

Image: ESA

NUEVAS TENDENCIAS EN EL SECTOR AEROESPACIAL: SPACE SITUATIONAL AWARENESS

ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

06 Space Surveillance and Tracking (SST)

07 Conclusiones

ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

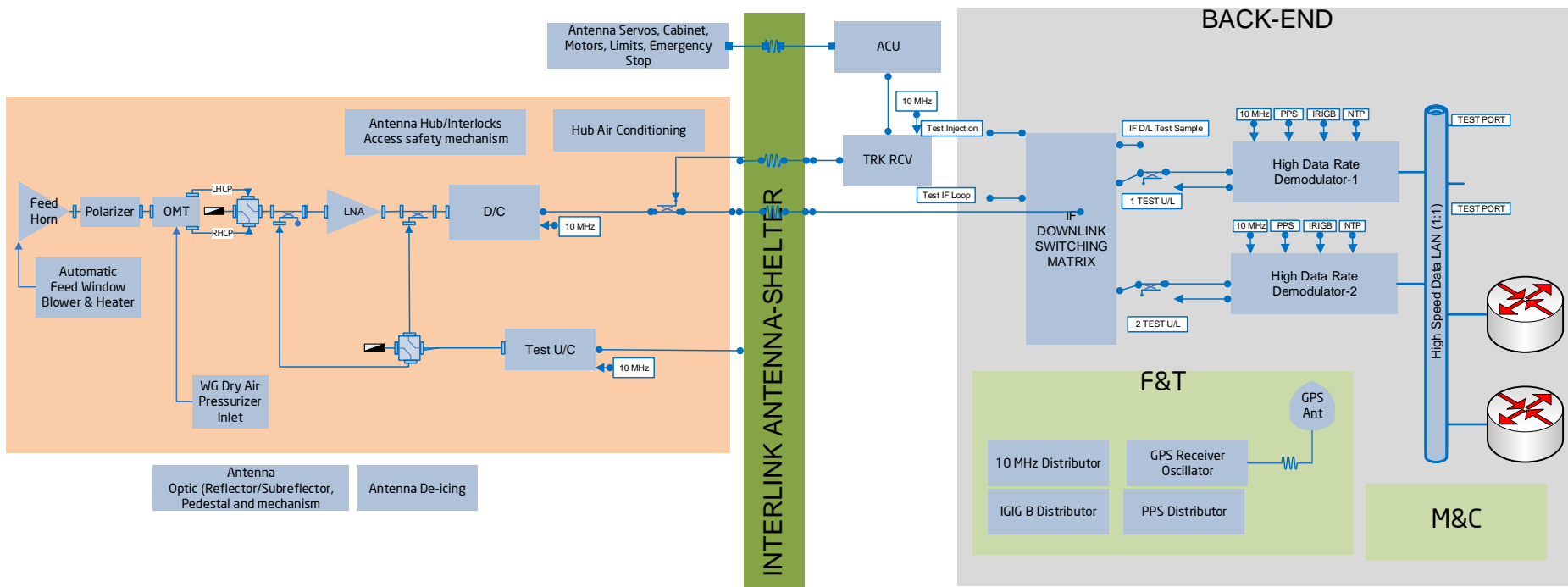
06 Space Surveillance and Tracking (SST)

07 Conclusiones

QUÉ ELEMENTOS COMPONEN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE

- Satélites
 - Antenas
 - Propulsores y Combustible
 - Instrumentación
 - etc.
- Estaciones terrenas
 - Antenas
 - Mejora de los distintos subsistemas en transmisión y recepción
 - Etc.
- Sistema
 - Esquemas de modulación y link budgets
 - Procesamiento y explotación de imágenes y datos → Big Data
 - Ciberseguridad
 - etc

EJEMPLO DE SEGMENTO TERRENO



SEGMENTO TERRENO

“STATE OF THE ART” DE ALGUNOS SUBSISTEMAS

- Amplificadores criogénicos: LNAs utilizados en aplicaciones de espacio profundo
- Amplificadores GaN de alta potencia
- Sistemas de referencia de frecuencia y tiempo: Cesios, Rubidios, máseres de Hidrógeno
- Software Defined Radio
 - FPGAs
 - High Data Rate
 - Integración de diversas funciones en un mismo equipo
 - Unidades de control de antena
 - Receptores de seguimiento
 - Modem
- Enlaces ópticos

ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

06 Space Surveillance and Tracking (SST)

07 Conclusiones

- El concepto de Space Situational Awareness (SSA) se define como el conocimiento y entendimiento de:
 - La **población de objetos** en el Espacio
 - El medio espacial,
 - Los **riesgos y amenazas** existentes
- Se divide en **3 segmentos**
 - Space Weather (**SWE**) prediction and forecast
 - Near Earth Orbits (**NEO**) surveillance and tracking
 - Space Surveillance and Tracking (**SST**) of man-made space objects

ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

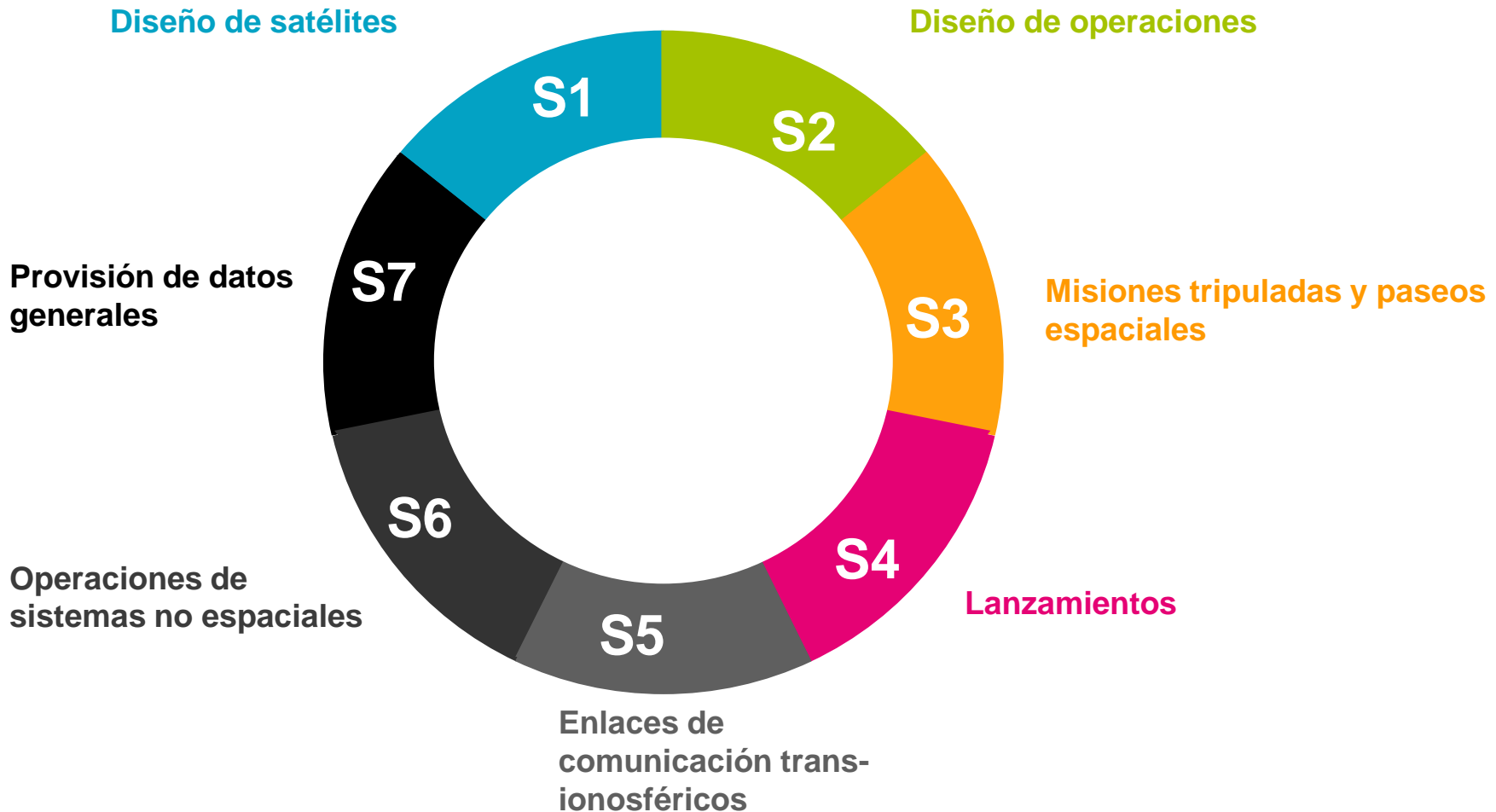
06 Space Surveillance and Tracking (SST)

SWE

DEFINICIÓN

- El segmento de Space Weather se ocupa de la **detección** y **previsión** de eventos meteorológicos y su efecto en los distintos activos espaciales (satélites, estaciones espaciales, astronautas, etc) que puedan **poner en peligro los elementos tecnológicos o la vida humana**.
- Se ocupa de monitorizar:
 - Sol
 - Viento solar
 - Cinturones de radiación
 - Magnetosfera
 - Ionosfera
 - Termosfera
 - Entorno de micropartículas

