

Descripción de los retos tecnológicos relacionados con la Observación de la Tierra por satélites.

Óscar Jiménez Mateo

Jefe del Área de Planificación de I+D
Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación
Dirección General de Armamento y Material

Ana Belén Lopezosa Ríos

Técnico Externo del Sistema de Observación y Prospectiva
Tecnológica
Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación
Dirección General de Armamento y Material



- Introducción
- Definición de los dos retos
- Descripción del objetivo RT1
- Descripción del objetivo RT2
- Nivel tecnológico deseable a alcanzar
- Usuarios de DEFENSA - pruebas de validación finales



La ETID es el documento que recoge la **política de I+D+i** del MINISDEF y marca las líneas estratégicas para:

- ✓ **Dirigir** las **inversiones y actuaciones** en I+D+i del Departamento.
- ✓ **Orientar** a la BTI respecto a los **intereses y prioridades** en I+D+i del MINISDEF.
- ✓ Dirigir la **colaboración** en materia de I+D+i con otros **organismos nacionales e internacionales**.
- ✓ **Mejorar** los **procesos de gestión** de la I+D+i del MINISDEF.

- Encaje de la ETID en el marco de la **Estrategia Española de Ciencia, de Tecnología y de Innovación (EECTI)**, tal como establece la Ley 24/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.
- Se incorpora en el **Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación (PEICTI) 2021-2023**, como una Acción Estratégica en Defensa.



