronaves no se ven influidas por la necesidad de ir a repostar a una base en tierra ya que pueden aterrizar en el buque, repostar y regresar a sus labores en poco espacio de tiempo. Cuando el UAV tiene que repostar para continuar con su labor, y suponiendo que este

estuviera en el rango máximo de control el aparato, podría regresar al buque nodriza y estar de nuevo en vuelo en la zona asignada en menos de 2 horas si no surgiese ningún contratiempo. Con un radio de acción de 100 Km como máximo desde la nave nodriza, este aparato podría iniciar las operaciones de búsqueda antes que el buque, desplazarse a otro sector de búsqueda que le sea asignado, procurando que sea el anexo al del buque y actuar de manera conjunta con el buque en el mismo sector, ya sea barriendo a la vez la zona uno en cuadrado expansivo y otro haciendo una búsqueda por sectores o cualquier otra forma decidida por el CLS (Coordinador en el Lugar del Siniestro) o por el capitán.

Las operaciones de búsqueda se dirigen desde el puente y es allí donde debería estar instalada la estación base, de tal forma que el capitán o el oficial puedan dirigir en todo momento la maniobra del UAV controlado por el técnico.

Ilustración 7: Flujograma de mando.



Fuente: Autor.

5.1.1. DESARROLLO DE UNA OPERACIÓN SAR CON UN SISTEMA UAS.

Se ha dividido en 4 capítulos y 17 fases el proceso desde que se decide utilizar el UAS hasta su recuperación. Estas fases se describen a

continuación.

5.1.1.1. PLANIFICACIÓN.

Durante la planificación, se decidirá el tipo de búsqueda que se va a realizar con el UAV y se verificará su viabilidad siempre supervisado y aprobado por el capitán. Se ha dividido en 4 fases que se describen a continuación:

Fase 1: el oficial planifica y verifica con el técnico operador de vuelo el plan de búsqueda con el UAS.

Fase 2: el capitán revisa y aprueba el plan de vuelo.

Fase 3: una vez aprobado el plan y verificada su viabilidad, el técnico operador configura e introduce el plan de vuelo en el sistema.

Fase 4: se verifica que el plan de vuelo introducido se ajusta a la planificación.

5.1.1.2. PREPARACIÓN.

En la fase de preparación, la operación ya ha sido planificada y aprobada. Es en esta fase cuando se lanza el UAV y se activa el plan de vuelo. Se ha dividido en las 7 fases siguientes:

Fase 5: una vez decidida la acción a realizar con el UAS, el oficial dará las instrucciones que procedan al técnico operador de vuelo y al contraemaestre, para que se inicie la operación de montaje para el lanzamiento del UAS.

Fase 6: el técnico operador de vuelo ensambla el UAV, al mismo tiempo el contraemaestre junto a un marinero montan la catapulta neumática para su lanzamiento.

Fase 7: el técnico operador verifica que el UAV y la catapulta están montados correctamente.

Fase 8: el técnico operador entrega el UAV al contraemaestre para que

lo coloque sobre el lanzador neumático. Mientras el contraamaestre y un marinero sitúan el aparato en el lanzador, el técnico operador se coloca en la estación de control y verifica que el control, el sistema de video y la telemetría del UAV funcionen correctamente.

Fase 9: el técnico operador da instrucciones al contraamaestre para que arranque el UAV. Una vez arrancado el operador hace una segunda verificación.

Fase 10: el técnico operador da la orden de lanzamiento al contraamaestre.

Fase 11: el contraamaestre y el marinero, retiran la plataforma de lanzamiento y dejan preparada la red de recuperación por si hay que hacer una captura de emergencia, no la dejan instalada. El técnico operador activa el plan de vuelo del UAV aprobado por el capitán.

5.1.1.3. OPERACIÓN DE BÚSQUEDA.

Durante la operación de búsqueda, ya está el UAV sobrevolando la zona asignada. El operador de vuelo tendrá controlada en todo momento la telemetría y el plan de vuelo del UAV, además realizará funciones de vigía. En esta fase habrá un vigía controlando los tres monitores que emitirán las imágenes sincronizadas de las dos cámaras laterales y el domo, informando de cualquier cosa sospechosa. Se ha dividido en las siguientes 4 fases:

Fase 12: en el momento en que llega el UAV a la zona de búsqueda, un vigía estará encargado de visualizar las imágenes recibidas de las cámaras del UAV y de alertar ante cualquier sospecha.

Fase 13: cuando el vigía visualiza un objeto sospechoso, se lo comunica al técnico operador y al oficial de guardia.

Fase 14: el operador verifica la información acercándose al objeto visualizado, ya sea con el uso del domo o modificando el plan de vuelo del UAV. Si el objeto no es de interés se continuará con el plan de vuelo inicial.

Fase 15: el objeto ha sido localizado. Se le comunica al capitán para que tome una decisión. Mientras tanto el UAV dará vueltas en círculo alrededor del objeto y lo tendrá siempre vigilado con la cámara domo. Si fuese

necesario se lanzaría la radiobaliza para marcar el objeto.

5.1.1.4. FINALIZACIÓN.

Es la fase en la que el capitán toma la decisión de terminar la operación con el sistema UAS. El UAV regresa a la nave y es recogido. Se han diseñado las dos fases siguientes:

Fase 16: el capitán decide que la operación con el UAV ha finalizado y que regrese al barco. El oficial transmite la orden al técnico operador para que de la instrucción al UAV y le comunica al contraamaestre, que coloque la red para la captura de la aeronave con la ayuda de un marinero.

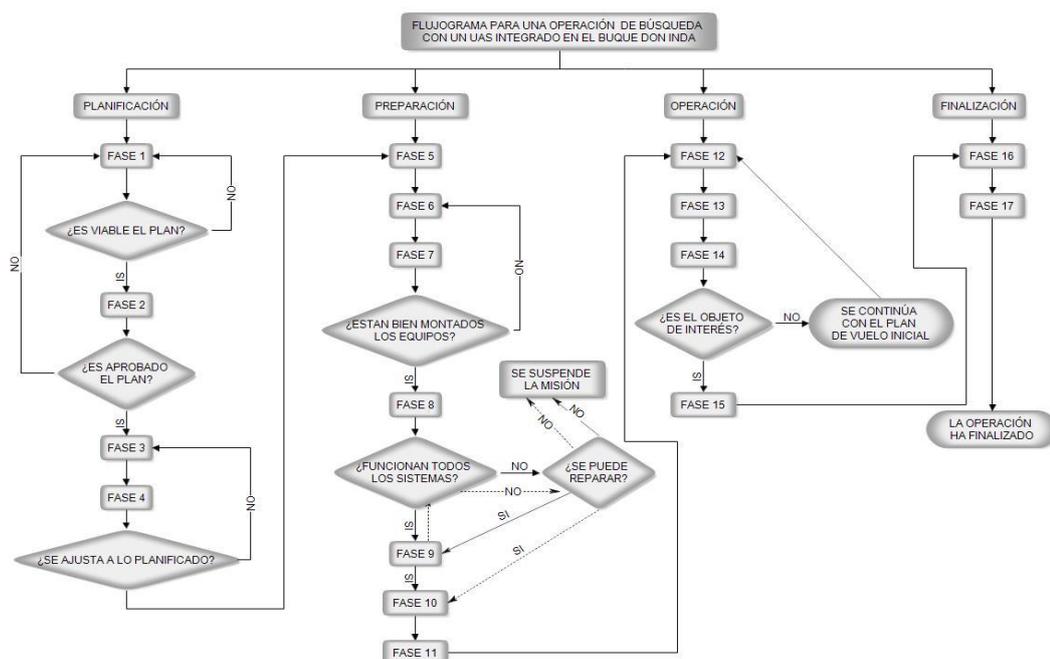
Fase 17: la aeronave es capturada y se guarda el equipo.

Todas estas fases deberán ser autorizadas por el capitán y supervisadas por el oficial.

5.1.1.5. FUJOGRAMA DE LAS OPERACIONES SAR.

Para poder entender mejor estas fases hemos creado un flujograma:

Ilustración 8: Flujograma de fases para una operación de búsqueda con un UAS integrado en el buque "Don Inda".



Fuente: Autor.

5.2. LA ADAPTACIÓN DEL UAV PARA AMPLIAR SU CAMPO VISUAL CON VARIAS CÁMARAS “IR” ALINEADAS ENTRE SÍ.

Cuando se empezó a desarrollar este Trabajo Fin de Máster, titulado **“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA UAS EN UN BUQUE POLIVALENTE DE SALVAMENTO MARÍTIMO AMPLIANDO EL CAMPO DE VISIÓN DE SU UAV CON CÁMARAS EO/IR”**, se detectó que con el uso exclusivo del domo se perdía una perspectiva que podría resultar fundamental para el éxito de una operación de búsqueda, la lateral. Por este motivo, empezamos a buscar soluciones para conseguir que el UAV (Unmanned Aerial Vehicle), ampliara su campo visual lateral y no se creasen puntos ciegos que podrían cambiar el final de una misión de éxito por un fracaso.

Se llegó a esta conclusión durante la fase de planificación del trabajo, pensando en el campo visual desde el interior de la cabina de un helicóptero se realizó la siguiente reflexión: los pilotos tendrían la visión del domo y los técnicos que los acompañan controlan la visión lateral, y es ahí donde se puede mejorar el UAV. Una de las ventajas que tenía la aeronave no tripulada, era que no se perdía la visión ventral como sucede en los helicópteros pero tenía una visión lateral con un recorrido muy corto.

En este Trabajo Fin de Máster se ha intentado hacer un estudio en colaboración con Argos IDI para determinar, cómo se podría mejorar el área de visión periférica del UAV con cámaras de visión IR (INFRARED). Estas son las cámaras que imponen los valores más restrictivos a la hora de realizar la búsqueda. Las cámaras EO al tener zoom óptico, brindan un abanico mayor de posibilidades y la dificultad para evitar la aparición de puntos ciegos es mucho menor pudiendo corregirse durante el vuelo.

5.2.1. ÓPTICA EMPLEADA.

Se ha elegido esta óptica después de estudiar varias opciones en el mercado disponible, porque hemos considerados que son las que mejor se adaptan a las necesidades de este Trabajo Fin de Máster.

En la configuración del UAV para misiones nocturnas o de escasa visibilidad, se han instalado 5 cámaras: 3 con núcleos IR y 2 con núcleos EO (Electro-optical). Después de comparar características de varios núcleos IR, se ha elegido para la instalación en el UAV el modelo: Tau 2 LWIR Thermal Imaging Camera Cores con lente de 13 mm y un FOV de 45°x37° y FPA de

640 x 512 de la casa comercial americana FLIR. Además la aeronave llevará dos cámaras EO (Electro-optical) que serán: 1 cámara modelo WDR770 con lente de 3,6 mm y un FOV de 96° y una cámara block FCB-EV7100 de la casa SONY (véase Anexo III para las características completas de estas cámaras). La domo ventral del UAV, podrá realizar giros de 360° en horizontal e inclinaciones de entre +23 y -203°. Ofrece al operador de vuelo la posibilidad de orientarle hacia cualquier objeto que quiera visualizar sin necesidad de maniobrar la aeronave. En el interior del domo irán instaladas dos cámaras: una TAU 2 y una FBC-EV7100, el operador podrá cambiar de cámara a su antojo en cualquier momento. Se ha elegido esta configuración para el núcleo IR por la nitidez con que ofrece las imágenes como se puede apreciar en la imagen nº 9 y la configuración de 13 mm, porque según la escala de distancias que facilita el vendedor del núcleo en la tabla nº 4, es suficiente para las labores de búsqueda que va a realizar el UAV y además ofrece el HFOV (Horizontal Field Of View) más grande:

Ilustración 9: Comparativa de la resolución de imágenes.



Fuente: (OEM CAMERAS 2015).

Tabla 4: Comparativa de distancias TAU 640.