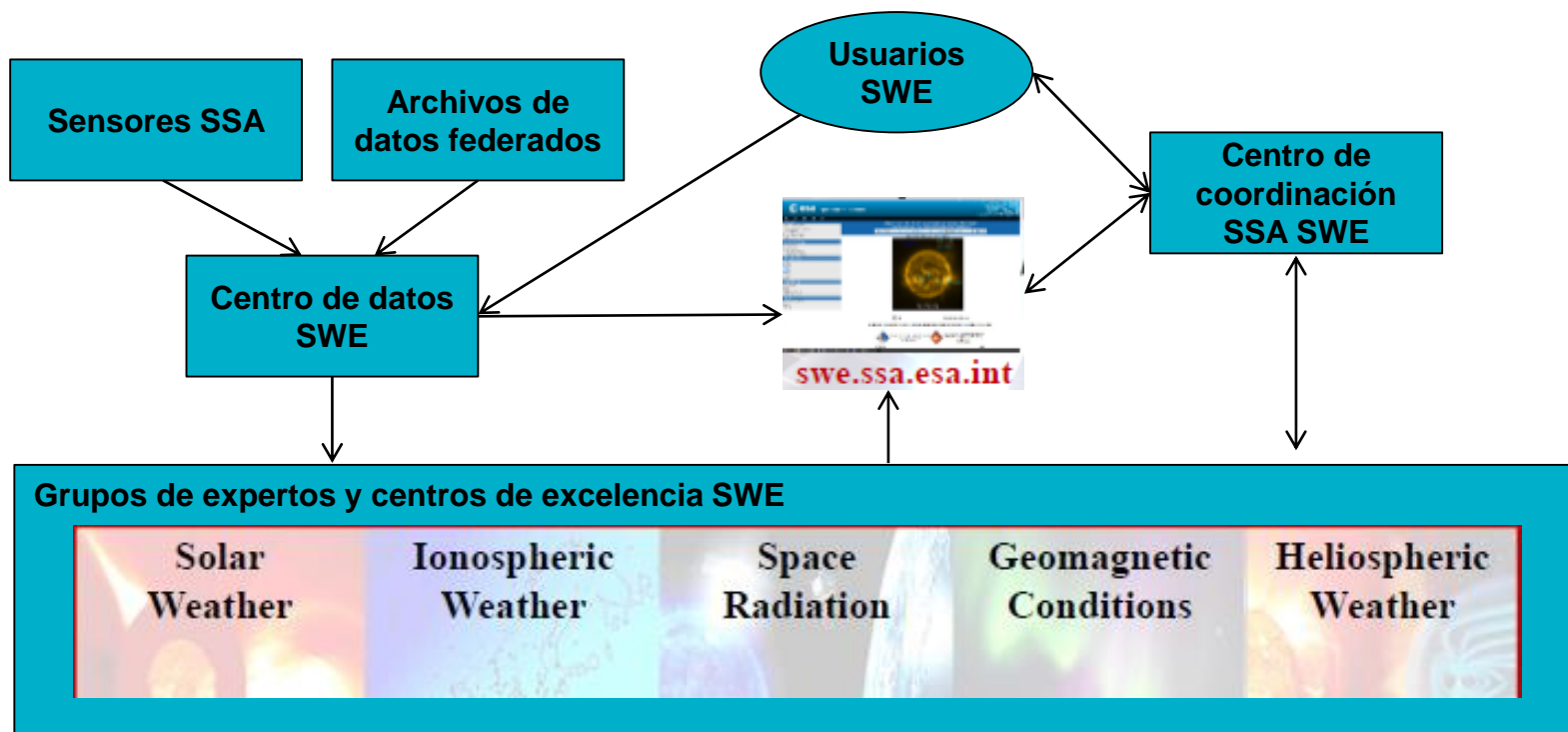
SERVICIOS SWE



DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

- Es un concepto de procesamiento de datos y provisión de servicios **federado**, realizado a través de 5 Centros de Servicios Expertos
- Precisa de un **centro de coordinación**
- Provee de un **portal de información** que puede ser consultada por usuarios registrados
- **Repositorio de datos**
- Utiliza de **sistemas de medición existentes**

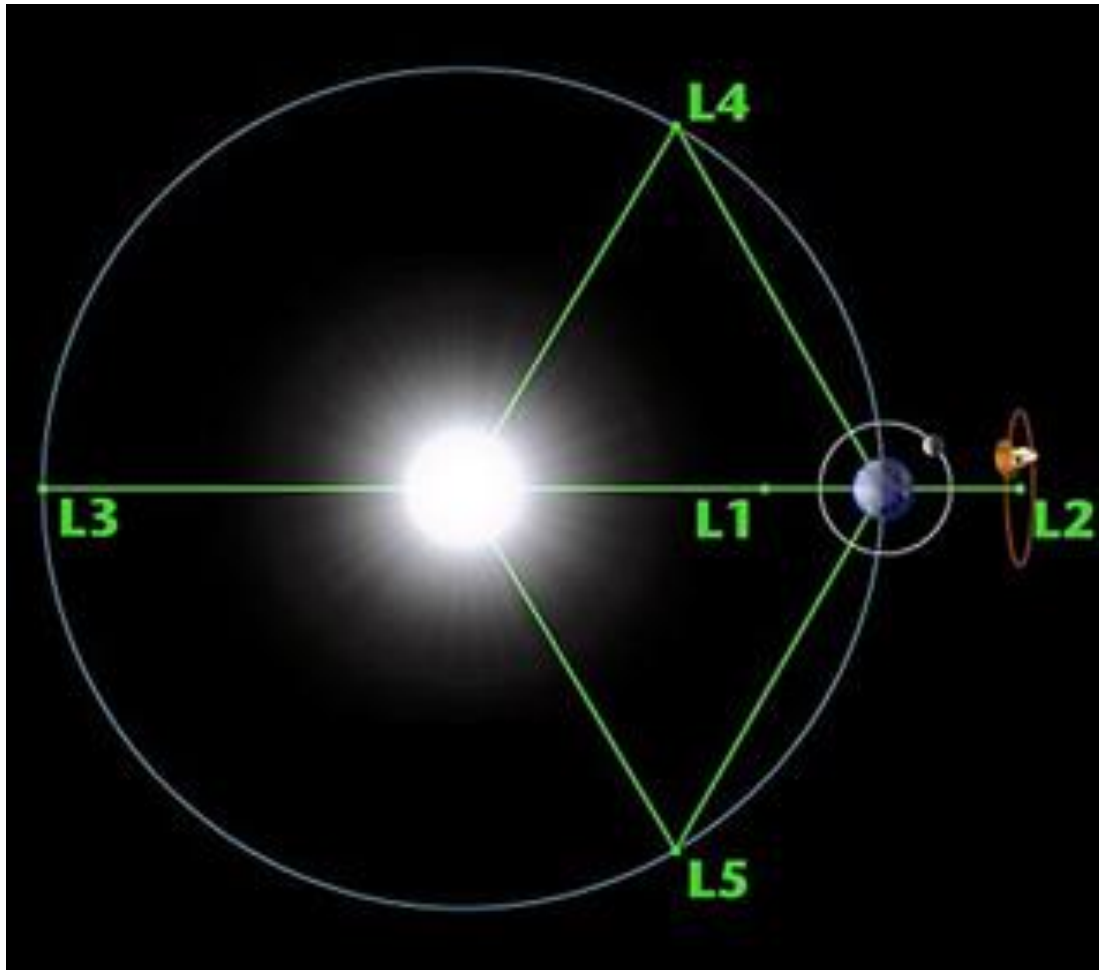
ARQUITECTURA DE SISTEMA



LÍNEAS ACTUALES DE I+D

- **Portal de acceso.** Mejora de las capacidades de **visualización** y **personalización** por parte de los distintos usuarios, cuyas necesidades son muy específicas.
- **Sistemas de medición. Definición de sensores** para ser incluidos en **misiones espaciales** y definición de la primera misión específica de SWE.
 - Monitorización de la corona solar
 - Fotografía de la heliosfera
 - Estudio campo magnético del disco solar
 - Medidas in situ de:
 - Viento solar
 - Campo magnético
 - Partículas cargadas
 - Plasma

PUNTOS DE LAGRANGE



ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

06 Space Surveillance and Tracking (SST)

07 Conclusiones

NEO

DEFINICIÓN

- El segmento NEO se encarga de la **detección y predicción** de **potenciales impactos** de Near Earth Objects en la Tierra (p.ej. asteroides, cometas, meteoritos)
- Esto requiere
 - **Conocimiento de las posiciones** actual y futuras de todos los objetos NEO por encima de un cierto tamaño o nivel de riesgo, en particular
 - la mínima distancia de aproximación
 - el instante de tiempo de dicha aproximación
 - **Monitorización y actualización** del riesgo de colisión con la Tierra
 - Garantizar accesos a **información verificable, íntegra y de precisión** conocida con antelación suficiente.
 - Además, **identificación y análisis** de posibles **estrategias de mitigación** del riesgo.
 - **Descubrimiento** de nuevos objetos potencialmente peligrosos

