



**EU-Latin America and Caribbean
Aviation Partnership Project (EU-LAC APP)**

*Enhancing the aviation partnership between the EU and
Latin America and the Caribbean*

Los sistemas ATM: Tecnologías, funcionalidades y automatización

Taller de Automatización ATM - 07

Your safety is our mission.

An Agency of the European Union 

Índice



- Introducción a los sistemas ATM Automatizados
- Los principales proveedores y sus diferencias
- Surveillance Data processing (SDP)
- Flight Data Processing (FDP)
- Pantallas de Situación y Planes de Vuelo (SDD/FDD)
- Gestión e intercambio de planes de vuelo e información de vigilancia
- Evolución de la arquitectura ATM, verificación y validación

Introducción a los sistemas ATM Automatizados



Los sistemas automatizados ATM busca mejorar el rendimiento de la gestión del tráfico aéreo

→ Los **objetivos** de los sistemas ATM automatizados son:

→ **Aumentar la capacidad y eficiencia**

- Reducir la carga de trabajo
- Maximizar la utilización del espacio aéreo

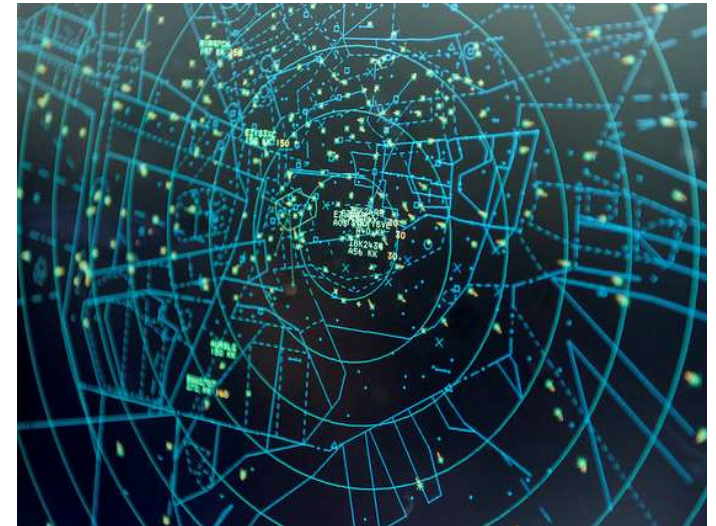
→ **Aumentar la seguridad operacional**

- Alto rendimiento (disponibilidad, retardos....)
- Asistir en evitar errores o conflictos