Table 1-1: Tau 640 Camera Lens Range Performance (Standing Man—1.5m by 0.5m)

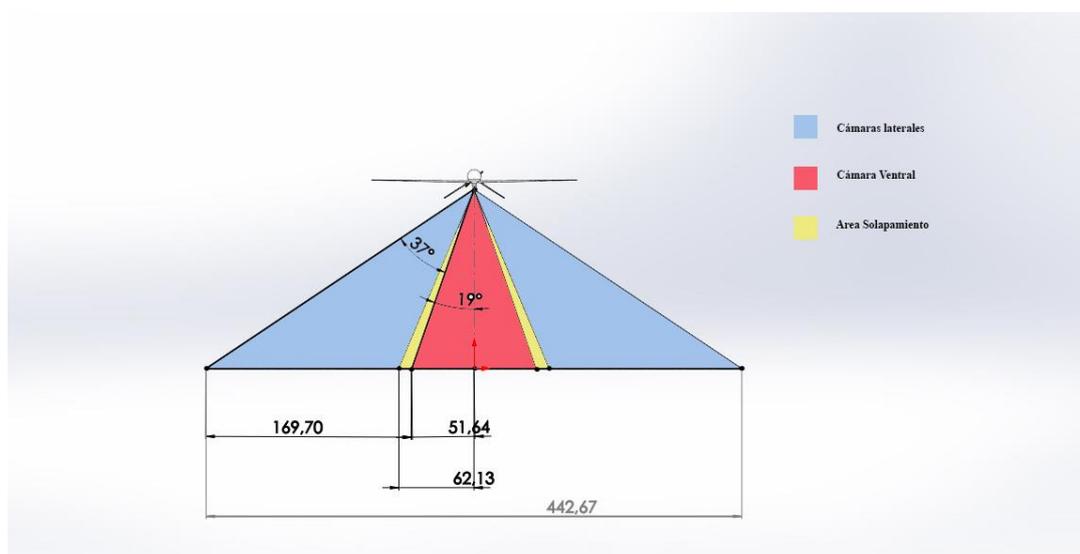
Lens	HFOV	Detection	Recognition	Identification
13mm Lens	45° HFOV	390 meters	95 meters	47 meters
19mm Lens	32° HFOV	570 meters	144 meters	72 meters
25mm Lens	25° HFOV	820 meters	210 meters	104 meters
35mm Lens (f/1.4)	18° HFOV	960 meters	245 meters	122 meters
60mm Lens	10.4° HFOV	1750 meters	450 meters	225 meters
100mm Lens	6.2° HFOV	2450 meters	650 meters	330 meters

Fuente:(OEM CAMERAS 2015).

5.2.2. CONFIGURACIÓN DE LA ÓPTICA DEL UAV.

Después de elegir la óptica que se va a incorporar al UAV, surge el problema de cómo situarla para evitar la aparición de puntos ciegos por encima de los 50 metros de altitud. En colaboración con Argos IDI S.L., se adaptó el diseño del UAV con las dos cámaras laterales alineadas con el domo y una inclinación de 71° respectivamente, por su parte, el domo ventral tendrá un ángulo de inclinación respecto al eje longitudinal de la aeronave de 86° . La imagen nº 10 es de las proyecciones vistas desde el frontal del UAV con esa configuración.

Ilustración 10: Proyección frontal a 150 m de altitud.



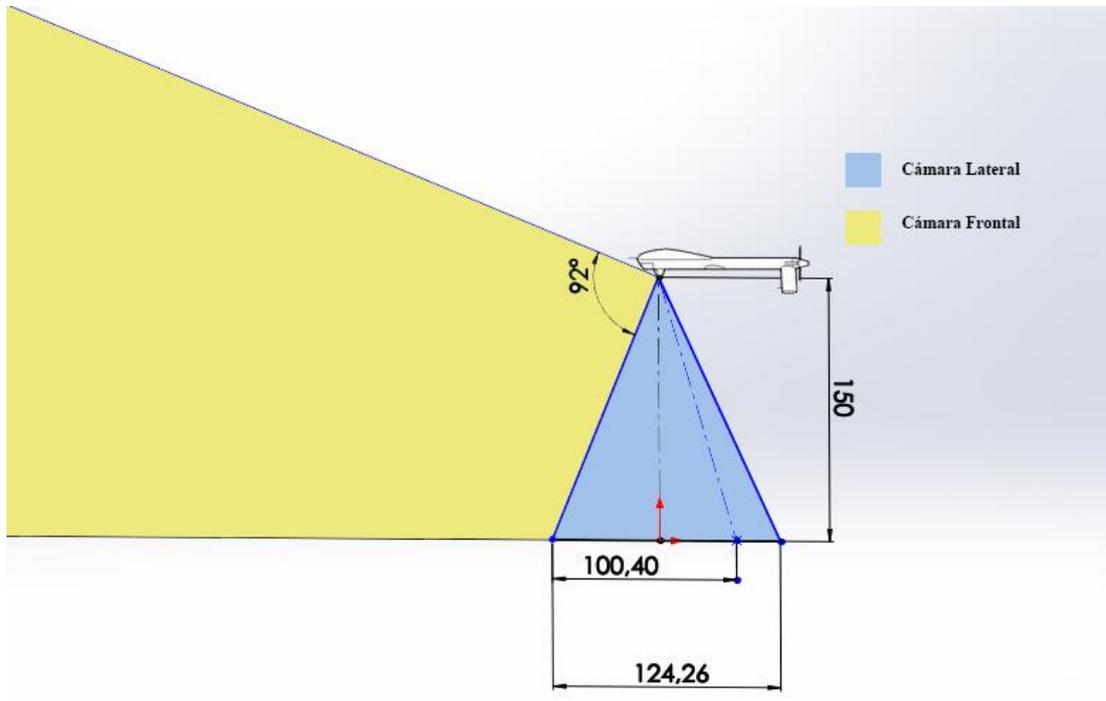
Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y autor).

En la imagen se puede apreciar que con esta distribución y un FOV de 37° a 150m de altitud, se consigue una línea visual transversal de 442.67 m con un solapamiento entre las cámaras de 20,98 m. Esto pondría el límite más bajo en 50 m de altitud. Por debajo de esa altura se realizarían tareas de identificación pero no de búsqueda.

Aparte de las dos cámaras laterales y el domo ventral, se ha decidido poner una cámara frontal. Esta cámara es la WDR770 con un FOV de 92° que además, al tener un FOV muy amplio se solapa con las cámaras laterales y ventral. Permite al operador, tener una visual del horizonte y realizar labores de vigía, pudiendo localizar luces como por ejemplo, la de una bengala o proporcionar referencias visuales siempre que las condiciones de visibilidad lo permitan. En la imagen nº 11, se puede apreciar que con esta distribución, tendríamos una línea visual longitudinal de las cámaras IR de: 100.40 metros con la instalada en el domo y 124.26 metros con las instaladas en los laterales

a 150 m de altitud.

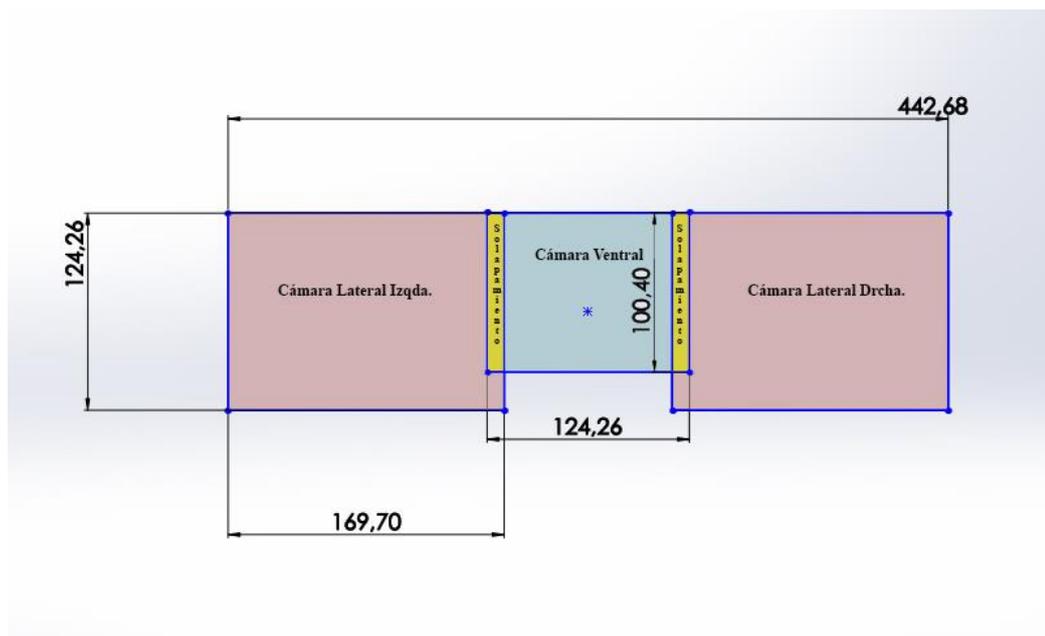
Ilustración 11: Proyección transversal a 150 m de altitud.



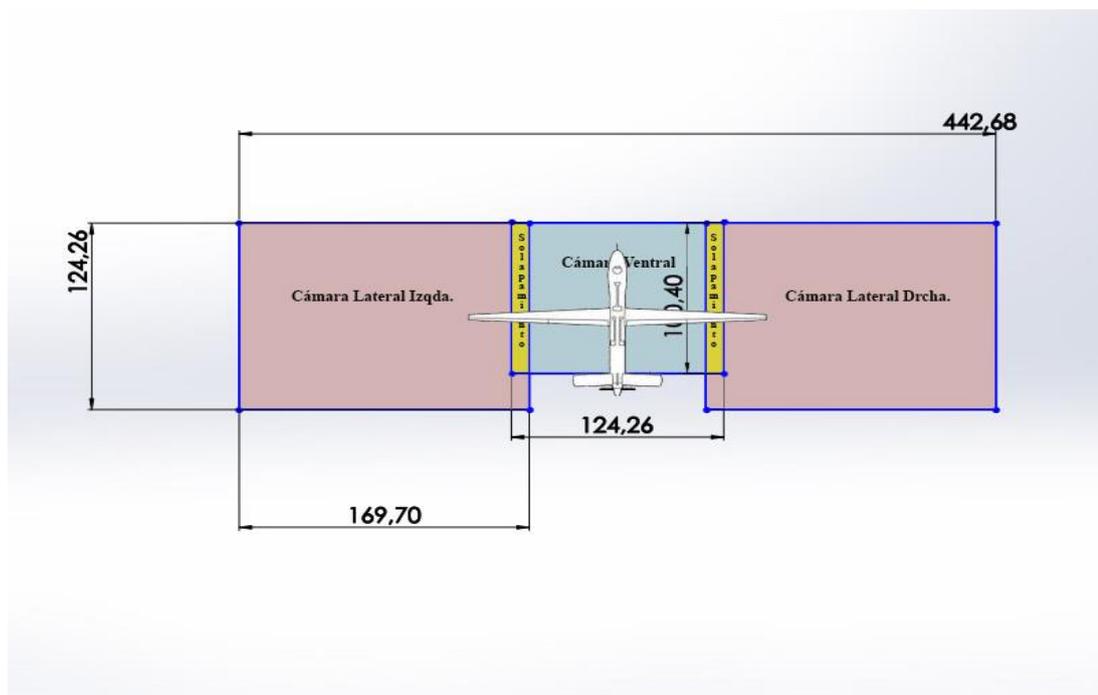
Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y Autor).

Con todos estos datos, se han realizado las imágenes nº12 y 13 en las que se puede apreciar la superficie que barren las 3 cámaras IR:

Ilustración 12: Proyección del campo de visión de las 3 cámaras IR.



Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y Autor).

Ilustración 13: Proyección del campo de visión de las 3 cámara (2).