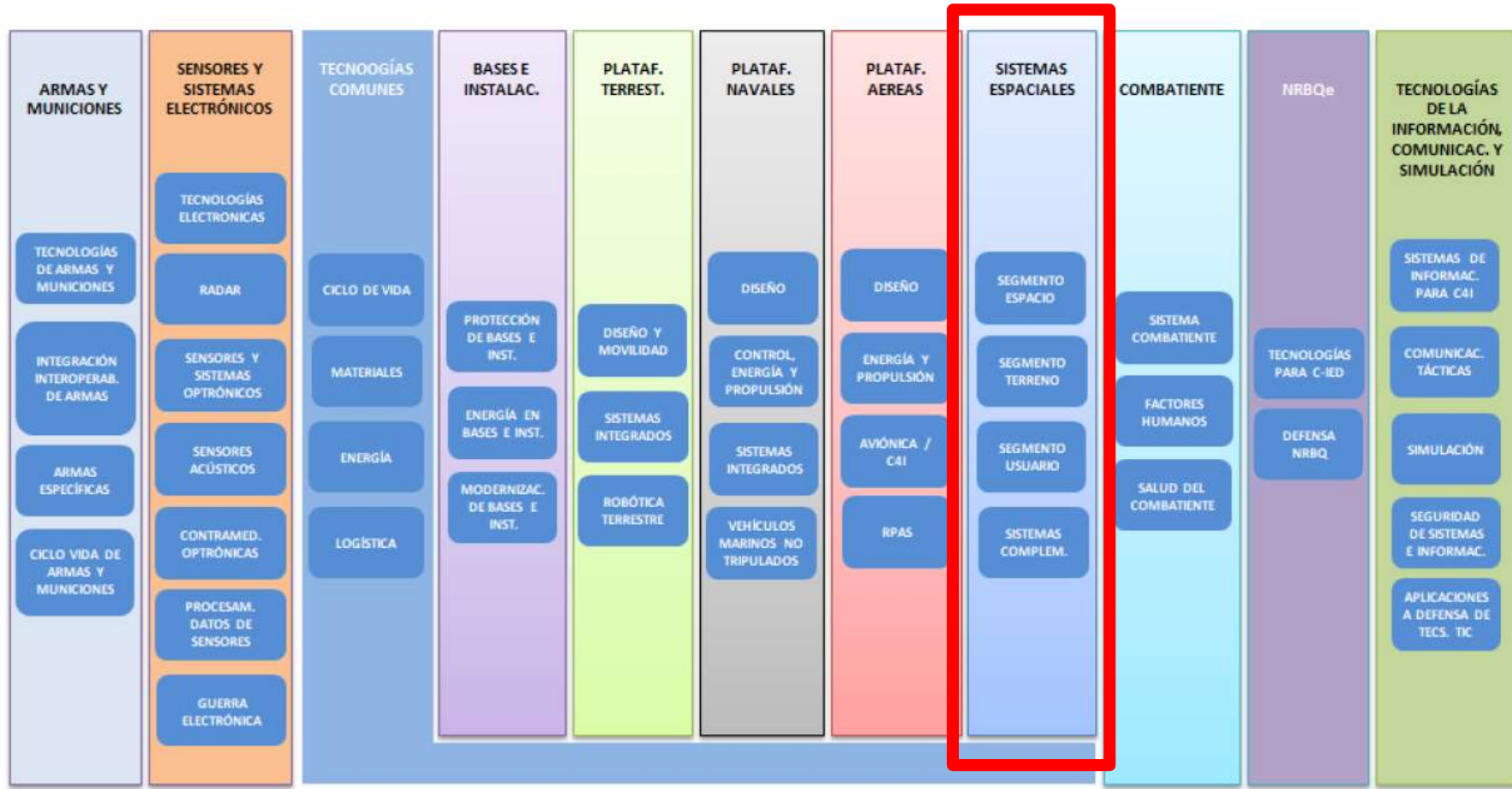


Figura 12. Áreas y Sub-Áreas de la ETID

8. SISTEMAS ESPACIALES

8.1. SEGMENTO ESPACIO

<p>8.1.1. Dispositivos y sistemas que componen la estructura de un satélite</p>	<p>Desarrollo y mejora de los subsistemas que componen un satélite, independientemente del tipo de carga útil que alberguen de forma que se adapten a las necesidades de defensa. Se consideran aspectos relacionados con el uso de paneles solares, miniaturización de componentes, mejora de equipos de potencia, mejora de algoritmos de procesamiento a bordo y control y posible protección HANE (ante eventos nucleares).</p>
--	---

<p>8.1.3. Tecnologías embarcadas en satélite para SEOT</p>	<p>Desarrollo y mejora de las tecnologías ópticas y radar embarcadas en los satélites de Observación de la Tierra (telescopios, cámaras ópticas e infrarrojas o tecnología SAR), de forma que se alcancen los niveles de resolución necesarios para las aplicaciones de defensa, así como la incorporación a bordo de capacidades avanzadas de procesamiento de datos adquiridos, con el fin de reducir la capacidad de datos enviados a Tierra y el tiempo de respuesta.</p>
---	---

8. SISTEMAS ESPACIALES

8.2. SEGMENTO TERRENO

<p>8.2.1. Estaciones en tierra para el SEOT</p>	<p>Desarrollo y optimización del segmento de observación de la Tierra, para la recepción e interpretación de imágenes obtenidas de los satélites por tecnología óptica y radar SAR e integración de esta información para dotarlas de mayor información y capacidad de análisis.</p>
--	--

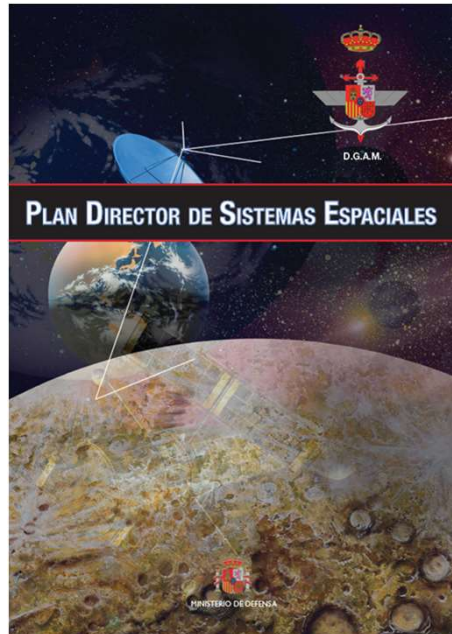
Aprovechamiento del empuje tecnológico civil

- IA - Explotación inteligente de grandes volúmenes de datos procedentes de sensores para JISR
- IA - Tecnologías para el mantenimiento predictivo de plataformas de defensa
- IA - Explotación inteligente de múltiples fuentes de información para apoyo a la decisión
- Robótica –Plataformas terrestres no tripuladas para misiones de defensa
- Robótica - Vehículos submarinos y de superficie no tripulados para misiones de defensa
- Robótica - Aplicaciones innovadoras de los RPAS en defensa
- Materiales - Protección pasiva de plataformas y combatiente
- Materiales - Reducción de firma en plataformas y combatiente
- Espacio - Uso de pequeños satélites y pseudosatélites en aplicaciones de defensa

Objetivo tecnológico:

Los **planes directores de obtención** pretenden ser:

- una herramienta de apoyo, información, consulta y referencia para la obtención de sistemas,
- pretenden servir de apoyo a la toma de decisiones de autoridades,
- así como servir de orientación a la BTID ofreciendo una visión a corto, medio y largo plazo de las necesidades del MINISDEF asociadas a los sistemas en estudio.