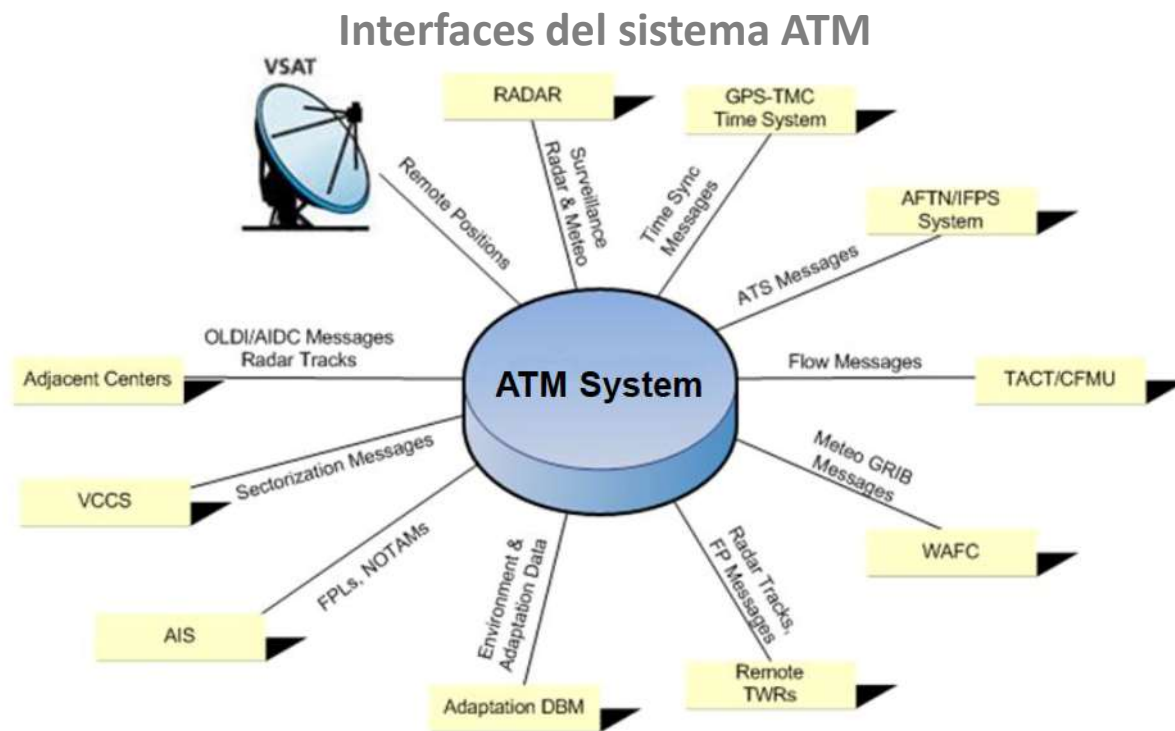
→ **Reducir costes**

→ **Reducir el impacto medioambiental**

- Trayectorias mejoradas
- Mejor planificación del tráfico



Los objetivos de rendimiento se consiguen integrando y procesando diversas fuentes de información



El sistema ATM automatizado proporciona al controlador una conciencia situacional integrada

- Proporcionan a los controladores **servicios** tales como:
 - **Herramientas de control**
 - **Comunicaciones de datos**
 - **Safety Nets**
 - **Otras funciones avanzadas:** Fichas digitales, secuenciación y optimización de flujos, coordinación/transferencias automáticas...