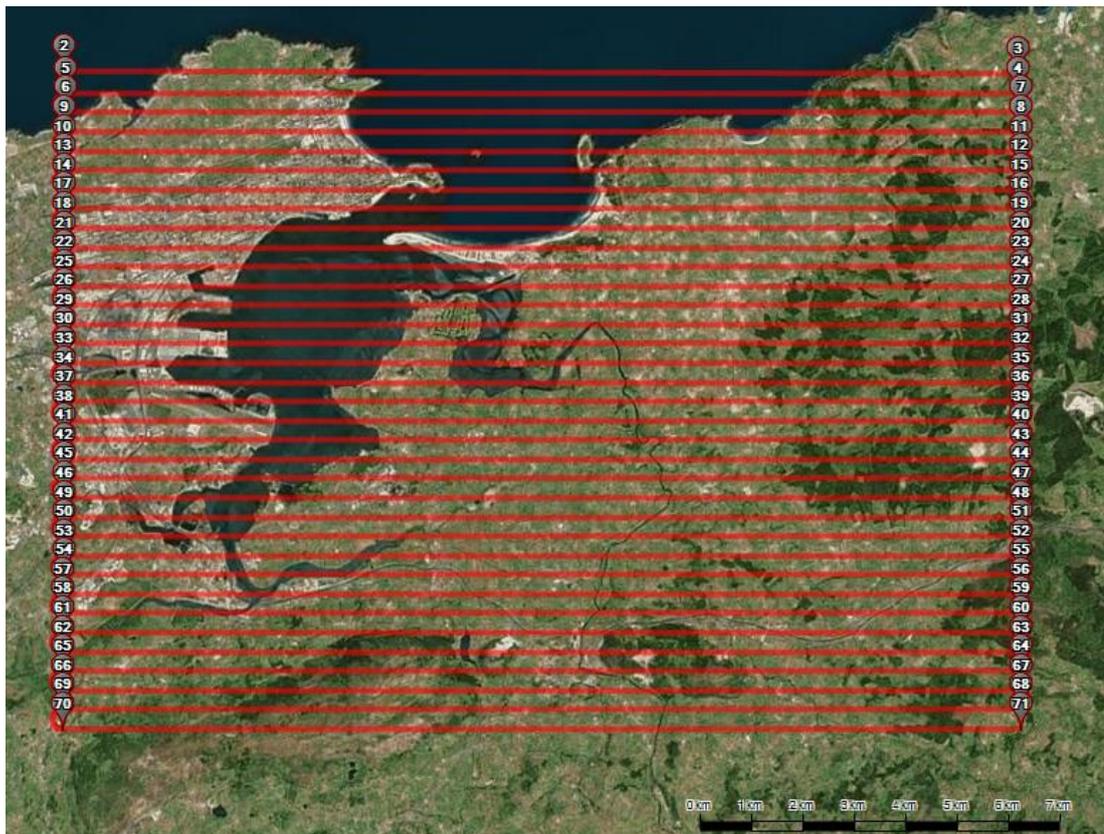
Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y Autor).

En las dos imágenes anteriores, se puede ver como con esta distribución se consigue que el vigía situado en los monitores, tenga una imagen continua de rastreo de 52.543 m² es decir, la superficie de 7,35 campos de fútbol como el Santiago Bernabéu de 105x68 m. Las cámaras han sido distribuidas para que la línea frontal de las tres cámaras este alineada. Con esta distribución podríamos detectar teóricamente un objeto por la noche a 150 m de altura de 1,5x0.5 m.

5.2.3. LA SIMULACIÓN DE PLAN DE VUELO CON BARRIDO PARALELO Y EN CUADRADO EXPANSIVO CON CÁMARAS IR.

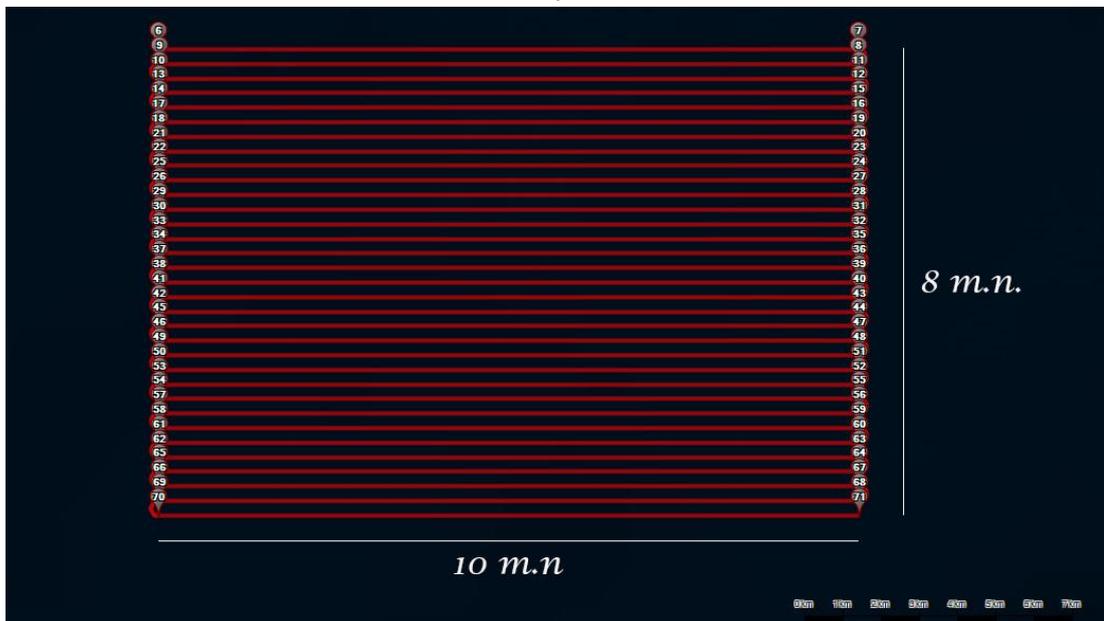
Con estos datos se ha calculado que este UAV, podría barrer un área de 10x8 m.n. a 150 m de altura, con una velocidad de vuelo de 37 nudos en aproximadamente 9.5 horas y a 400 m de altitud en unas 4,3 horas. En las imágenes 14, 15 y 16, con la ayuda de un piloto automático propiedad de Argos IDI S.L., se ha generado la simulación de una búsqueda con barrido en paralelo, para un rectángulo de 10x8 m.n., a 150 m y a 400 m respectivamente, sobre la ciudad de Santander y alrededores para tener una referencia del tamaño del rectángulo.

Ilustración 14: Simulación de barrido en paralelo para un rectángulo de 10x8 m.n a 150 m de altitud.



Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y Autor).

Ilustración 15: Barrido en paralelo a 150 m de altitud.



Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y Autor).

Con este UAV se necesitan 34 pasadas para cubrir el rectángulo de 10x8 m.n.

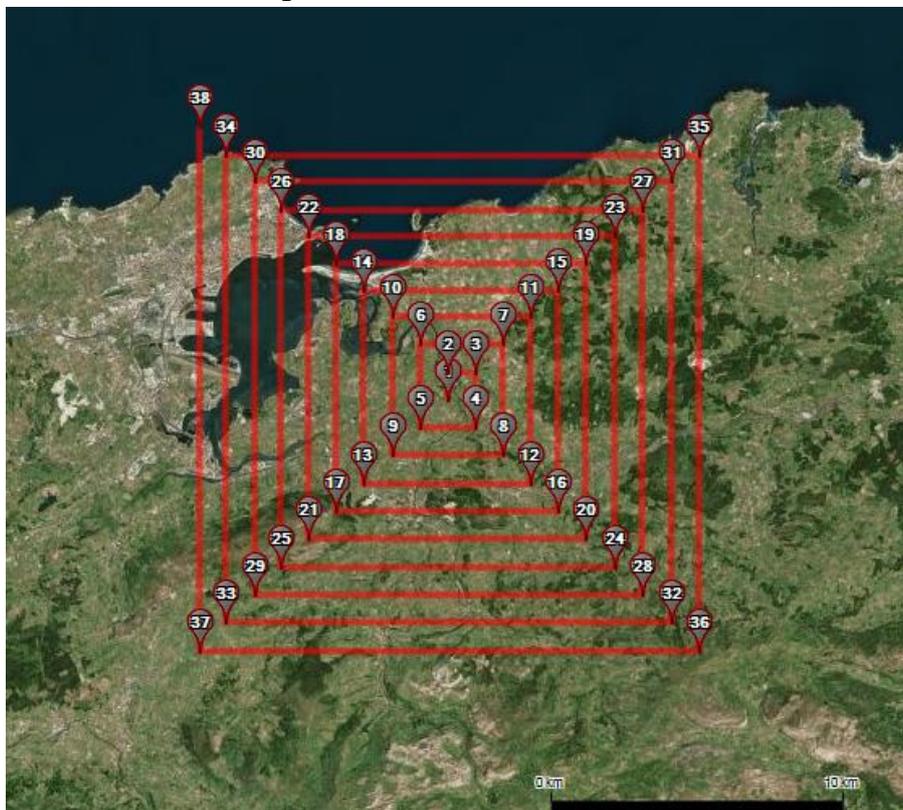
Ilustración16: Simulación de barrido en paralelo para un rectángulo de 10x8 m.n a 400 m de altitud.



Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015 y Autor).

En este caso el barrido se realiza a 400 m de altura y son necesarios 16 pasadas para cubrir toda la superficie.

Ilustración 17: Simulación de barrido por cuadrado expansivo para un rectángulo de 10x8 m.n a 400 m de altitud.



Fuente: (ARGOS IDI S.L. 2015).

En la imagen anterior, se ha generado una simulación de búsqueda por cuadrado expansivo a una altura de 400 m para un área de 80 m.n.². Con la configuración de las cámaras IR tendríamos una amplitud de barrido horizontal de 0,64 m.n.

5.2.4. LA CONFIGURACIÓN DEL UAV CON CAMARAS EO.

La única diferencia con la otra configuración, es que en lugar de llevar las dos cámaras laterales IR, llevaría dos cámaras block EO FCB-EV7100 de la casa SONY. Estas cámaras, al llevar un zoom óptico x10, permiten al operador configurar fácilmente la imagen. Con un FOV de entre 7,6° y 67° se pueden conseguir campos de visión más amplios que con cámaras IR, ajustando el zoom en función de las necesidades de la misión.

5.3. LOS COSTES DE ESTE EQUIPO.

El precio aproximado de todo el equipo es de 296.300€. Además de esta valoración, habría que tener en cuenta el gasto de mantenimiento que podría generar, aunque nunca podrá ser comparado al de un helicóptero o el de un avión tripulado, que serán mucho más elevados. El gasto en combustible es prácticamente despreciable, si lo comparamos con aviones o helicópteros de patrulla marítima, ya que el consumo es muy bajo. Además, la formación que requiere un técnico operador de vuelo, es mucho más económica que la de un piloto de helicóptero o un avión. En la tabla nº 5 se ha desglosado el precio aproximado del UAS:

Tabla 5: Desglose aproximado de precios del UAS.

	CANTIDAD	PRECIO
El sistema UAS con dos UAV adaptados sin óptica	1 Unidad	200.000 €
Cámara EO FCB-E7100	3 Unidades	6.000 €
Cámara Tau 2 640 13mm	2 Unidades	30.000 €
Cámara WDR770 con lente de 3,6 mm	2 Unidades	300 €
Domo ventral	2 Unidades	80.000 €
	TOTAL:	296.300 €

Fuente: Autor.

CONCLUSIONES.

Primera:

El uso de UAS no excluye la utilización de otros medios aeronavales sino que los optimiza y los complementa. En caso de accidente las consecuencias son mínimas al ser una aeronave no tripulada, ligera y de dimensiones pequeñas.

Segunda:

El sistema UAS como parte del equipo para la realización de las operaciones de búsqueda y control de un buque polivalente como el “Don Inda”, amplía la eficacia y aminora los costes de una búsqueda aérea. Además permitirá reducir el empleo de otros recursos más costosos, como helicópteros o aviones de patrulla marítima y por lo tanto la fatiga y riesgos que genera el empleo de aeronaves tripuladas.

Tercera:

Equipando el UAV con la distribución de las cámaras electro-ópticas e infrarrojas propuesta, se amplía el campo de visión y permite dar referencias visuales sin mover la cámara como del vigía. Sus capacidades permitirán la obtención de información de forma discreta, tanto de día como de noche.

Cuarta:

Un sistema como el que hemos definido, puede ser muy útil además de en misiones de salvamento marítimo o en labores de prevención de la contaminación, en misiones de protección marítima como la que en la actualidad desarrolla la Armada Española con UAS en la Operación Naval Atalanta en Somalia (Océano Índico).

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA.