REV. 2

Sistemas de observación

PLAZO	ACCIÓN
CP/MP	Iniciar la reposición de la capacidad SEOT V/IR, a través de una primera fase de al menos cinco años de CSO
MP/LP	Valorar la reposición de la capacidad SEOT V/IR a largo plazo mediante una solución nacional (probablemente ligada al PNOTS II)
CP	Iniciar el proceso de renovación de la capacidad de observación SAR (sustituto de PAZ), en el marco de un posible PNOT II
MP/LP	Adecuar el segmento terreno de usuario para operar e integrar todos los sistemas de gestión y tratamiento de imágenes en función de la solución derivada de la reposición SEOT V/IR

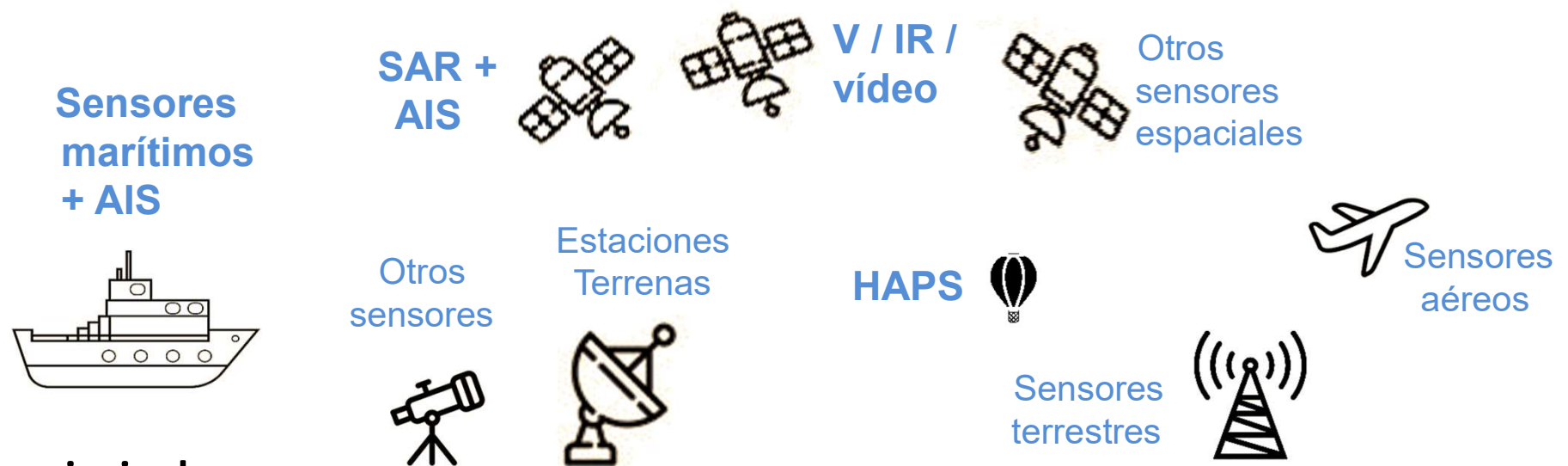
Tabla 4. Acciones en el ámbito del sistema de observación

Aspectos transversales. Gestión y explotación de la información

- **Reto Tecnológico 1:** Desarrollo de aplicaciones de salvamento marítimo, basadas en la información proporcionada por los satélites SAR, que puede ser contrastada con la información obtenida por el sistema marítimo AIS para ayuda a interpretación de posibles acciones ilegales.
- **Reto Tecnológico 2:** Desarrollo de software que integre inteligencia artificial a bordo de los satélites para disminuir el ancho de banda necesario de los datos a transmitir a tierra.

Objetivo:

- Desarrollo de una aplicación de ámbito dual para la seguridad nacional utilizando IA.



Reto principal:

- Detección, clasificación e identificación de objetivos críticos, incluidas las amenazas, casi en tiempo real y utilizando datos de alta resolución => **Creación de una base de datos robusta:**
 - Con condiciones ambientales de áreas de interés, tipo de embarcaciones, etc...
 - Alimentará los algoritmos de **Inteligencia artificial (AI)** incluyendo el aprendizaje profundo (Deep Learning, DL).

Algoritmos:

- Validados conforme a procedimientos estándar y cubriendo los siguientes aspectos:
 - **Automatismo = innovación**
 - Tratamiento de datos **multi-sensor y multi-resolución**: Algoritmos necesarios previos a la parte de AI y ML:
 - En el caso de imágenes en el ámbito marítimo V/IR: algoritmos de corrección atmosférica específicos para masas de agua.
 - En el caso de imágenes SAR: geolocalización de los datos corrección radiométrica, y mejora en la calidad de imágenes.
 - **Versatilidad**: integración de datos provenientes de distintos tipos de sensores y resolución.
 - **Implementación** en el sistema de los usuarios finales.