PROPÓSITOS NO TÉCNICOS

- El segmento NEO tiene varios cometidos importantes de carácter no técnico
 - Desarrollar un proceso de decisión y reacción
 - Establecer un esquema de colaboración internacional
- Crear una red de información y puntos de contacto con instituciones de gestión de emergencias



Image: ESA









Posible pasillo de impacto para un asteroide 10 años antes de la colisión

ESTADÍSTICAS DE OBJETOS

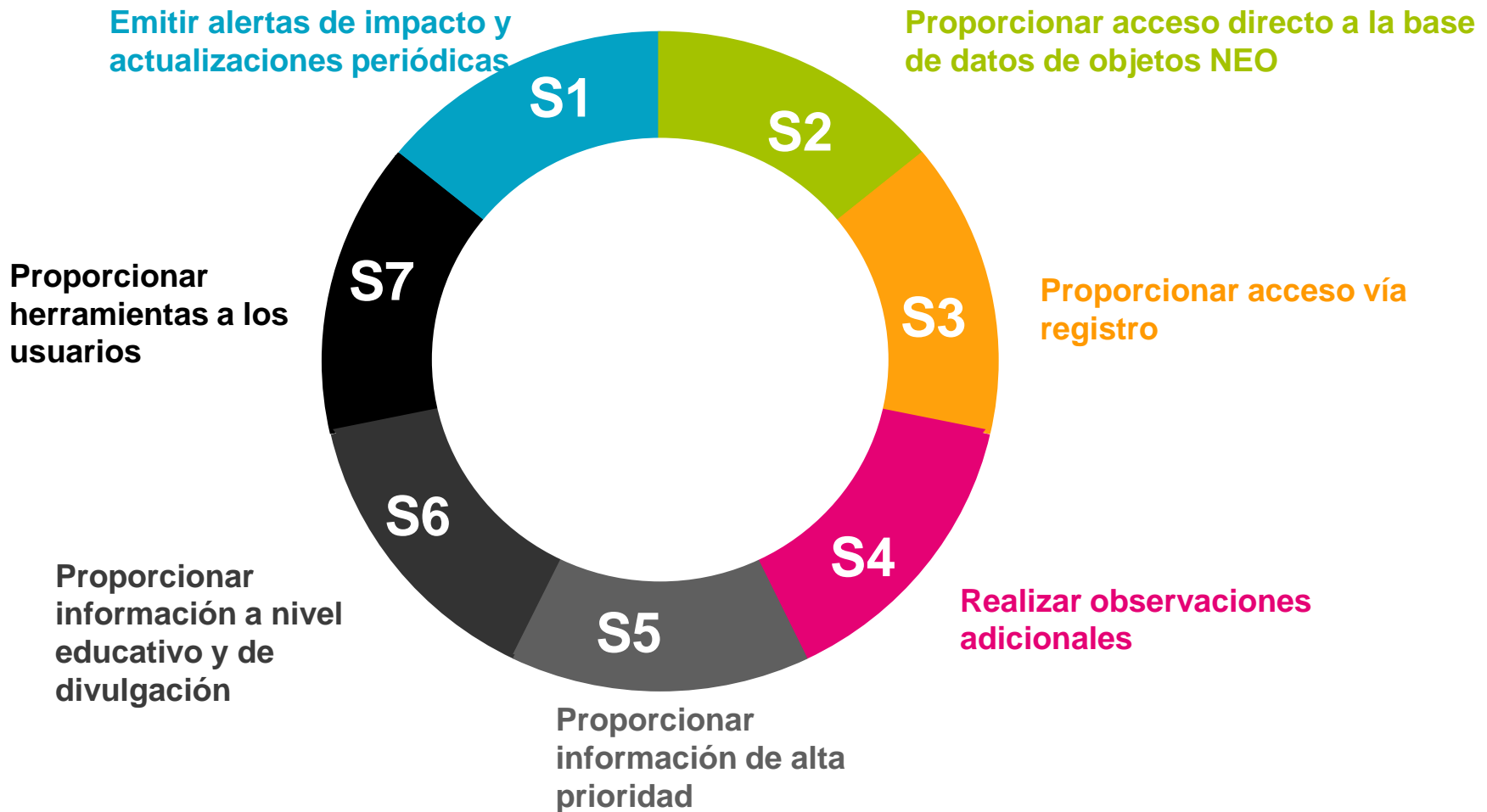
- Existen más de 12900 objetos NEO conocidos
- Hay unos 500 NEOs en la lista de riesgo (probabilidad de impacto distinta de 0, aunque pequeña, dentro de los próximos 100 años)
- Estadística de NEOs conocidos:
 - Se estima que se conocen el 90% de NEOs con diámetro > 1 km (≥ 875 NEAs + 104 near-Earth Comets, dando un total de ≈ 1050)
 - Se estima que se conoce el 15-25% de NEOs mayores de 140 m (total $\approx 20,000 - 30,000$)
 - Se estima que se conoce $< 1.0\%$ de NEOs mayores de 30m (total $\approx 500,000 - 1,000,000$)
- **¡¡La mayoría de los NEOs todavía no se conocen!!**