- AERPAS 2014, *Drones, UAS, UAV, RPAS* [Asociación Española de RPAS - AERPAS], [Online]. Available: <http://www.aerpas.es/rpas/> [05/28/2015].
- Arbex Sánchez J.C. 2008, *El Salvamento Marítimo en España, 15 años de historia*. Autoedición y publicidad S.A. Available: <http://goo.gl/IXs5hT> [05/24/2015].
- ARGOS IDI S.L. 2015, *Adaptación de un UAV para ampliar su campo visual con cámaras IR*, Available: <http://www.argosidi.com>
- Armada Española 2015, *ENCOMAR, NCAGS (Naval Cooperation and Guidance for Shipping)*, Available: <https://goo.gl/HVmlu4> [06/12/2015].
- Arminio J.I. 2015, *Desaparece un hombre cuando cogía percebes cerca del Puente del Diablo*, El Diario Montañés edn, Editorial Cántabra S.A., Santander. Available: <http://goo.gl/F1lidb> [05/26/2015]
- Avellán L & Casqueiro J 2014, *La llegada de inmigrantes sin papeles a Europa*, 14 mayo edn, Ediciones El País S.L., Madrid/Bruselas. Available: <http://goo.gl/5LUS3e> [05/26/2015]
- Bernabé, M. 2015, *Naufraga al norte de la costa de Libia un pesquero con alrededor de 700 inmigrantes a bordo*, Digital, 19 de Abril edn, Unidad Editorial Información General S.L.U., Roma. Available: <http://goo.gl/8alhME> [05/26/2015]
- Esteban J.I. & Cuerno C. 2015, "Origen y desarrollo de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas por Control Remoto" in *LOS DRONES Y SUS APLICACIONES A LA INGENIERIA CIVIL*, Gráficas Arias Montano S.A., Móstoles, pp. 15. Available: <http://goo.gl/UOe881> [05/29/2015]
- Fernández Merino F & et al 2012, *Documentos de seguridad y defensa. Los vuelos no tripulados*, Ministerio de Defensa. Available: <http://goo.gl/9sc4Xq> [05/27/2015]
- FLIR Systems, 2015a, *¿Cómo funciona una cámara IR?* [Homepage of FLIR Systems, inc.], [Online]. Available: <http://goo.gl/7s3wFz> [06/05/2015].

- FLIR Systems, 2015b, *Tau 2 LWIR Thermal Imaging Camera Cores* [Homepage of FLIR Systems, inc.], [Online]. Available: <http://goo.gl/H0Ynky> [06/05/2015].
- Fomento 1992, *LEY 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado*, Ley edn, España, España. Available: <http://goo.gl/pz1s24> [05/23/2015].
- Godín, J. 2015, *Preparación de buques para operar en aguas con riesgo de piratería.*, La Coruña. Available: <http://goo.gl/hrY4YG> [05/26/2015].
- GOelectronic 2015, *SONY FCBEV7100 10x Zoom Full HD CMOS Block Camera*. Available: <http://goo.gl/DTpCIO> [06/05/2015].
- Granados Porcel, F.M. 2010, “DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD: INVENTORES E INVENTOS. DREBBEL Y EL SUBMARINO” Available: <http://goo.gl/3EqeNh> [06/07/2015].
- HOBBY WIRELESS 2015, *WDR770 700 Lines Very High Resolution OSD* Available: <http://goo.gl/AZYp6D> [06/13/2015].
- INSITU 2015, *SCANEAGLE 2*. Available: <http://www.insitu.com/scaneagle2> [06/12/2015].
- Junquera Vega O. 2014, *Optimización de la eficacia de una operación de búsqueda y rescate marítima*. Available: <http://goo.gl/JVtIIO> [06/04/2015].
- Mundo Drone 2014, *¿Cuándo se inventaron los Drones? Historia de los Drones I*. Available: <http://goo.gl/3SYZNZ> [01/06/2015].
- NSARC 2000, *United States National Search and Rescue Supplement to the International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual*, Washington. Available: <http://goo.gl/gQvVLZ> [05/04/2015].
- OEM CAMERAS 2015, *FLIR TAU 2 Thermal Camera*. Available: <http://goo.gl/3YW1u3> [06/13/2015].
- OMI & OACI 2010a, *Manual Internacional de los Servicios Marítimos de Búsqueda y Salvamento, IAMSAR 2010 Volumen I, Coordinación de Misiones (enmendado)*, 2010th edn, OMI, Londres.
- OMI & OACI 2010b, *Manual Internacional de los Servicios Marítimos de*

Búsqueda y Salvamento, IAMSAR 2010 Volumen II, Coordinación de Misiones (enmendado), 2010th edn, OMI, Londres.

Ordaz, P. 2014, *Un buque del CSIC rescata a 194 inmigrantes en el Mediterráneo*, digital, 10 Dic. edn, Ediciones El País S.L., Roma. <http://goo.gl/xEZz0H> Available: [05/27/2015]

Pereda C.F. 2015, *Dos misteriosos meses a la deriva*, 3 abril edn, Ediciones El País S.L., Washington. <http://goo.gl/NaW4Rb> [05/29/2015]

SASEMAR 2015, *Sociedad de Salvamento Marítimo y Seguridad Marítima* [Homepage of SASEMAR], [Online]. Available: <http://goo.gl/77gHMb> [05/29/2015].

SASEMAR 2010, *Plan Nacional de Seguridad y Salvamento Marítimo 2010-2018*, Autoedición y Publicidad, S.A. Available: <http://goo.gl/il7f7F> [06/07/2015].

SASEMAR 2009, *Folleto Don Inda*, Available: <http://goo.gl/kKLMJB> [06/12/2015].

SASEMAR 2006, "Salvamento marítimo incorpora el mejor buque polivalente de Europa", *MARINA CIVIL*, vol. 83, pp. 5-23. <http://goo.gl/DDB85o> [06/02/2015].

UAV Factory 2015, *Penguin C UAS*. Available: <http://www.uavfactory.com> [06/12/2015].

Vassallo, C.M. 2014, *Aeronaves sin piloto (Drones)*, edn, Centro de Estudios de Derecho Aeronáutico y Espacial, Buenos Aires. Available: <http://goo.gl/A7pRIX> [05/29/2015].

Villarejo E 2015a, *La Armada estrena en misión su primer <<drone>> el ScanEagle*. Available: <http://goo.gl/N9luKK> [06/12/2015].

Villarejo E 2015b, *El drone silencioso de la Armada Española ya está en el océano Índico*. Available: <http://goo.gl/jhMluz> [06/12/2015].

Villarejo E 2014, *La Armada Española diseña su primera unidad de pilotos de <<drones>>*. Available: <http://goo.gl/IgBt52> [06/12/2015].

Zamakona Yards 2013, *Buques de Rescate, Referencias de Barcos Construidos "Don Inda"*. Available: <http://goo.gl/oPb2g1> [03/06/2015].

**ANEXO I: USO DE UAS EN LABORES DE PROTECCIÓN
MARÍTIMAS EN EL MARCO DE LA OPERACIÓN ATALANTA.**

USO DE UAS EN LABORES DE PROTECCIÓN MARÍTIMAS EN EL MARCO DE LA OPERACIÓN ATALANTA.

*“La operación Atalanta comenzó el 8 de diciembre de 2008 tras ser aprobada por la UE y su misión es proteger a los mercantes que transportan alimentos del Programa Mundial de Alimentos (WFP, en sus siglas inglesas), reforzar la seguridad marítima y contribuir a la lucha antipiratería en aguas del Golfo de Adén y la cuenca de Somalia», informan desde la Armada” (Villarejo E 2015a). Esta es su cuarta prórroga y se prevé que finalice a finales del 2016. Durante el tiempo que lleva activada la operación “Atalanta”, se han ido modificando tanto las zonas de operaciones como los cometidos. El coste que supone la piratería en la costa de Somalia, justifica la intervención militar de la operación “Atalanta” y según el artículo publicado en Abril del 2015 por Godín, el gasto “no está limitado a los problemas derivados de la sustracción o retención de la carga y a los efectos psicológicos sobre las dotaciones de los barcos (un secuestro medio puede durar siete meses), y los sobrecostes en los seguros por «prima de guerra», «prima de secuestro y rescate», de «carga» y «casco» llegan a ser espectaculares. Según el informe *The economic cost of maritime piracy de la citada Oceans Beyond Piracy*, existen costes (en el caso de Somalia) que afectan seriamente a los armadores por:*

— *Pago de rescates (238 millones de dólares en 2010, 10 millones en 2013).*

— *Primas de seguros (se multiplicaron por 300 en Somalia de 2008 a 2011; una prima de war risk en Somalia costaba hasta 150.000 dólares en 2010 por barco y viaje, si bien ha bajado un 68 por 100 de 2012 a 2013).*

— *Re-routing si elegimos tránsitos alternativos. Este caso ya no se da en Somalia.*

— *Equipos de seguridad si se decide su contratación (80.000 dólares en 2010). En 2013, el gasto en Somalia era de 635 millones de dólares.*

La ONG mencionada calcula que la piratería de Somalia costó en 2010 entre 7 y 12 billones de dólares al conjunto de los afectados, incluyendo países limítrofes y organismos internacionales, y entre 3 y 3,2 billones de dólares en 2013.

En cuanto al coste de los seguros, el Joint War Committee, compuesto por representantes financieros de la Lloyd's Market Association (corredores y brokers de seguros) y de la IUA (International Underwriting Association), es quien fija a nivel internacional las áreas geográficas de riesgo a efectos de las primas de los seguros para coberturas en caso de confiscación, piratería, huelgas, terrorismo o guerra” (Godín 2015). La ONG que menciona es la Oceans Beyond Piracy. Viendo los resultados obtenidos con el pago de menos rescates, el abaratamiento de las primas de los seguros, el re-routing que ya es inexistente y la reducción del coste según la ONG en Somalia, se puede afirmar que la operación “Atalanta” está siendo un éxito.

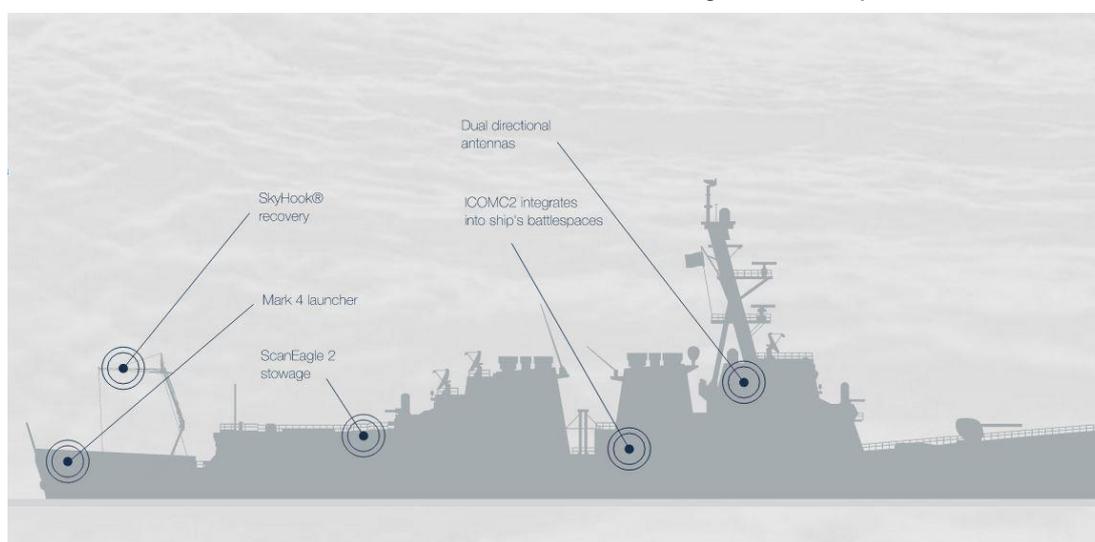
Dentro de la operación “Atalanta” y gestionado por el ENCOMAR (Entorno Colaborativo Marítimo de la Armada), está la célula NCAGS que “es un sistema militar de cooperación que proporciona guía, consejo y asistencia a la comunidad mercante, reforzando la seguridad y protección de los buques que voluntariamente se adhieren a él, a la vez que minimiza las interferencias que pueden producirse entre las actividades desarrolladas por las unidades navales y el tráfico mercante que transita el Área de Operaciones (AOO)” (Armada Española 2015). Con este sistema se pretende coordinar, sincronizar y evitar interferencias de buques civiles en zonas donde se están desarrollando operaciones militares. Se consigue que los buques civiles mejoren sus condiciones de seguridad durante el tránsito, evitan retrasos producidos por posibles operaciones militares en la zona, mejora la capacidad de respuesta ante una amenaza, y reduce el potencial de las primas de riesgo en las pólizas de los seguros. Por su parte las fuerzas militares consiguen un mejor control de la actividad mercante de la zona, disminuyen las interferencias en sus operaciones, mejoran la seguridad, mejoran la eficacia y eficiencia de las operaciones militares, comprenden mejor las limitaciones del tráfico mercante y mejoran su capacidad antiterrorista (Armada Española 2015).