Sistema:

- Puede incorporar datos de fuentes abiertas: Copernicus, o del servicio marítimo y el atmosférico, o datos de interés (European Marine Observation and data Network (EOMDnet)).

Validación:

- Validación del prototipo (aplicación software) **en un entorno relevante y real**, por ejemplo: centros operativos del ejército.



Objetivo:

- Desarrollo de un sistema de procesamiento a bordo de satélites de Observación de la Tierra de tecnología SAR y/o V/IR y/o vídeo de alta resolución, partiendo de datos recibidos por las cargas de pago útiles de dichos satélites:
 - Característica principal: dotación de **inteligencia a bordo del satélite y/o de la carga de pago** a través de un sistema de procesamiento en tiempo casi real de imágenes basado en algoritmos de IA.
 - Concepto “Edge Computing”: la extracción de información se realiza directamente a bordo del satélite que toma los datos, permitiendo la obtención de datos y la transmisión **en tiempo casi-real**, para optimizar la misión, el consumo de memoria, el downlink, o la reactividad, entre otros aspectos.



Ratio información útil / tamaño de la imagen

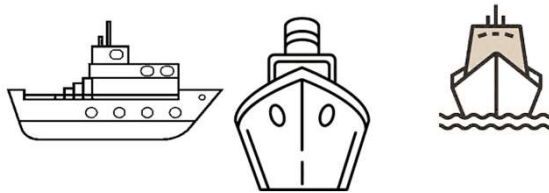
Aplicación:

- **Dual y escalable** a su instalación en futuros satélites de observación, y/o en las propias cargas de pago, e integrables en plataformas de pequeño tamaño => low-cost -> New Space.

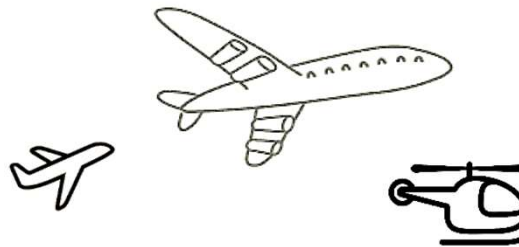
Sistema SW:

- Módulo de procesamiento del sistema de computación a bordo (OBC) encargado de la extracción de información de las imágenes obtenidas por la carga útil en el satélite. El análisis tendrá en cuenta los requisitos de procesamiento de imágenes de satélite mediante técnicas de IA, así como su implementación en plataformas HW COTS.
- Casos de uso (demostradores):

Detección de embarcaciones para fines de seguridad nacional a partir de imágenes ópticas y SAR.



Detección de objetivos de interés (tipos de aviones, otros elementos de interés) a partir de imágenes ópticas y SAR.