TABLA DE PROBABILIDAD DE IMPACTO

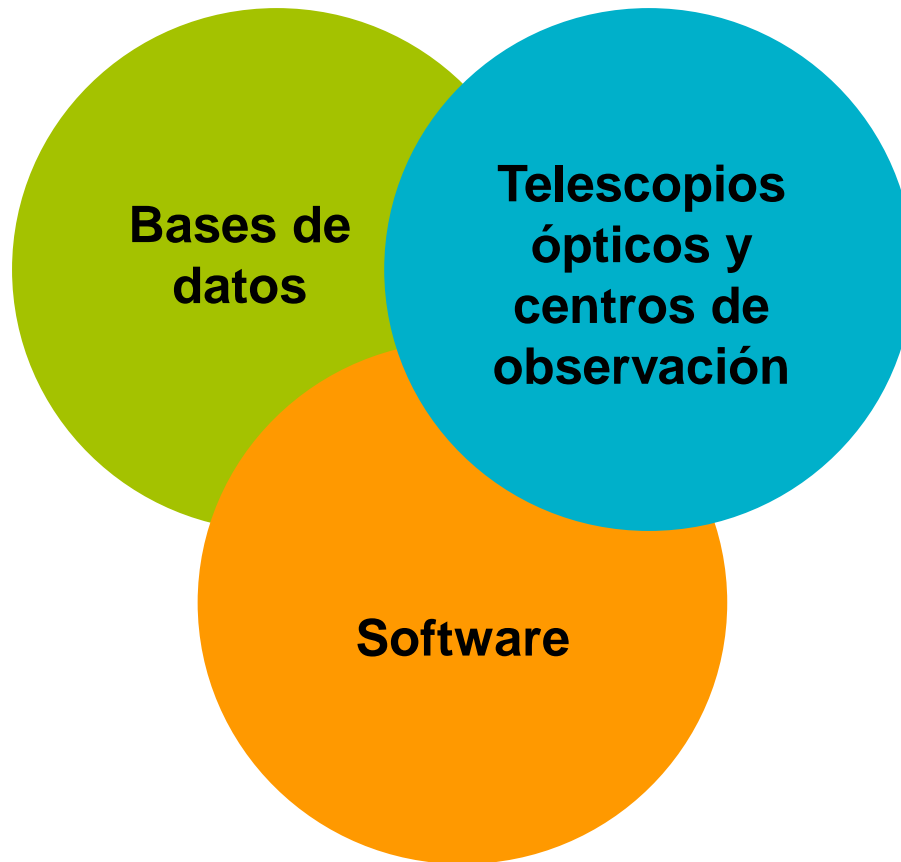
- Tabla de riesgo de impacto extraída de www.minorplanetcenter.net el 15/05/2016

Asteroid Designation 	Size (meters) 	Next Close Approach Date 	Next Close Approach Distance (LD) 	Orbital Period (years) 	Δv (km/s) 	Impact Probability 	PHA 
2010 RF12	9	2022 09 24	27	1.09	4.9	1-in-17	No
2006 JY26	7	2015 11 22	192	1.01	4.4	1-in-71	No
410777	135	2015 10 29	16	1.25	7.7	1-in-340	No
2000 SG344	41	2028 05 07	8	0.97	4.2	1-in-710	No
2008 CE22	19	2030 09 26	33	1.35	5.5	1-in-770	No
2012 HG2	14	2025 01 25	42	1.3	4.2	1-in-830	No
2010 UK	16	2031 12 22	34	0.81	6.7	1-in-910	No
2011 AM37	4	2026 01 07	5	1.15	4.4	1-in-1,000	No
2000 LG6	6	2029 07 07	41	0.88	5.3	1-in-1,100	No
2014 JR24	5	2025 06 13	25	1.1	4.3	1-in-1,100	No