Básicamente funciona de la siguiente forma: los buques mercantes de manera voluntaria informan al COVAN (Centro de Operaciones y Vigilancia Marítima) de su intención de pasar por la zona donde está desplegada la célula NCAGS, a partir de ese momento el COVAN monitoriza y organiza el tránsito por la zona, en función de la velocidad de los buques concentrándolos en un área de reunión y asignándoles horas de tránsito. Estos buques, pasarán a través de corredores de tráfico marítimo que estarán controlados

en todo momento por las fuerzas militares desplegadas en la zona y con esto se evita el re-routing. Es aquí donde entra en acción el UAS de la Armada Española. Con el uso de esta tecnología la armada tendrá en vuelo durante el tránsito de los buques mercantes, un UAV de ala fija que estará monitorizando la actividad de la zona de paso, hasta que la hayan atravesado todos los barcos que participan de forma voluntaria en el dispositivo.

El sistema ScanEagle que emplea la Armada Española, está diseñado por INSITU, empresa filial de Boeing. Este UAS, está formado por una UAV de ala fija, una estación base, es lanzado con un sistema de catapulta y su recuperación la realiza mediante un sistema skyhook. *“Su tamaño y peso son reducidos, por lo que unido a su sencillez en el lanzamiento y recuperación lo hace especialmente útil para su empleo en buques, principalmente en los de pequeño tamaño. Además es adaptable a varios buques o instalaciones en tierra. Sus capacidades permitirán la obtención de información de forma discreta, tanto de día como de noche. Además permitirá reducir el empleo de otros recursos más costosos, como helicópteros o aviones de patrulla marítima y por lo tanto la fatiga y riesgos que genera el empleo de aeronaves tripuladas», explican las mismas fuentes de la Armada”* (Villarejo E 2014).

Ilustración 18: Distribución de un UAS ScanEagle en un buque militar.



Fuente: (INSITU 2015).

Ilustración 19: Imagen del SkanEagle adquirido por la Armada Española.

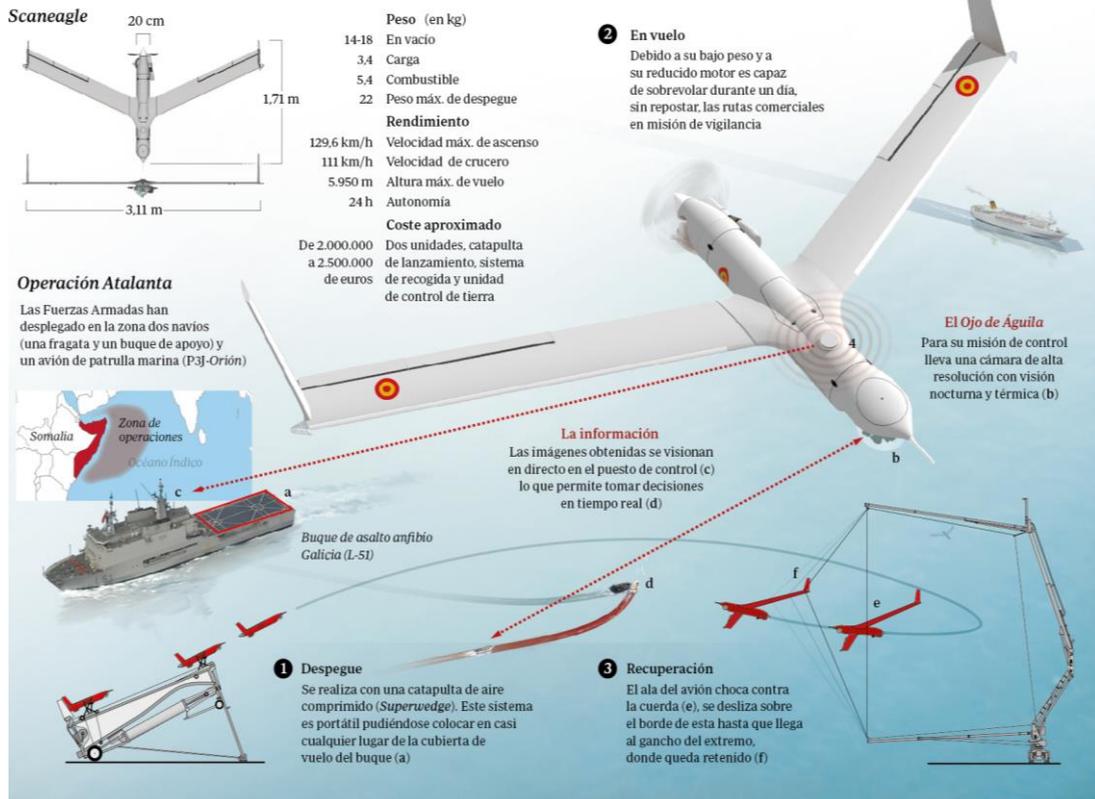


Fuente: (Villarejo E 2015b).

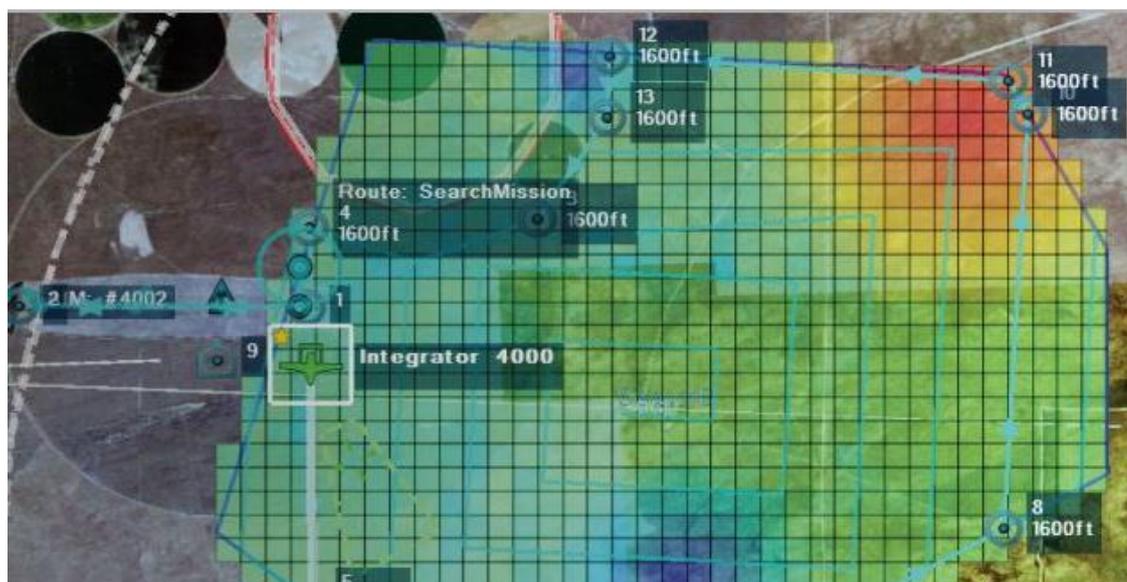
Ilustración 20: Gráfico de funcionamiento del ScanEagle.

Los nuevos ojos de la Operación Atalanta

España envía su nuevo drone de vigilancia, el *Sca eagle*, a las aguas del Índico para complementar la acción de control aéreo llevada a cabo por el *Lockheed P3J-Orión*



Fuente: (Villarejo E 2015b).

Ilustración 21: Búsqueda por cuadrado expansivo del ScanEagle.

Fuente: (INSITU 2015).

**ANEXO II: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE EL
BUQUE POLIVALENTE DE SASEMAR “DON INDA” Y EL
SISTEMA UAS PENGUIN C DE “UAF FACTORY”.**

Ilustración 22: Folleto del buque polivalente Don Inda 1/6.

Fuente: (SASEMAR 2009).

Ilustración 23: Folleto del buque polivalente Don Inda 2/6.





BUQUE POLIVALENTE

BUQUE POLIVALENTE DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN, SALVAMENTO Y RESCATE

Para misiones de asistencia y remolque en la mar en cualquier condición meteorológica. Dispone de equipos de recogida de residuos de hidrocarburos por medio de brazos flotantes, barreras y "skimmers", así como aplicación de dispersantes. Está capacitado para funcionar como buque de apoyo en determinadas operaciones con buceadores, bomberos, etc., así como para el manejo de boyas, anclas, objetos a la deriva, etc.

Esiora Total	80,00 m.
Manga	18,00 m.
Puntal	8,25 m.
Velocidad	17,50 nudos
Tiro a Punto Fijo	220 tons.
Autonomía	9.000 millas
Tripulación	18 personas + 6 reserva
Equipo contra incendio	FIFI-2 / Water Spray
Posicionamiento Dinámico	DP2 (DYNAPOS AM / AT R)
Capacidad Tanque al 100%	
- Tanques F.O	1.507,90 m3
- Agua	531,80 m3
- Residuos Hidrocarburos	1.748,40 m3
- Espuma	41,70 m3
- Dispersante	25,40 m3



PROPULSION Y MANIOBRABILIDAD

El buque esta propulsado por 4 motores diesel accionando cada pareja una hélice de paso variable (2 en total) alojada en una tobera. Su maniobrabilidad se incrementa por 2 hélices en proa de accionamiento eléctrico, una de tipo retráctil y otra transversal super silenciosa. En popa se ubican otras 2 hélices transversales de paso controlable. Esta disposición garantiza un sistema de posicionamiento redundante de Clase 2 controlado por "joystick".




- Motores Principales 4 BERGEN B32-40L6P
- Entrega máxima continua (MCR).... 4 x 4.000 kW. (5.440 BHP)
- Revoluciones 750 R.P.M.
- Propulsión ; 2 KAMEWA ULSTEIN FODIII P1/4 4100N

EQUIPOS ELECTRÓNICOS

- Radar Banda X
- Radar Banda S
- Radiogoniometro MF/HF
- Radiogoniometro VHF AIS
- Girocompas Satellite
- Piloto Automático
- GPS
- Eco-sonda
- Repetidor Sonda
- Sistema ECDIS
- VDR
- DGPS

COMUNICACIÓN EXTERIOR

- GMDSS A1+A2+A3
- VHF-DSC
- VHF aeronautic
- MF/HF DSC
- Inmarsat C
- Video conferencia

GRÚAS

El buque dispone de 2 grúas DREGGEN para el manejo del equipamiento que puede cargar y operar en la cubierta de popa, embarque y desembarque de containers de 10' y 20', y otros. De las siguientes características:

- SWL..... 20 tons.
- Alcance máximo... 15,00 m
- Alcance mínimo.... 3,7 m



Fuente: (SASEMAR 2009).

Ilustración 24: Folleto del buque polivalente Don Inda 3/6.

DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN



MAQUINILLAS

En cubierta, el buque dispone de todos los elementos para amarre, fondeo, rescate, asistencia, maniobra de remolque y manejo de anclas como son:



- 1 maquinilla combinada de molinete y chingre de amarre de 40 tons. al freno.
- 2 cabrestantes a popa de 10 tons. de tiro.
- 1 maquinilla de remolque a proa de 95 tons. de tiro.
- 1 maquinilla de remolque de 2 carretiles tipo cascada. Capacidad para 1,300 m de cable de 78 mm cada uno, 307 tons. en tiro y 550 tons. a freno dinámico.
- 1 gancho de remolque tipo disk de 250 tons. de carga de trabajo.
- 2 maquinillas de maniobra de 10 tons. para cable de 300 m de 16 mm de diámetro.
- 2 juegos de rodillos guía para una carga de trabajo de 400 tons. y mordaza de 500 tons. en popa.
- 1 Pórtico de Popa con una capacidad de 100 tons. a 8 m de popa del buque.