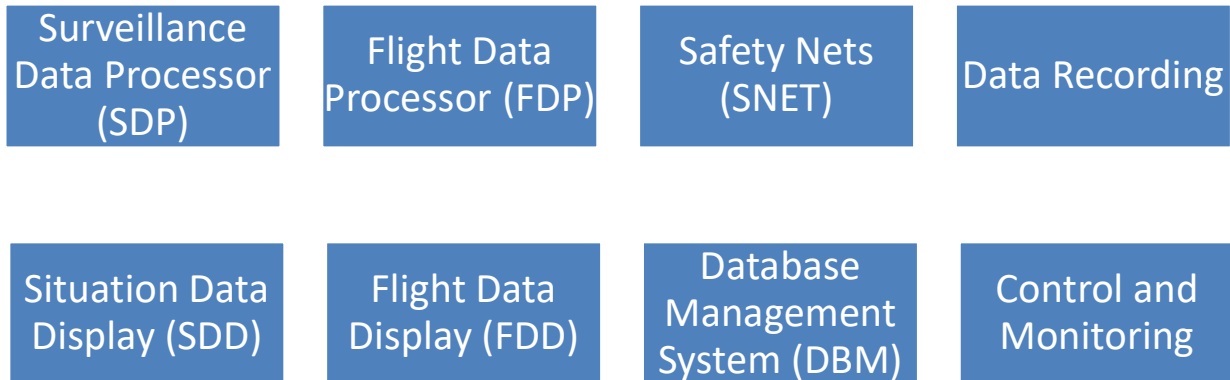
Fuente: THALES



Fuente: INDRA

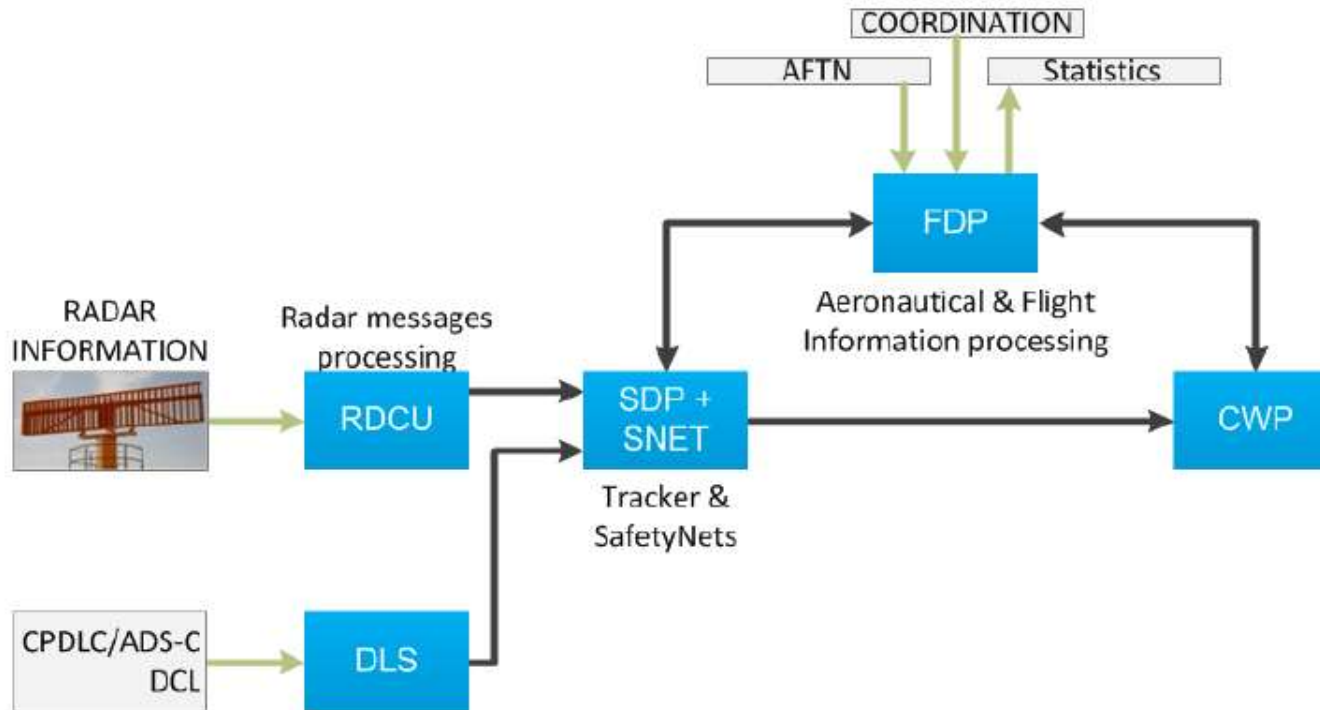
Un sistema automatizado ATM se compone de distintos subsistemas

→ Subsistemas principales:



Otros subsistemas avanzados pueden incluir AMAN/DMAN, Data Link / CPDLC, o Electronic Flight Strips

La cadena de datos pasa por los distintos componentes, integrando y procesando



Fuente: INDRA

Surveillance Data processing (SDP)



El subsistema de vigilancia es el primer eslabón de la cadena

- El sistema SDP recibe los **datos de Radar, ADS-B u otras fuentes de vigilancia** para crear una imagen actualizada e integrada del tráfico
- La información se puede presentar **integrada o de una única fuente** (multi-sensor o mono-sensor)
- La información generalmente se recibe de sus fuentes en formato **ASTERIX** (All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange), un estándar desarrollado por EUROCONTROL



El SDP se encarga de hacer control de calidad y presentar los datos validados al controlador

- El SDP efectúa un **control de calidad en tiempo real** (Real-Time Quality Control – RTQC) para asegurar la consistencia y precisión de las señales recibidas y realizar correcciones
- La **situación meteorológica** de radar también se puede recibir y superponer
- **Los datos validados se distribuyen** a los distintos sub-componentes tanto internos (ej. El FDP, el Controller Working Position) cómo externos (Posiciones de supervisión/mantenimiento....)