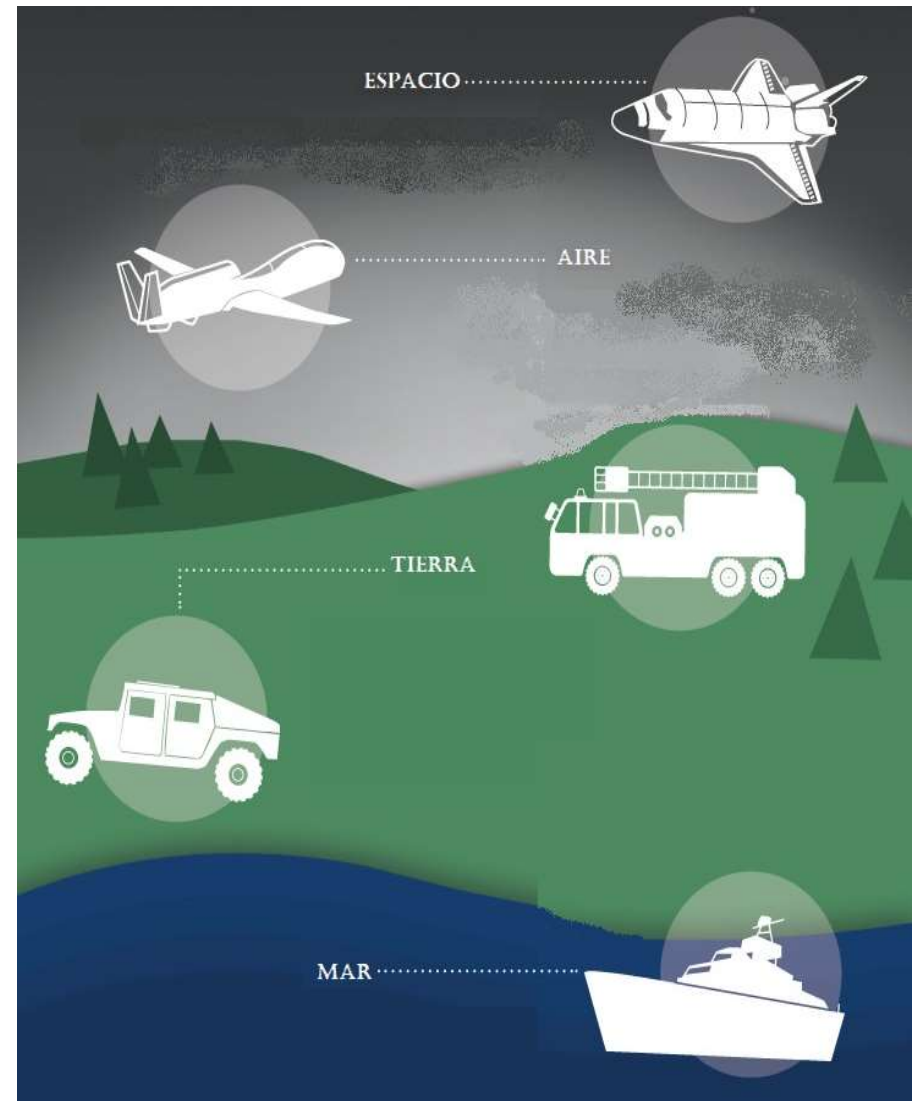
Detección de puntos de calor utilizando datos térmicos para gestión de emergencias por incendios forestales.



- La actividad analizará la viabilidad de **fusionar imágenes y otros datos a bordo** (AIS, etc.).

Demostración:

- La demostración del SW con IA del prototipo se realizará en un entorno cualificado, ensayos sobre HW de vuelo (para espacio):
 - Eficiencia del SW.
 - Resolución de las imágenes obtenidas.
 - Tamaño de los datos resultantes de cada procesado.
- Utilizando como entrada diferentes datos (imágenes) de una zona determinada que pueden ser previamente generados de manera sintética, o datos reales de satélites SAR y/o V/IR y/o vídeo combinados con datos AIS, o de pequeños satélites o pseudo-satélites.
- Se podrá realizar para diferentes zonas de interés y de entornos, para comprobar la versatilidad del SW.



Potenciales Usuarios del MINISDEF:

- **CESAEROB** (CENTRO DE SISTEMAS AEROESPACIALES DE OBSERVACIÓN) del EMA
- **COVE** (CENTRO DE OPERACIONES Y VIGILANCIA ESPACIAL) del EMA
- **CIFAS** (CENTRO DE INTELIGENCIA DE LAS FUERZAS ARMADAS) del EMD
- **JCISAT** (Jefatura de Sistemas de Información, Telecomunicaciones y Asistencia Técnica) del ET:
 - ❖ **CTEET** (Centro de Tecnologías Emergentes)
 - ❖ **CEPRUVAL** (Centro de Pruebas y Validación)
 - ❖ **CEGET** (Centro Geográfico del Ejército de Tierra)
- **UME** (UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS)



RT 1: Desarrollo de una aplicación software de observación para Seguridad y Defensa

- Creación de **base de datos** robusta para la detección, clasificación e identificación de objetivos críticos, que alimente el **desarrollo de algoritmos** basados en IA
- Los datos deberán ser **multi-sensor** y **multi-resolución**
- Validación del software en entorno relevante. El sistema deberá poder implementarse en los sistemas de los **usuarios finales**.

RT 2: Desarrollo de una aplicación de software para el procesamiento a bordo de datos utilizando IA

- Procesamiento en tiempo **casi real** de imágenes, incrementando el ratio de información útil / tamaño imagen para **reducir el volumen de datos** que se envía a Tierra.
- Integrable en plataformas actuales y futuras, así como **pequeños satélites**.
- La demostración del software deberá realizarse sobre **hardware de vuelo cualificado** para espacio.

TRL a alcanzar: **TRL 6/7**, partiendo de TRL de 3/5

¡Gracias!



Óscar Jiménez Mateo

Jefe del Área de Planificación de I+D
Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación
Dirección General de Armamento y Material

Ana Belén Lopezosa Ríos

Técnico Externo del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica
Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación
Dirección General de Armamento y Material