Fuente: (SASEMAR 2009).

Ilustración 25: Folleto del buque polivalente Don Inda 4/6.

ACCIÓN, SALVAMENTO Y RESCATE

RECOGIDA DE RESIDUOS Y ALMACENAMIENTO

El buque recoge, almacena y descarga hidrocarburos procedentes de derrames ó buques siniestrados. Los residuos se trasiegan mediante bombas de carga hasta el interior del buque y, una vez de decantados, a tierra. Para ello cuenta con:

- 2 Brazos Flotantes de recogida de 15 metros
- Capacidad Bombeo de Hidrocarburos de los brazos; 2 x 360 m³/h
- Capacidad de Bombeo en descarga de tanques sumergibles; 3 x 450 m³/h
- Barreras; 1x300 m autoinflable 1000 mm francobordo
- Skimmers TRANSREC 150
 - Capacidad Bomba Viscosidad normal; 400 m³/h
 - Capacidad Bomba Alta viscosidad; 2 x 100 m³/h 10 bar
- 2 brazos de 5,1 m para dispersante
- Planta de Gas inerte de Nitrógeno de 40Nm³/h

SISTEMA CONTRA INCENDIOS EXTERIOR

"FIRE-FIGHTING SHIP 2 WATER SPRAY" para incendios en otros buques situados hasta una distancia de 160 m y 70 m de altura y autoprotección.

- Bombas anti-fuego 2 x 4170 m³/h a 16 bar
- Bomba espumógeno..... 2 x 36 m³/h a 8 bar
- Monitores (Espumógeno/Agua) 2 x 300 m³/h [1800 (agua)]
- Monitores (Agua)..... 3 x 2400 m³/h
- Sistema de Agua/spray..... 1140 m³/h



EMBARCACIONES DE TRABAJO Y RESCATE

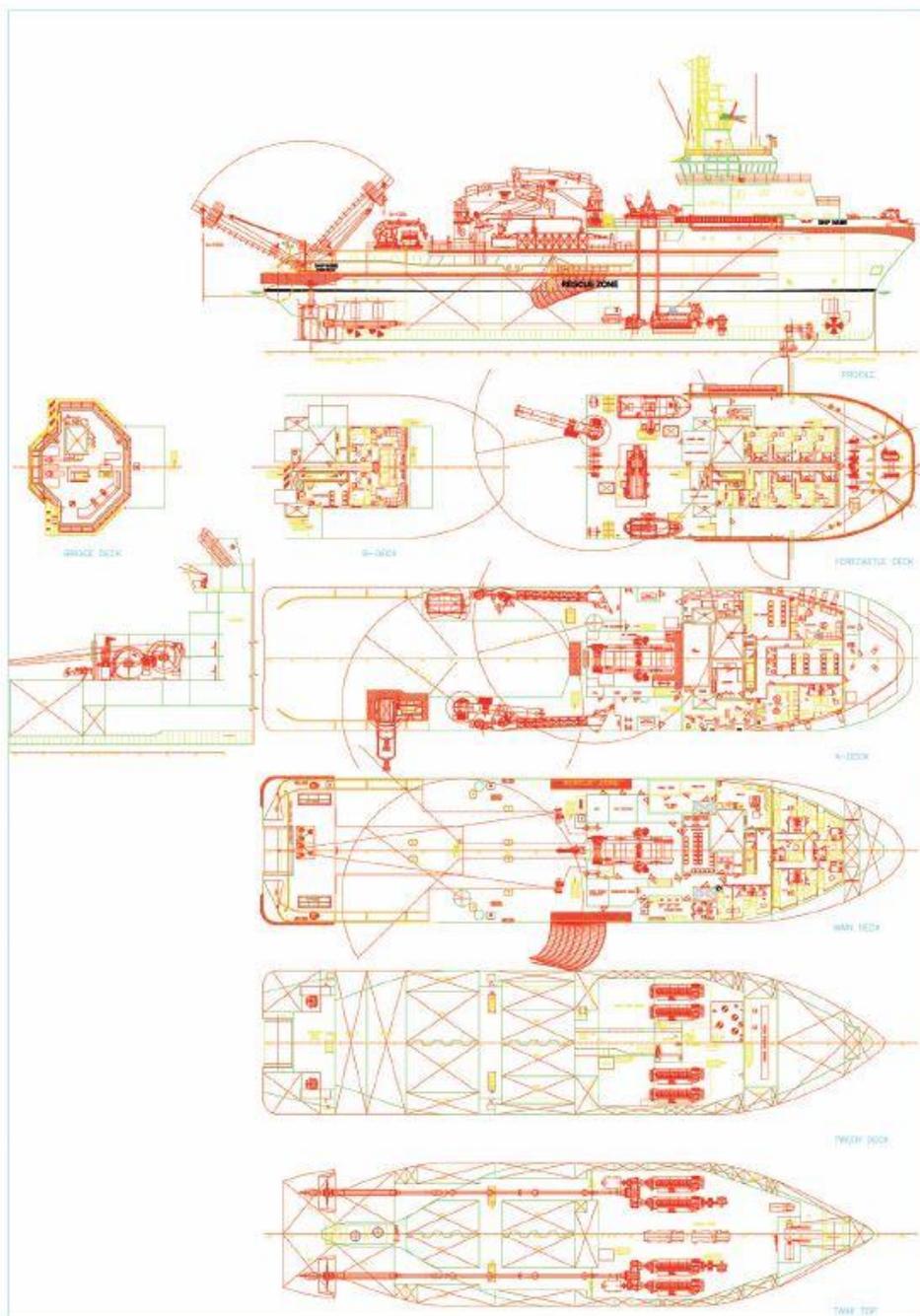
El buque cuenta con 2 embarcaciones auxiliares:

- 1 para labores de rescate y salvamento con propulsor waterjet de 200 H.P. (33 nudos).
- 1 para recogida de residuos, tendido de barreras, remolque, equipos auxiliares, etc. Su tiro a punto fijo es de 2 tons. y su velocidad 15 nudos.



Fuente: (SASEMAR 2009).

Ilustración 26: Folleto del buque polivalente Don Inda 5/6.



SOCIEDAD DE SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA
 C/ Fruela, 3 - 28911 MADRID (ESPAÑA)
 Tlf.: (+34) 91 755 91 00 • e-mail: info@sasemar.es
 Fax: (+34) 91 755 91 09 • web: www.salvamentomaritimo.es



Fuente: (SASEMAR 2009).

Ilustración 27: Folleto del buque polivalente Don Inda 6/6.

SOCIEDAD DE SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA



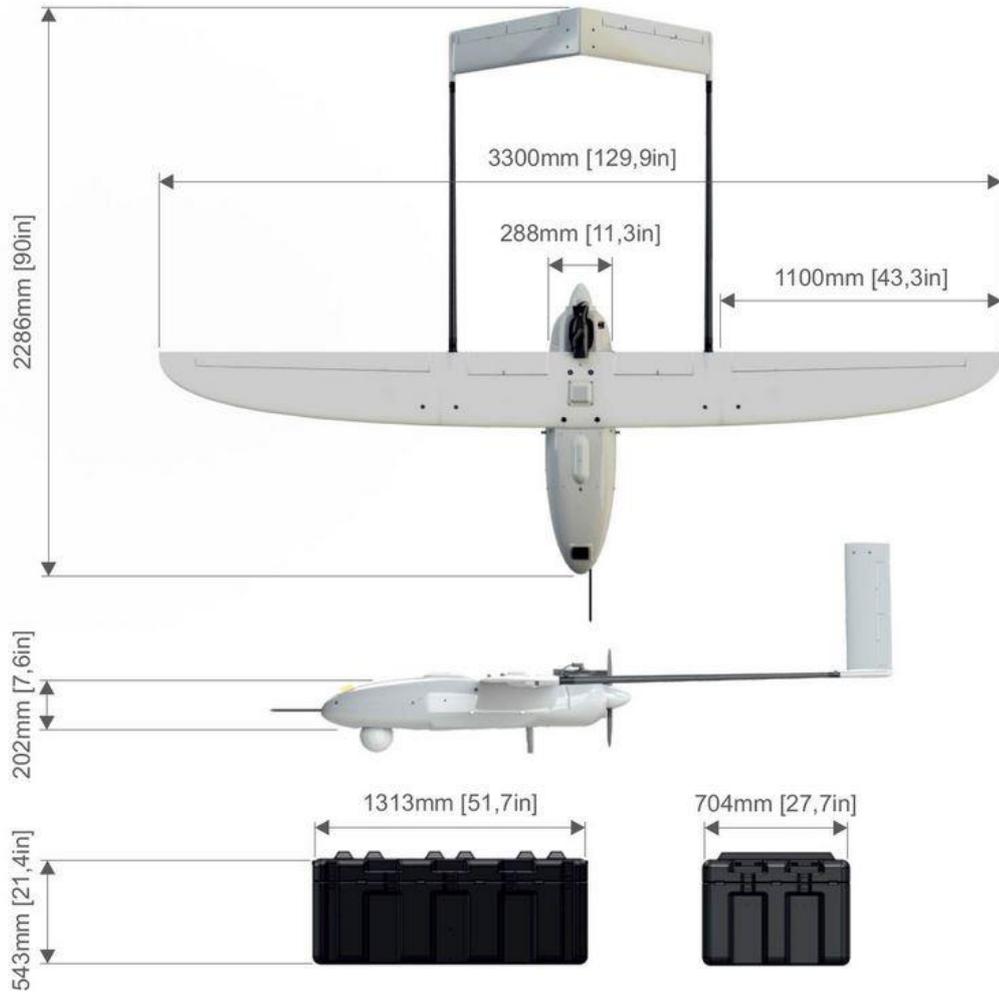
Este nuevo buque está dotado con los medios más avanzados para labores de remolque, asistencia a buques y plataformas, salvamento, rescate y lucha contra incendios y contaminación.

De este modo la **SOCIEDAD DE SALVAMENTO MARÍTIMO** del Ministerio de Fomento aumenta decisivamente su capacidad de intervención ante cualquier situación de crisis marítima.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE LA NAVIGA MERCANTE
Salvamento Marítimo

Fuente: (SASEMAR 2009).

Ilustración 28: Características Penguin C de UAV Factory.

Fuente: (UAV Factory 2015).