Flight Data Processing (FDP)



El FDP gestiona el ciclo de vida de los planes de vuelo

- El FDP recibe, valida, procesa y distribuye **planes de vuelo**
 - Son recibidos a través de **mensajes AFTN/AMHS** o introducidos manualmente
 - Son **validados** para detectar errores o inconsistencias
 - Se **distribuyen** a los sistemas de fichas (Flight Strips), posiciones de control, y centros adyacentes
- Determina los sectores involucrados en un vuelo para coordinar información, correlaciona las trazas de vigilancia con los planes de vuelo y gestiona la asignación de códigos SSR

El FDP habilita la coordinación con los vuelos y con centros adyacentes

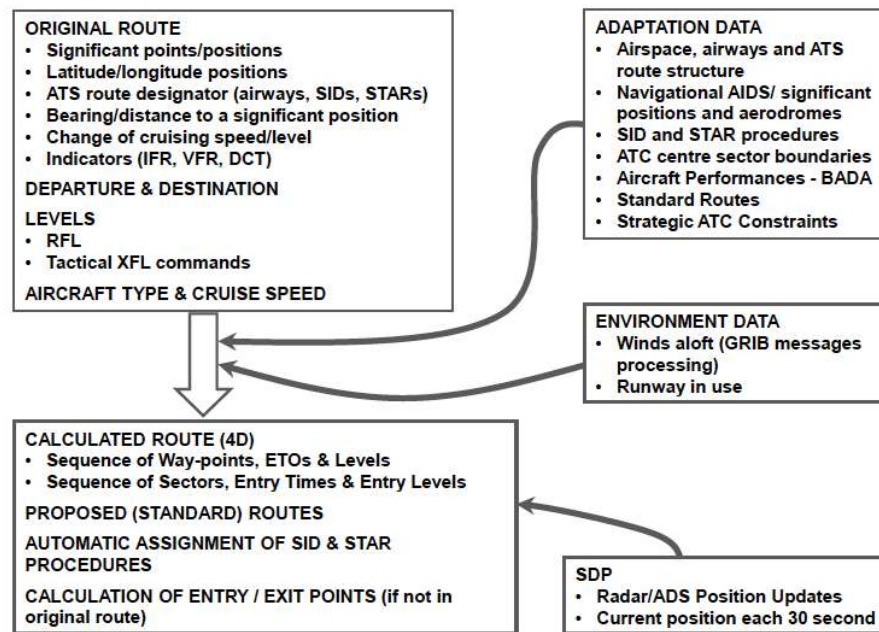
- La coordinación con centros adyacentes se puede hacer oralmente o utilizando mensajes de datos con soporte automatizado (**AIDC/OLDI**)
- El FDP permite la **detección de potenciales conflictos**, incursiones en espacios restringidos y desviaciones respecto a la ruta planificada



Fuente: LAIC

Adicionalmente, el FDP permite la predicción de trayectorias y tiempos

→ Las trayectorias y tiempos (trayectoria 4D) se calculan teniendo en cuenta varias fuentes de información



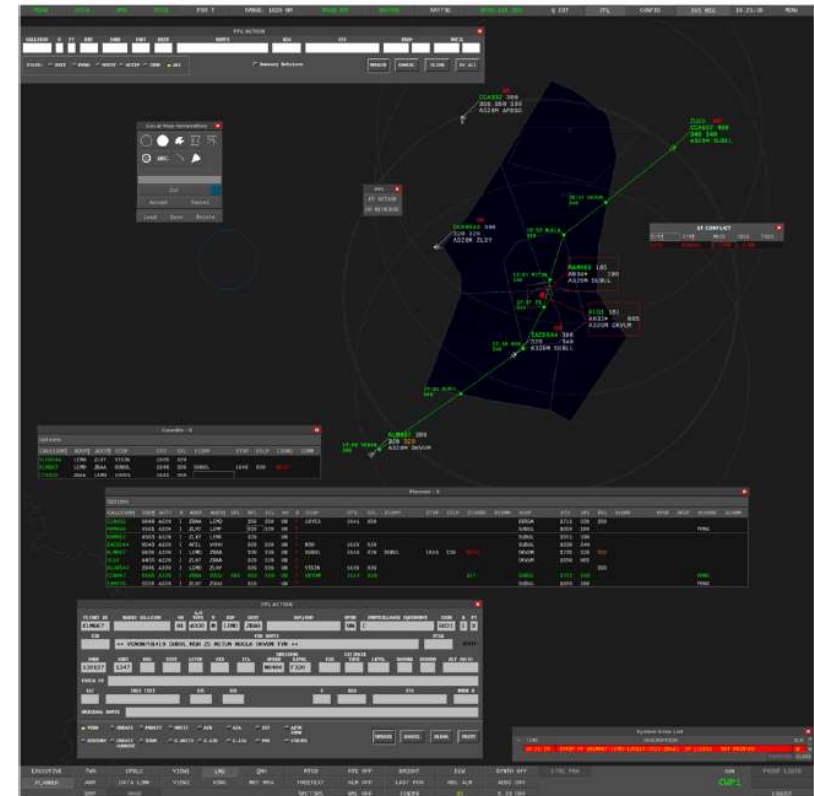
Fuente: INDRA

Situation and Flight Data Displays (SDD/FDD)