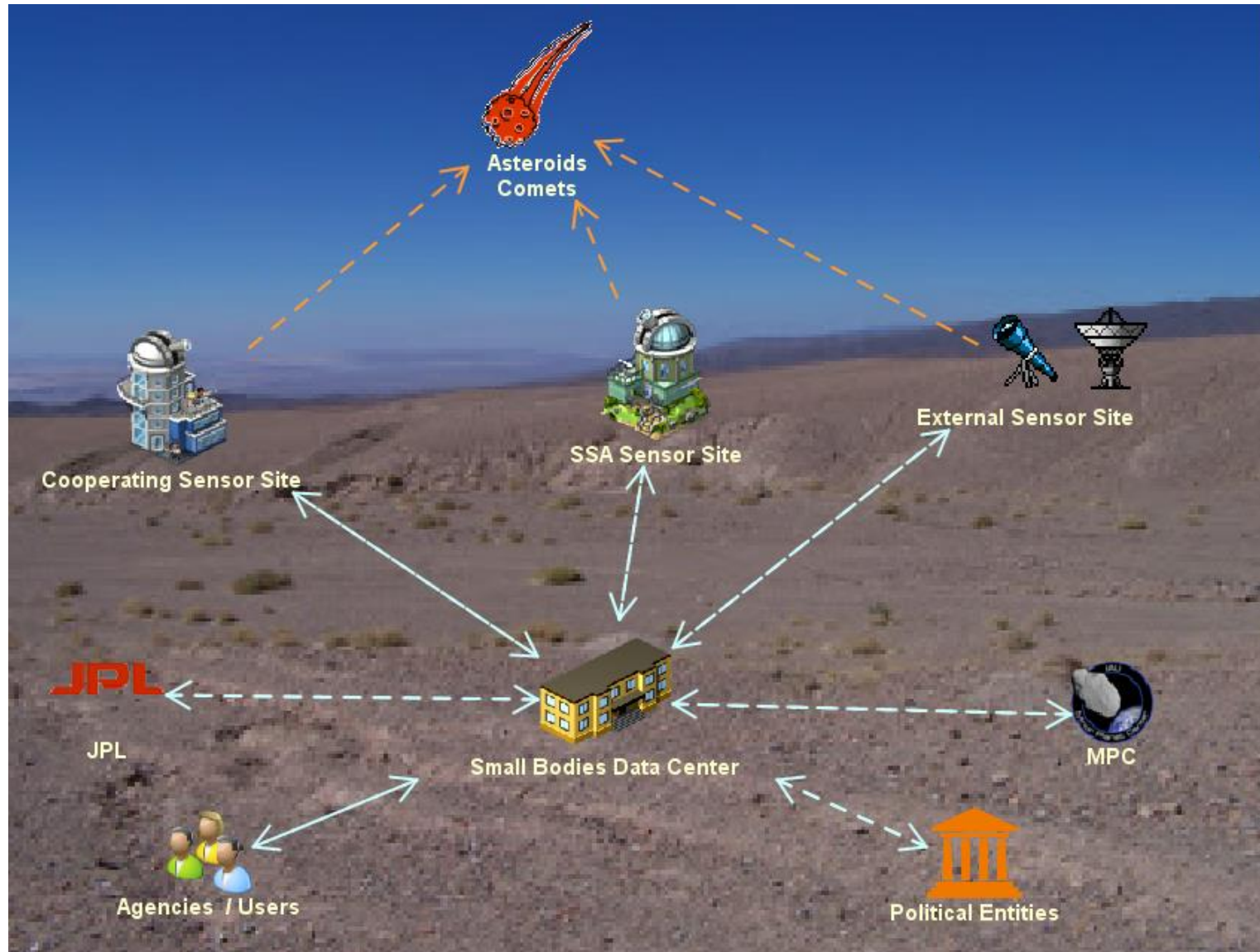
SERVICIOS NEO



ELEMENTOS PRINCIPALES



ARQUITECTURA DE SISTEMA



TIPOS DE SENSORES ÓPTICOS

- **Dos posibles tecnologías**

- **Telescopios Clásicos**



- **Telescopios Fly-Eye**

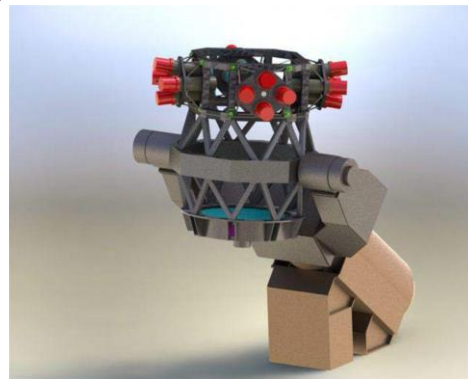


Image: ESA

TIPOS DE SENSORES ÓPTICOS

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- **Telescopios Fly Eye**
 - **Amplio campo de vision (Field of View, FoV $6.7^{\circ} \times 6.7^{\circ}$)**
 - **1 metro de diámetro**
 - **Menor peso y tamaño respecto a cualquier telescopio de tipo prime focus con las mismas prestaciones.**
- **Telescopios clásicos**
 - **Campo de visión muy estrecho**
 - **Un telescopio de tipo Fly-Eye podría considerarse equivalente a 5 telescopios clásicos**
 - **Evolucionar los telescopios clásicos constituye un desafío tecnológico**

TIPOS DE SENSORES ÓPTICOS

LIMITACIONES DE LA LOCALIZACIÓN

- **Los telescopios necesitan cielos limpios y despejados de nubes**



sería necesario tener varias **localizaciones separadas** geográficamente para garantizar la **no correlación atmosférica**

- Telescopios con un FoV suficientemente amplio, **dos telescopios** podrían cubrir **un hemisferio** en **una única noche**. Esto implica colocar al menos dos telescopios por hemisferio
- Estos lugares deberían estar en un **lugar elevado** con el objeto de tener un buen número de noches útiles

LÍNEAS ACTUALES DE I+D

- **Fly-Eye Telescope Core Technology**: El concepto de diseño de los telescopios Fly-Eye consiste en dividir el FoV en sub FoVs que contienen su propio array de elementos de corrección, facilitando así la corrección de aberraciones.
- **Procesamiento de imágenes avanzado**. El cálculo de tracklets en la actualidad es muy lento porque los algoritmos se ejecutan de manera separada. La idea es cargar una imagen raw en memoria RAM y ejecutar todos los pasos juntos
- **Planificador avanzado**. Se trata de coordinar las actividades de los distintos sensores de la red, controlando su estado y disponibilidad con el objeto de repartir la carga de trabajo de manera optimizada.

ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

06 Space Surveillance and Tracking (SST)

07 Conclusiones

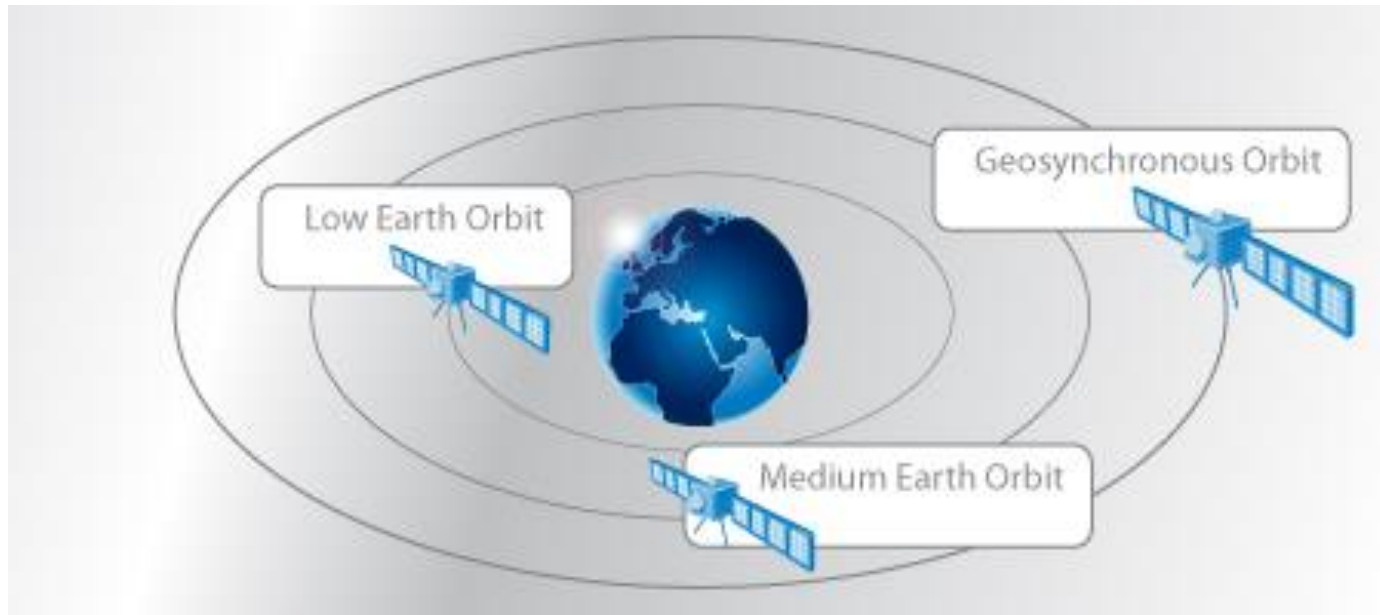
SST

DEFINICIÓN Y OBJETIVO

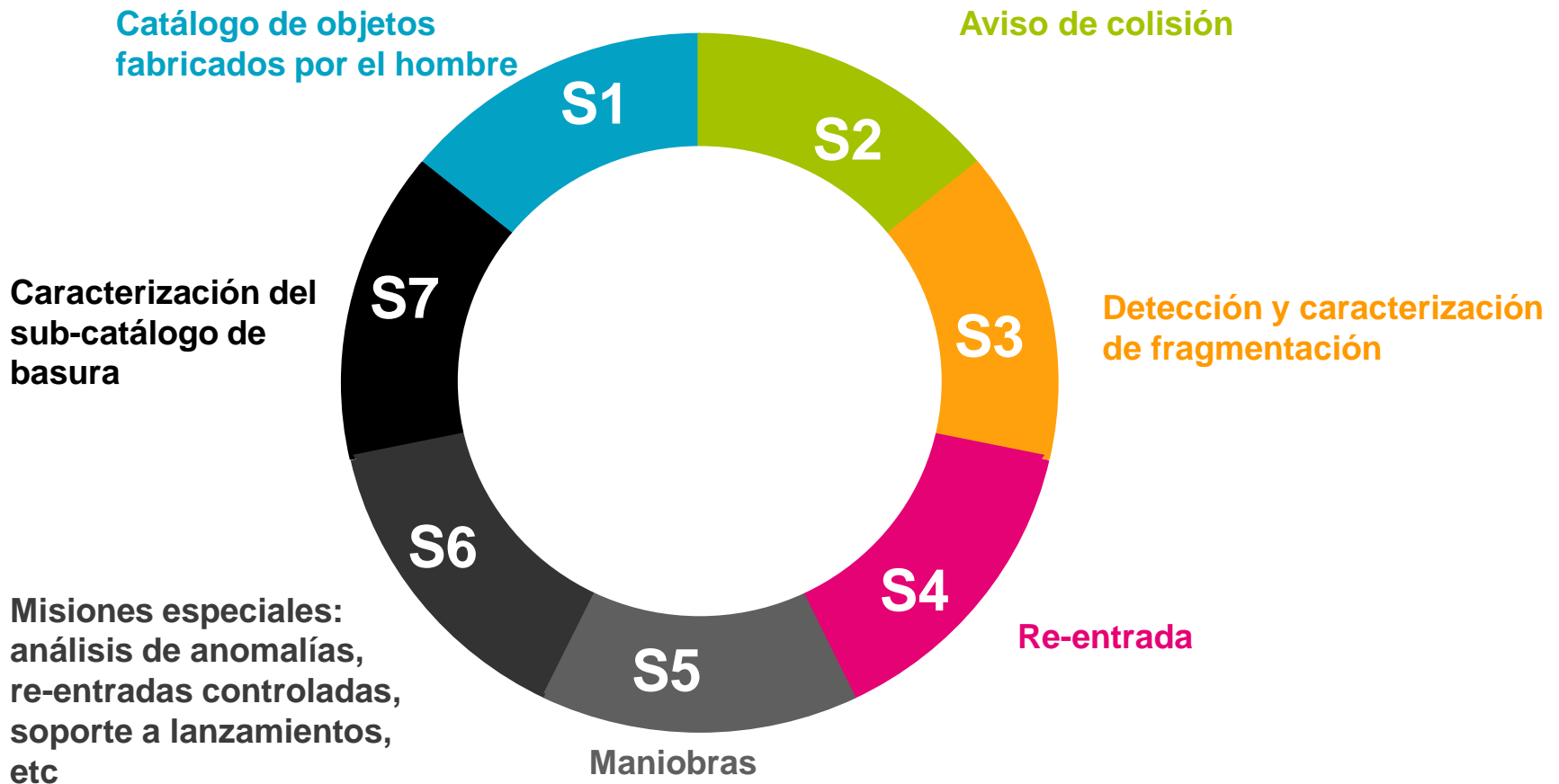
- El propósito del segmento **SST** es proporcionar **conocimiento de la población de objetos** que orbitan la Tierra con el objetivo de **disminuir el riesgo causado** por ellos.
- El objetivo último podría describirse de la siguiente forma:
 - **Mantener un catálogo de objetos fabricados por el hombre** que orbitan la Tierra
 - **Detectar, extraer trayectorias, correlar órbitas y catalogar** todos los objetos mayores de un cierto tamaño para un régimen orbital determinado
 - **Proporcionar servicios** para los distintos regímenes orbitales (LEO, MEO and GEO)