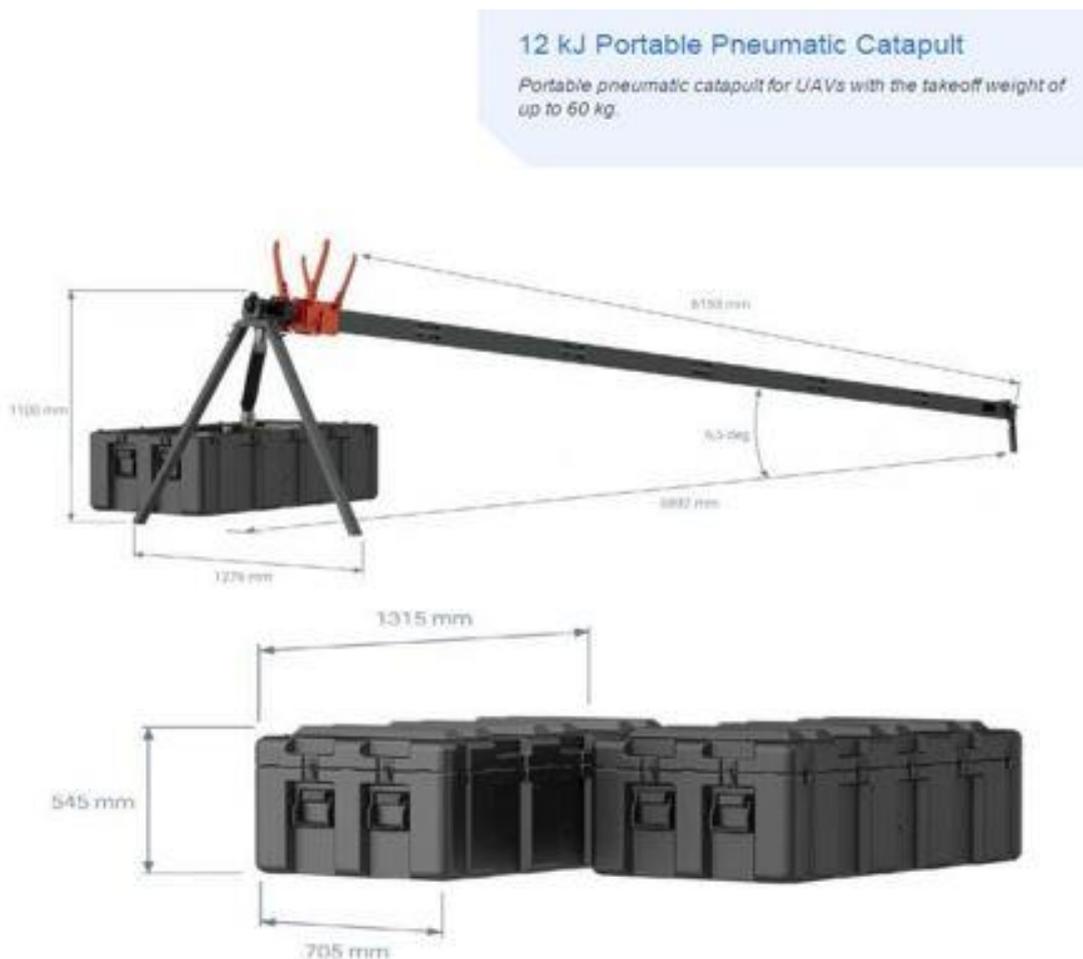
Ilustración 29: Especificaciones Pengin C UAF Factory.

Product Specification

AIRCRAFT SPECIFICATIONS	VALUE
Wingspan	3.3 m/ 10.8 ft
MTOW	22.5 kg / 49.6lbs.
Endurance	20 hours
Range	100 km/ 60 miles
Cruise speed	19-22 m/s / 37-43 knots
Max level speed	32 m/s / 62.2 knots
Ceiling	4500 m / 15 000 ft MSL
Takeoff	Pneumatic Catapult, fully autonomous
Maximum takeoff altitude	3000m /10 000 ft AMSL
Recovery	Parachute recovery, airbag
Operational temperature	-25° C to +40° C
Anti- icing measures	Heated Pitot- static tube. Flight in icing conditions is not approved.
Environmental protection	< 5 millimeters/hour rain. Pitot with drain.
PROPULSION SYSTEM	VALUE
Engine Type	28 cc, fuel injected
Temperature control system	Automatically controlled via mechanical flap
Fuel type	98 Octane, oil mix
Generator system	100W onboard generator system
PAYLOAD SPECIFICATIONS	VALUE
Payload type	Day/night gyro stabilized
Advanced features	Target Tracking, Electronic Stabilization, Moving Target Indicator
Mounting	Motorized retract with anti-vibration damping
DATA LINK SPECIFICATION	VALUE
Frequency	2.304-2.364 GHz, 2.405-2.470 GHz, 5.00-5.800 GHz
Link Rate	Up to 12 Mbps
Encryption	128 bit AES / 256 bit AES
FLIGHT CONTROL SYSTEM	VALUE
Autopilot type	Piccolo, Cloud Cap Technology
GROUND CONTROL STATION	VALUE
Type	Portable, Dual touchscreen displays
GROUND DATA TERMINAL	VALUE
Type	Tracking high gain directional antenna
CATAPULT SYSTEM	VALUE
Type	Portable pneumatic, 6000 J launch energy
Packed Size	1313 x 704 x 543 mm

Fuente: (UAV Factory 2015).

Ilustración 30: Catapulta de lanzamiento.



Key Features

The catapult features a rugged aluminum structure, which can be disassembled into a man portable transportation case. UAV Factory offers carriage customization services for client's unmanned aircraft vehicles.

- 12.2 kJ man-portable catapult.
- 24 m/s maximum speed.
- Designed for 1000s of launches.
- Simple and quick assembly.
- Smart safety features.
- Well defined maintenance schedule.
- Can be factory customized for client's UAV's.



Remote control box with advanced safety features: audible alarm, voltage and pressure displays, permanent launch counter.



Integrated compressor with reverse polarity protection, thermal shutdown and pressure relief valve.



Reliable carriage with foldable legs, rope length adjustment and safety pin. Carriage is made of hard anodized aluminum for maximum wear resistance.

Fuente: (UAV Factory 2015).

Ilustración 31: Características de la Ground Control Station.

UAV FACTORY
UNMANNED PLATFORMS
AND SUBSYSTEMS



- Universal off-the-shelf ground control station
- Based on fully ruggedized Panasonic CF-31 Toughbook
- Integrated Toughbook docking station
- Two Hot-swappable lithium batteries
- User-dedicated modular electronics compartment
- Two 12 V power outputs for datalinks
- Comprehensive set of connections
- Super bright 17" and 13" touch screen displays
- 10-32 VDC input range

UAV Factory USA LLC
50 South Buckhout Street
Irvington, NY 10533 USA
Phone: +1 (914) 591 3070

Datasheet v 2.0

PORTABLE GROUND CONTROL STATION

A Universal Off-the Shelf Solution



System Overview:

UAV Factory's off-the-shelf portable Ground Control Station (GCS) is a flexible and universal solution for controlling unmanned vehicles and payloads. By using a unique, modular electronics compartment (MEC), application specific hardware can be quickly installed. This flexibility allows the GCS to be configured to control unmanned aircraft vehicles (UAV), ground robots, bomb disposal robots, remotely operated vehicles (ROV) and other robotic devices. The GCS can also be configured to control and monitor measurement and sensing equipment.

Based on Panasonic's field proven CF-31 Toughbook, the GCS has additional 17" sunlight readable touch screen display, advanced power distribution system with hot-swappable dual batteries and status monitoring features. The GCS is housed in a military grade rugged lightweight case which makes it ideal for use in harsh environments.

Dimensions:



Fuente: (UAV Factory 2015).

Ilustración 32: Características de la *Ground Control Station*.

Parameter	Value
Dimensions	1000 x 420 x 170 mm
Weight (excl. Panasonic Toughbook CF-31)	18.9 kg
Environmental protection	IP66 when closed
Operating temperature	(-20 to +60 °C)
Electronics compartment dimensions	320 x 270 x 80 mm
Electronics mounting base	M4 threaded mounting grid, 45 mm pitch, aluminum mount kit included
Accessory bag internal dimensions	220 x 160 x 70 mm
Case features	Rugged plastic case, side handles, carry handle, wheels, pressure purge valve, shoulder strap (optional)
Computer mounting	Docking

Mechanical Specifications:

Parameter	Value
DC input	10 – 32 VDC Over-voltage protection, reverse polarity protection
Battery type	Lithium Ion
Battery Capacity	108 Wh
Battery Operation time	2 hours (typical)
Connections (all routed to Panasonic CF-31)	2 serial (RS-232), 5 USB, 2 Ethernet, 1 Composite Video in (IMPERX video device needed), 1 VGA in (optional), 1 Microphone in, 1 Audio out, PCMCIA slot, HDMI
Connections to 17" display	Composite Video (Optional), external VGA input (Optional)
DC power output 1	12V 5A fused, 50 W
DC power output 2	12V 5A fused, 50 W
Antenna pass-through	Two 50 Ohm antenna pass-through to upper lid. SMA-RP termination, RG 142

Electrical Specifications:

Parameter	Value
Display Type	17 " TFT 1280 x 1024 (SXGA) Optional touch screen
Brightness	1600 nits
Signal source	Selectable between Panasonic Toughbook and external VGA input (Optional)

17" Display Specifications:

Parameter	Value
AC/DC adapter	110 - 240 VAC to 24 VDC complete with push-pull connector
Power supply cable	with push-pull connector, unterminated, 12 AWG, 5 m
GCS foldable stand	
Shoulder strap	

Accessories:

UAV Factory USA LLC
50 South Buckhout Street
Irvington, NY 10533 USA
Phone: +1 (914) 591 3070
Fax: +1 (914) 591 3715
sales@uavfactory.com

www.uavfactory.com

Fuente: (UAV Factory 2015).

Ilustración 33: Características de la *Ground Control Station*.



- Intuitive power monitoring display
- Over-voltage, over-current, reverse polarity protection
- Battery over-discharge protection
- User-serviceable fuses
- Removable Cordura bag for accessories
- Carry handles, wheels and shoulder strap
- Ruggedized and lightweight design



GCS with optional foldable stand.



GCS with optional shoulder strap.

UAV Factory USA LLC
50 South Buckhout Street
Irvington, NY 10533 USA

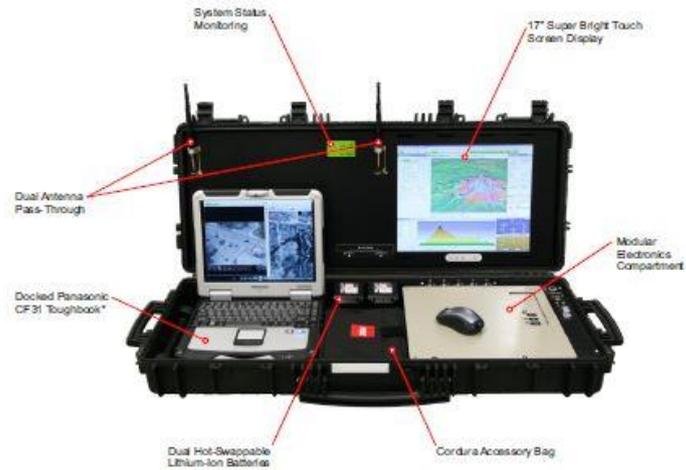
Features:

The GCS can be configured for many different applications by using the modular electronics compartment. The modular electronics compartment contains a comprehensive set of connections which allows the user to install application specific hardware such as autopilot RF-modems, video receivers, data links, data storage and recording devices. The connection ports are routed directly from the electronics compartment to the docked Panasonic CF-31. This makes all hardware installation essentially plug and play.

With the capability to be powered from 10-32 VDC, the GCS can be used anytime, anywhere. Dual hot-swappable Lithium batterie provide up to 2 hours operation time. Batteries can be hot-swapped without restarting the GCS, allowing for extended operation time.

The integrated power distribution system provides two 12VDC, 50 W power outputs for the equipment in the electronics compartment as well as external devices that are used in conjunction with the GCS. Sensitive electronic equipment is protected by built in power safety features including over-voltage protection, over-current protection, reverse polarity protection and battery over-discharge protection.

The GCS is housed in a military-grade transportation case for maximum protection. A removable Cordura accessories bag makes it convenient to carry small components and accessories such as a joystick, mouse, wiring, antennas, external GPS antenna.



*Panasonic Toughbook CF-31 is not included with GCS and needs to be purchased separately from your local supplier

Computer Specifications (not included with GCS):

Parameter	Value
Model	Panasonic Toughbook CF-31 (specifications as per manufacturer datasheets)
Durability	MIL-STD-810G & IP65 certified (6' drop)
Display Type	13.1" XGA touch screen LED 1024x768
Brightness	1100 nits

Fuente: (UAV Factory 2015).

**ANEXO III: ESPECIFICACIONES DE LAS CÁMARAS
UTILIZADAS EN EL UAV.**

Ilustración 34: Tau 2 LWIR Thermal Imaging Camera Cores.