Los SDD y FDD forman parte de la interfaz hombre-maquina (HMI) del controlador

- **SDD**: Interfaz gráfico de presentación de datos de situación aérea
 - Trazas de vigilancia
 - Riesgos de conflictos
 - Mapas geográficos y aerovías
 - Datos y mapas meteorológicos
 - Mensajes CPDLC
 - Listas de planes de vuelo
 - ...
- La información es **recibida** tanto del **FDP** como del **SDP**



Fuente: INDRA

El FDD muestra información relacionada con los planes de vuelo de vuelo

→ Sus funciones principales son:

- Gestión de planes de vuelo y planes de vuelo repetitivos
- Gestión de mensajes AFTN
- Gestión de mensajes de coordinación y transferencia y OLDI/AIDC

WHITE fields accept input data Window title RED fields are compulsory Dark GREY fields do not allow data input

FP OPERATION

CALL SIGN	O	CSSR	R	FT	N	TYPE	W	RV	N.E	ORIG	EOBD	EOBT	CTOT	ATD
HAI145	C	7777	I	S	01	B727	H	UN	S	LQTZ	081024	A321		

SPEED RFL SID ROUTE STAR DEST ETA

N0400	F180		DCT VEBAR KEB BOSNA KOMAR DCT		LQBK	1257
-------	------	--	-------------------------------	--	------	------

NOTIF

FIXPOINT	ETO	CFL	R.SPD	NEXT	FDX	N.ETO	S	REG	ALTERN	FREE TEXT	ADDRESS

◆ View ◆ Crea. ◆ Mod ◆ Notif ◆ ATD ◆ EST ◆ ATA
◆ Hist. ◆ GPL ◆ Cancel ◆ C.Notif ◆ C.ATD ◆ POS ◆ Strips

SYNTACTIC

OK CLOSE CLEAR PRINT

YELLOW switch indicates activation Background colour switch indicates inhibition

El FDD y SDD forman parte de la posición del controlador (CWP – Controller Working Position)



Gestión e intercambio de planes de vuelo e información de vigilancia



La capacidad del sistema ATM de ejecutar sus funciones depende de la calidad y estandarización de los datos

- Siendo las **fuentes principales** de información los **planes de vuelo y la información de vigilancia**, es importante asegurar la **accesibilidad y calidad** de estas interfaces
- Ya que los sistemas ATM procesan esta información automáticamente, si no tiene el formato y calidad adecuada, esto puede causar errores
- Es importante **estandarizar la cadena de distribución**
- Para ello existen **estándares y especificaciones** de interoperabilidad a nivel de interfaz (Interface Control Document) y de formato de los mensajes que deben seguirse para asegurar que los sistemas pueden procesarlos correctamente

Los planes de vuelo son una de las piezas clave con las que los sistemas ATM crean la visión integrada del tráfico

→ Desafortunadamente, a pesar de los esfuerzos realizados, los problemas siguen siendo comunes

Los 10 errores más comunes de planes de vuelo en la región SAM

Error	Total	
-- DUPLICATE FPL STORED	895	74.52%
-- INCONSISTENT ITEM 10 AND 18 PBN/	110	9.15%
-- DIFFERENT FLIGHT PLAN STORED	47	3.91%
-- WRONG NUMBER OF FIELDS	45	3.74%
-- FILL REG/ IN FIELD 18 ONLY IF DIFFERENT -- FROM THE AIRCRAFT IDENTIFICATION IN ITEM 7	27	2.26%
-- NO FPL STORED	18	1.50%
-- INVALID SEL/REPEATED LETTERS	17	1.41%
-- NON RVSM STATUS	14	1.17%
-- INVALID COM NAV EQIP	14	1.17%
-- INCONSISTENT ITEM 10 AND 18 R WITH NO PBN	14	1.17%