REGÍMENES ORBITALES

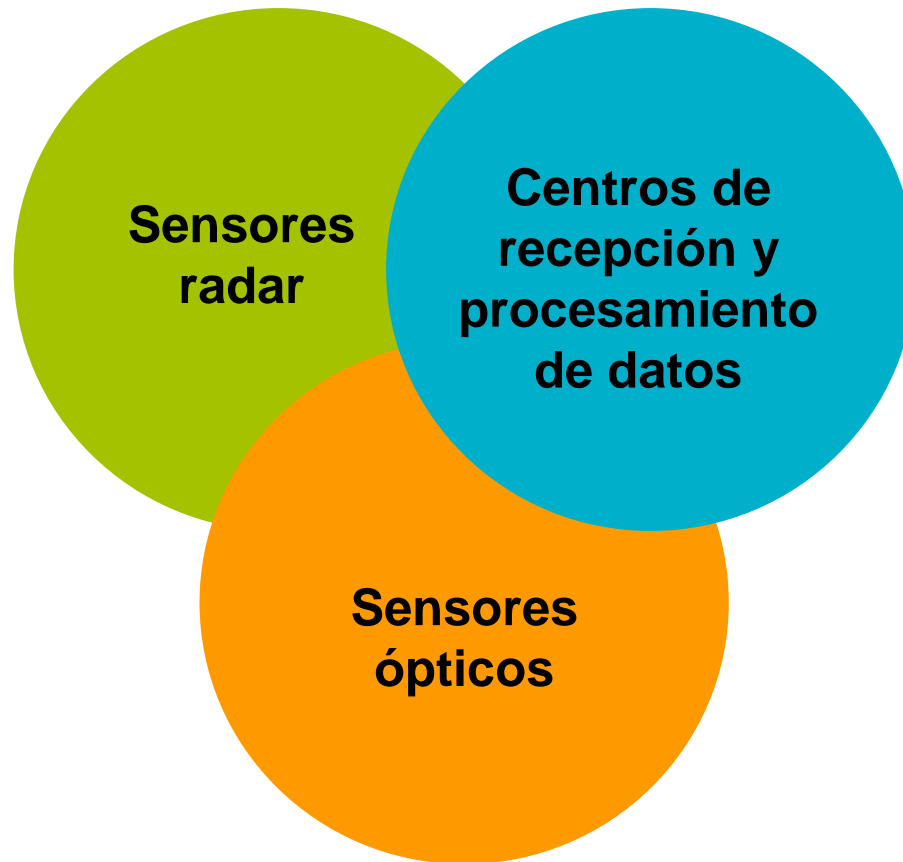
- LEO (200 – 2000 km)
- MEO (≈ 20000 km)
- GEO (≈ 36000 km)



SERVICIOS SST



ELEMENTOS PRINCIPALES



ARQUITECTURA DE SISTEMA



Image: ESA

TIPOS DE SENSORES ÓPTICOS

- **Dos posibles tecnologías**

- **Telescopios Clásicos**



- **Telescopios Fly-Eye**

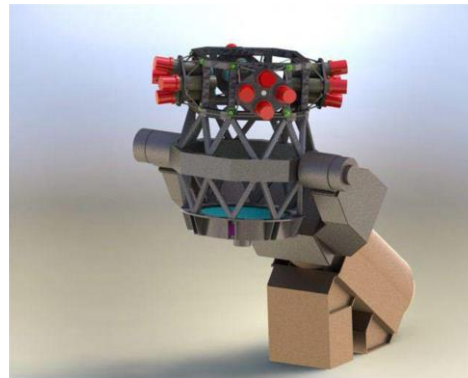


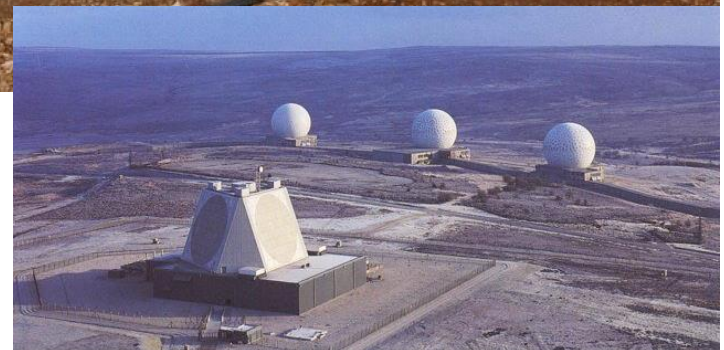
Image: ESA

TIPOS DE SENSORES RADAR

■ Radares de vigilancia (surveillance)

Photo: ESA

Photo: ESA



TIPOS DE SENSORES RADAR

- **Radares de seguimiento (tracking)**



LÍNEAS ACTUALES DE I+D

SENSORES ÓPTICOS

- **Uso de telescopios en LEO.** Se está empezando a experimentar con la detección de objetos en la parte alta de la órbita de LEO, por encima de los 1200 km.
- **Fly-Eye Telescope Core Technology:** El concepto de diseño de los telescopios Fly-Eye consiste en dividir el FoV en sub FoVs que contienen su propio array de elementos de corrección, facilitando así la corrección de aberraciones.
- **Procesamiento de imágenes avanzado.** El cálculo de tracklets en la actualidad es muy lento porque los algoritmos se ejecutan de manera separada. La idea es cargar una imagen raw en memoria RAM y ejecutar todos los pasos juntos
- **Planificador avanzado.** Se trata de coordinar las actividades de los distintos sensores de la red, controlando su estado y disponibilidad con el objeto de repartir la carga de trabajo de manera optimizada.

LÍNEAS ACTUALES DE I+D

SENSORES RADAR

- **Transmisor en banda L o S.** Definición de un building block escalable de alta eficiencia capaz de transmitir potencias por encima de 1 kW de potencia de pico. El nivel de integración de la solución es muy importante si se tiene en cuenta el número de transmisores necesarios
- **Receptor digital / Beamforming.** Receptores digitales optimizados desde el punto de vista de figura de ruido y eliminación de interferencias. Posible desarrollo de ASIC debido al elevado número de elementos

LÍNEAS ACTUALES DE I+D

CENTRO DE DATOS

- **Planificador.** Solución escalable que permita optimizar el reparto de tareas entre distintos radares de seguimiento , teniendo en cuenta que el radar de vigilancia podría hacer active tracking y complementar la red.
- **Procesamiento de datos.** Es necesario desarrollar nuevos algoritmos capaces de obtener los parámetros orbitales de los objetos y asociarlo a la información disponible en el catálogo

ÍNDICE

01 Introducción

02 Sistemas de comunicaciones por satélite

03 Space Situational Awareness

04 Space Weather (SWE)

05 Near Earth Orbit (NEO)

06 Space Surveillance and Tracking (SST)

07 Conclusiones

CONCLUSIONES

- Space Situational Awareness es un asunto de gran importancia actualmente
- Los tres segmentos (SWE, NEO y SST) están siendo ampliamente apoyados por instituciones científicas y organizaciones gubernamentales
- Existen una gran cantidad de líneas de I+D definidas de carácter multidisciplinar

¿Preguntas?

Jose María Hermoso Garnica