Specifications			
Overview	Tau 640	Tau 336	Tau 324
Thermal Imager	Uncooled VOx Microbolometer		
FPA / Digital Video Display Formats	640 × 512	336 × 256	324 × 256
Analog Video Display Formats	640 × 480 (NTSC); 640 × 512 (PAL) ¹		
Pixel Pitch	17 μm		25 μm
Spectral Band	7.5 - 13.5 μm		
Full Frame Rates	30 Hz (NTSC) 25 Hz (PAL)	30/60 Hz (NTSC) 25/50 Hz (PAL)	
Exportable Frame Rates	7.5 Hz NTSC; 8.3 Hz PAL		
Sensitivity (NETD)	<30 mK at f/1.0		
Scene Range (High Gain)	-25°C to +135°C	-25°C to +100°C	-25°C to +135°C
Scene Range (Low Gain)	-40°C to +550°C		
Time to Image	<5.0 sec		
Factory Optimized Video	Yes		
Physical Attributes	Tau 640	Tau 336	Tau 324
Size (w/o lens)	1.75" x 1.75" x 1.18"		
Lensed & Lensless Configurations Available	Yes		
Precision Mounting Holes (M2x0.4) on 3 sides (2 per side)	Yes		
Sealable Bulkhead Mounting Feature on Lens Barrel (M29x1.0), WFOV Only	Yes		
Radiometric Features	Tau 640	Tau 336	Tau 324
Isotherms	See Product Spec page 34 Section 3.3.3.1		
Spot Meter	Temperatures measured in central 4x4		
Advanced Radiometry	Improved accuracy, moveable spot meter, image metric data, T-Linear (digital output) (OEM part number required, additional charge)		
Image Processing & Display Controls	Tau 640	Tau 336	Tau 324
NTSC/PAL (field switchable)	Yes		
Image Optimization	Yes		
Digital Detail Enhancement	Yes		
Invert/Revert (analog and 8-bit digital)	Yes		
Polarity Control (black hot/white hot)	Yes		
Color & Monochrome Palettes (LUTs)	Yes		
Digital Zoom	2x, 4x, 8x	2x, 4x	
Continuous Zoom	Yes		
Symbology (256 gray & 256 color)	Yes, single-pixel resolution for all models		
Digital Video	Tau 640	Tau 336	Tau 324
LVDS (14-bit or 8-bit)	Yes		
CMOS (14-bit or 8-bit)	Yes		
BT.656 (8-bit)	Yes		
Camera Link (Expansion Bus Accessory Module)	Yes		
Slow Video Option (factory configured)	Yes		
Interfacing	Tau 640	Tau 336	Tau 324
Primary Electrical Connector	50-pin Hirose		
Input Power (max 2.5 amp during shutter)	4.0 - 6.0 VDC		
Power Dissipation, steady state	<1.2 W	-1.0 W	
Flat-Field Correction (FFC) Duration	<0.5 sec		
Power Reduction Switch (disables analog video)	Yes		
RS-232 Compatible Communication	57,600 & 921,600 baud		
External Sync Input/Output	Yes		
Discrete I/O Controls Available	Yes (10-camera minimum)		
Settable Splash Screens	Yes (10-camera minimum)		
User Configurability via SDK & GUI	Yes		
Dynamic Range Switching	No	Yes	
Environmental	Tau 640	Tau 336	Tau 324
Operating Temperature Range	-40°C to +80°C		
Non-Operating Temperature Range	-55°C to +95°C		
Temperature Shock	5°/min		
Operational Altitude	+40,000 feet		
Humidity	5% - 95% non-condensing		
Vibration	4.3g three axis, 8 hr each		
Shock	200g shock pulse w/ 11 msec sawtooth		
ROHS	Compliant		

1. Tau 336 & 324 analog video is upsampled & interpolated to 640 × 480 for NTSC, and to 640 × 512 for PAL [back](#)

Fuente: (FLIR Systems 2015b).

Ilustración 35: Tau 2 LWIR Thermal Imaging Camera Cores.

Wide Field of View (WFOV) Models

		7.5 mm f/1.4	9 mm f/1.25 for Tau 324 & 336 f/1.4 for Tau 640	13 mm f/1.25	19 mm f/1.25
Tau 640 (17 μ 640x512)	FoV	90° x 69°	69° x 56°	45° x 37°	32° x 26°
	IFOV	2.267 mrad	1.889 mrad	1.308 mrad	0.895 mrad
Tau 336 (17 μ 336x256)	FoV	45° x 35°	35° x 27°	25° x 19°	17° x 13°
	IFOV	2.267 mrad	1.889 mrad	1.308 mrad	0.895 mrad
Tau 324 (25 μ 324x256)	FoV	63° x 50°	48° x 37°	34° x 26°	24° x 18°
	IFOV	3.333 mrad	2.778 mrad	1.923 mrad	1.316 mrad
Min Focus Distance		2.5cm	3.2cm	7.6cm	15.3cm
Hyperfocal Distance		1.2m	2.1m	4.4m	9.5m
Hyperfocal Depth of Field		0.6m	1.1m	2.2m	4.8m
Lens Mount		M24x0.5 inside thread; M25x1.0 outside thread			
Length		8mm	9mm	13mm	19mm
Diameter		29mm	29mm	29mm	29mm
Weight		72g	72g	<70g	<70g

Fuente: (FLIR Systems 2015b).

Ilustración 36: Núcleo Tau2.

Tau with 13mm lens

Mouse over lens options
to see image change

Fuente: (FLIR Systems 2015b).

Ilustración 37: Cámara frontal WDR770.

Specifications

Image Device 1/3" Sony Super EXview HAD CCD ?
 Resolution 700 TVL
 Power: 12 V DC
 Consumption 125mA
 Dimensions 23x30x30 mm
 Camera Weight Approx. 29g (1 oz)
 Scanning System 2:1 Interface
 Scanning Frequency NTSC : 15.734 KHz(H), 59.94 Hz(V) PAL : 15.625 KHz(H), 50 Hz(V)
 Total Pixels NTSC : 1020(H) x 508(V) / PAL : 1020(H) x 596(V)
 Effective Pixels NTSC : 976(H) x 494(V) / PAL : 976(H) x 582(V)
 S/N Ratio More than 50dB (AGC Off)
 Min. Illumination 0.1 Lux
 Sync. System Internal Gammy = 0.45
 Video Output 1.0 Vp-p Composite (75?)
 Lens Fixed 3.6mm Board Lens
 Electronic Shutter NTSC : 1/60 ~ 1/100,000 sec / PAL : 1/50 ~ 1/100,000 sec Digital WDR Indoor,
 Outdoor 1, Outdoor DNR2D DNR, Level Adjustable Sense-Up x2, x4, x8, x16, x32, x64, x128,
 x256 AGCOFF, Low, Mid, High
 White Balance ATW, PUSH, PUSH-LOCK, Manual, Indoor, Outdoor
 Privacy Zone 8
 OSD Built-In
 Language Option: English, Japanese, German, French, Russian, Portuguese, Spanish, Chinese
 Operating Temperature 14°F ~ 122°F (-10°C ~ +50°C)
 Storage Temperature -4°F ~ 140°F (-20°C ~ +60°C)
 Humidity Less than 80%

Type	Board Lens						Focal Length	2.45	3.6	4.3	6	8	12
	F2.0	F2.0	F2.0	F2.0	F2.0	F2.2							
Aperture	F2.0	F2.0	F2.0	F2.0	F2.0	F2.2							
Angle of View	150°	92°	78°	53°	40°	38°							

- The package includes :**
- WDR Cased CCD Camera NTSC
 - Power cable and video connector (BNC)
 - 3.6 mm lense 92° degree FOV
 - Lens Cover
 - Aluminum swivel mount (with Screws)



Fuente: (HOBBY WIRELESS 2015).

Ilustración 38: SONY FCBEV7100 10x Zoom Full HD CMOS Block Camera.

SPECIFICATIONS

	FCB-EV7500	FCB-EV7100	FCB-EV5500
Image sensor	1/2.8-type Exmor CMOS		
Image sensor (Number of effective pixels)	Approx. 2.38 Megapixels		Approx. 1.37 Megapixels
Signal system	1080p/59.94, 1080p/50, 1080p/29.97, 1080p/25, 1080i/59.94, 1080i/50, 720p/59.94, 720p/50, 720p/29.97, 720p/25, NTSC*, PAL*1		720p/59.94, 720p/50, 720p/29.97, 720p/25, NTSC*, PAL*
Minimum illumination (ISO%)	High sensitivity mode	Color: 0.35 lx (F1.6, AGC on, 1/30 s)	
	Normal mode	Color: 1.4 lx (F1.6, AGC on, 1/30 s)	Color: 1.0 lx (F1.6, AGC on, 1/30 s)
Recommended illumination	100 lx to 100,000 lx		
S/N ratio	More than 50 dB		
Gain	Auto/Manual (0 step to 28 step, +2 step/total 15 steps) Max. Gain Limit (6 step to 28step, +2 step/total 12 steps)		
Shutter speed	1/1 s to 1/10,000 s, 22 steps		
Sync system	Internal		
Exposure control	Auto, Manual, Priority mode (shutter priority & iris priority), Bright, EV compensation, Slow AE		
Backlight compensation	Yes		
Aperture control	16 steps		
White balance	Auto, ATW, Indoor, Outdoor, Outdoor Auto, Sodium Vapor Lamp (Fix/Auto/Outdoor Auto), One-push, Manual		
Lens	30x optical zoom f=4.3 mm (wide) to 129.0 mm (tele) F1.6 to F4.7	10x optical zoom f=3.8 mm (wide) to 38 mm (tele) F1.8 to F3.4	30x optical zoom f=4.3 mm (wide) to 129.0 mm (tele) F1.6 to F4.7
Digital zoom	12x (360x with optical zoom)	12x (120x with optical zoom)	12x (360x with optical zoom)
Focusing system	Auto (Sensitivity: normal, low), One-push AF, Manual, Internal AF, Zoom Tagger AF, focus compensation in ICR on		
Horizontal viewing angle	63.7° (wide end) to 2.3° (tele end)	67.0° (wide end) to 7.6° (tele end)	67.8° (wide end) to 2.1° (tele end)
Minimum object distance	10 mm (wide end) to 1200 mm (tele end) (Default: 300 mm)	10 mm (wide end) to 800 mm (tele end) (Default: 320 mm)	10 mm (wide end) to 1200 mm (tele end) (Default: 300 mm)
Auto ICR	Yes		
Wide-D*	Yes		
Visibility enhancer	Yes		
Noise reduction	Yes (6 steps)		
Progressive scan mode	Yes		
Image stabilizer	Yes	No	Yes
StableZoom	Yes		
Digital output	Yes		
Spherical privacy zone masking	Yes		
Motion detection	Yes		
Alarm	No		
Slow AE response	Yes		
Picture effects	E-Flip, Nega Art, Black & White, Mirror image, Color enhancement		
Picture freeze	Yes		
Slow shutter	Yes		
Temperature readout	Yes		
Title display	20 characters/line, max. 11 lines		
Camera mode display	Yes		
Key switch control	No		
Camera operation switch	No		
Video output	HD Analog: Component (YPbPr) Digital: YCbCr 4:2:2 via LVDS (Signal format conforms to SMPTE 274/SMPTE 296.)		Analog: Component (YPbPr) Digital: YCbCr 4:2:2 via LVDS (Signal format conforms to SMPTE 296.)
	SD		VBS
Camera control interface	VSCA (CMOS 5 V level) Baud rate: 9.6 Kbps, 19.2 Kbps, 38.4 Kbps, 115.2 Kbps, Stop bit: 1 bit		
Power requirements	6.0 V to 12.0 V DC		6.0 V to 12.0 V DC
Power consumption	2.9 W (zoom/focus inactive) 3.7 W (zoom/focus active)		3.4 W (zoom/focus inactive) 3.7 W (zoom/focus active)
	2.6 W (zoom/focus inactive) 3.5 W (zoom/focus active)		
Operating temperature	-5°C to +60°C (23°F to 140°F)		
Storage temperature	-20°C to +60°C (-4°F to 140°F)		
Operating humidity	20% to 80%		
Storage humidity	20% to 95%		
Dimensions (W x H x D)	60.0 x 60.0 x 89.7 mm (2 x 2 3/8 x 3 5/8 inches)	45.6 mm x 48.8 mm x 78.0 mm (1 13/16 x 1 15/16 x 3 1/8 inches)	60.0 x 60.0 x 89.7 mm (2 x 2 3/8 x 3 5/8 inches)
Mass	260 g (9.2 oz)		260 g (9.2 oz)

*1 Non-standard video format. *2 Wide dynamic range.

Fuente: (GOelectronic 2015).

Ilustración39: SONY FCBEV7100 10x Zoom Full HD CMOS Block Camera.



Fuente: (GOelectronic 2015).

RESPONSABILIDAD DEL TRABAJO

AVISO:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.