Fuente: OACI
Datos de 07/2017-03/2018

Estos problemas pueden surgir por muchas razones

- Algunos ejemplos de las **causas de problemas con la gestión de planes de vuelo** pueden ser:
 - **Falta de procedimientos uniformes** de creación y diseminación de planes de vuelo a nivel nacional (proveedor de servicios) o regional
 - **Entrenamiento inadecuado** del personal AIS/AIM
 - **Falta de coordinación** con las **aerolíneas**

Estos problemas causan que los sistemas no puedan procesar la información correctamente

- **Deficiencias** en la calidad o accesibilidad de estos datos por el sistema ATM puede resultar en los siguientes **impactos negativos**:
 - Aumento en la carga de trabajo e imposibilidad de ejecutar funciones automatizadas, con su correspondiente impacto negativo en la eficiencia y en la capacidad del espacio bajo control
 - Potencial impacto en la seguridad operacional por falta de entendimiento común

Al ser los planes de vuelo uno de los primeros componentes de la cadena ATM, estas deficiencias tienen un **efecto incremental** que puede tener repercusiones muy importantes y afectando a muchos actores

En Europa se optó por una solución centralizada para evitar estos problemas y optimizar el proceso → El IFPS

- El IFPS (**I**ntegrated **I**nitial **F**light **P**lan **P**rocessing **S**ystem) es un servicio operado por Eurocontrol (Network Manager) diseñado para racionalizar la **recepción, procesamiento inicial y distribución** de planes de vuelo IFR en Europa
- El sistema se encarga de **validar** que los planes de vuelo:
 - Cumplen con las convenciones de formato e información
 - Son completos y precisos



Esta centralización de la gestión de planes de vuelo ha habilitado varios servicios automatizados e interoperables

- La **centralización regional de la gestión de planes de vuelo** contribuye sustancialmente a mejorar la **consistencia y predictibilidad** de información de vuelo, asegurando que todos los actores reciben la misma información, validada y de una única fuente
- Esto **simplifica las operaciones, mejora la eficiencia y reduce los costes** tanto para usuarios como para proveedores de servicios
- Habilita servicios tales como **ATFM regional** o **AIDC/OLDI**

El establecimiento de acuerdos para compartir datos de vigilancia entre Estados adyacentes tiene varias ventajas (1/2)

- **Racionalización de infraestructura y reducción de costes**
 - En muchos casos no es necesario duplicar la vigilancia cuando un estado ya tiene cobertura
 - Sobre todo en zonas con espacios aéreos fragmentados y mucho tráfico, demasiados sistemas de vigilancia simultáneos resultar en problemas a nivel de saturación de señales
 - Compartir datos de vigilancia entre varios estados puede ayudar a reducir la inversión en infraestructura global, resultando en reducción de costes a los usuarios de espacio aéreo



El establecimiento de acuerdos para compartir datos de vigilancia entre Estados adyacentes tiene varias ventajas (2/2)

→ Incremento de la seguridad operacional

- Poder extender la cobertura de vigilancia permitirá ofrecer una mejor consciencia situacional a los controladores, compartida entre espacios aéreos colindantes
- Asegura una mejor transferencia de vuelos, evitando ocurrencia de Grandes Desviaciones de Altura (LHD)

→ Aumento de la capacidad del espacio aéreo

- La cobertura de vigilancia permite reducir la separación y optimizar las rutas



A nivel técnico, el intercambio de datos de vigilancia es un caso que está muy estandarizado

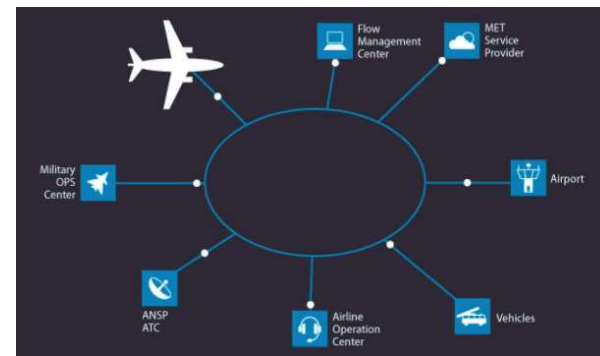
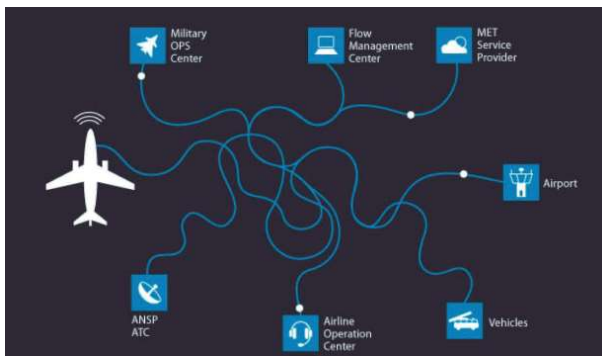
- En muchos casos los problemas son más de **políticas o institucionales**
- Son necesarios **acuerdos a nivel bilateral o multilateral** entre los estados, detallando los aspectos operacionales, técnicos, económicos, administrativos y jurídicos
- A nivel técnico está estandarizado a través del protocolo **ASTERIX**
 - Sería necesario validar que la red de comunicaciones cumple los requerimientos de rendimiento, y hacer pruebas técnicas y operativas
- En la región de **Suramérica**, el grupo **GREPECAS** ha establecido las **pautas de implantación y compartición** de infraestructura de vigilancia a nivel regional basada en el intercambio de datos entre centros utilizando ASTERIX

Evolución de la arquitectura ATM, verificación y validación



La evolución de la arquitectura ATM es hacia arquitecturas abiertas y modulares

- En el corto y medio plazo, se está evolucionando hacia:
 - Estándares y procedimientos comunes y armonizados que aseguren a los usuarios una experiencia operativa sin diferencias perceptibles entre proveedores de servicios (**seamless**)
 - Interfaces de comunicaciones con estándares abiertos y arquitecturas de redes comunes (**SWIM**) que permitan la compartición y gestión de datos global, habilitando la automatización
 - Mejor sincronización entre sistemas (Aeropuertos, Flow Management, ATC...) para habilitar una gestión estratégica y colaborativa del tráfico end-to-end
 - Enfoque en rendimiento (performance) y no en tecnologías específicas



Fuente: SESAR JU

Diferentes proyectos regionales tratan de dirigir la I+D y el despliegue de la futura arquitectura ATM

→ SESAR (“Single European Sky ATM Research”)

- El proyecto SESAR es el programa europeo de modernización de la infraestructura de control del tráfico aéreo



→ El Sistema de Transporte de Próxima Generación (NextGen)

- Término para la transformación continua del Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS) de los Estados Unidos, planificado en etapas entre 2012 y 2025.
- En su nivel más fundamental, NextGen representa una evolución desde una base terrestre sistema de control de tránsito aéreo a un sistema de gestión de tránsito aéreo basado en satélites, y la innovación tecnológica en áreas como pronóstico del tiempo, redes de datos y comunicaciones digitales.



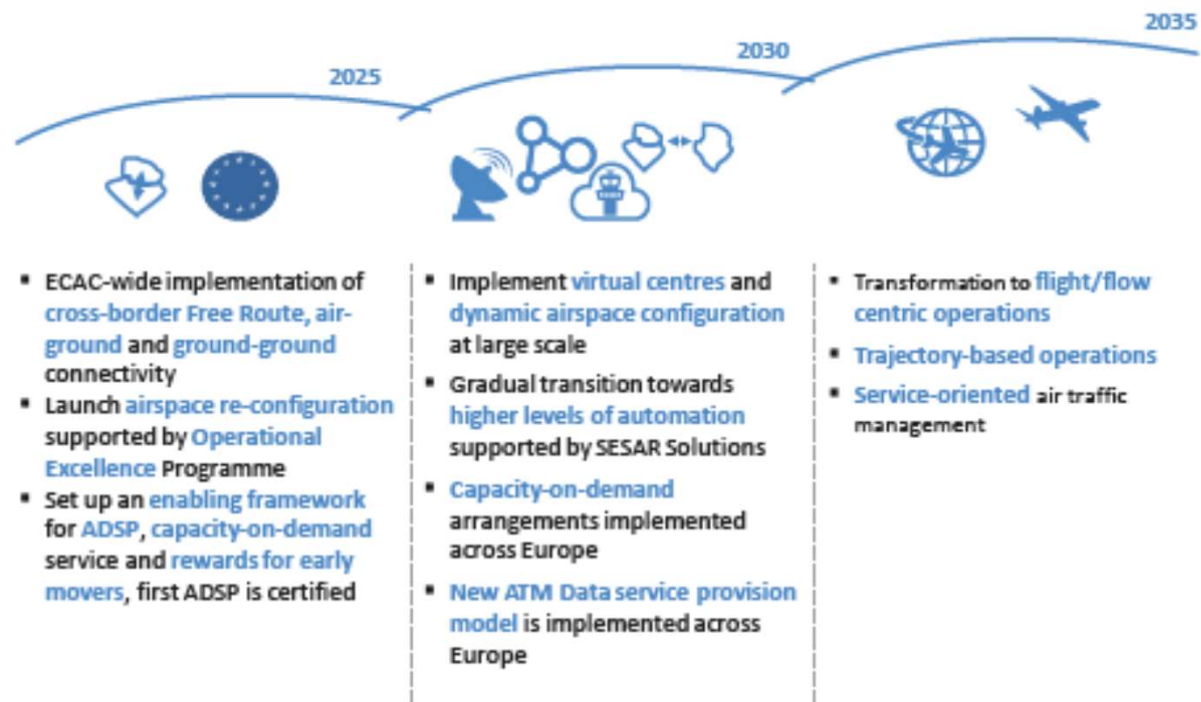
A largo plazo, la virtualización de los sistemas ATM permitirá una gestión más eficiente y flexible de la demanda

- El concepto del “**Centro de Control Virtual**” implica poder hacer balanceo de capacidad y demanda a través de distintos ATSUs
- La implantación de tecnologías de comunicación abiertas e interoperables para la distribución de datos de vuelo, coordinación y vigilancia, permite una **separación de la provisión de servicio ATM y la gestión de datos (FDP/SDP)**
- Esto permitiría la **asignación dinámica de responsabilidades de control** a distintos ATSUs

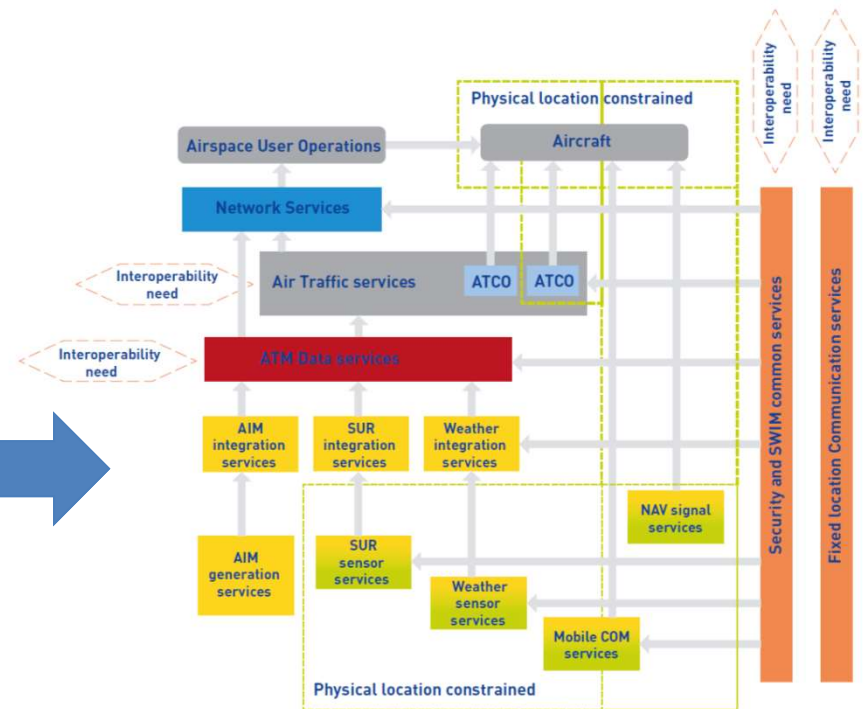
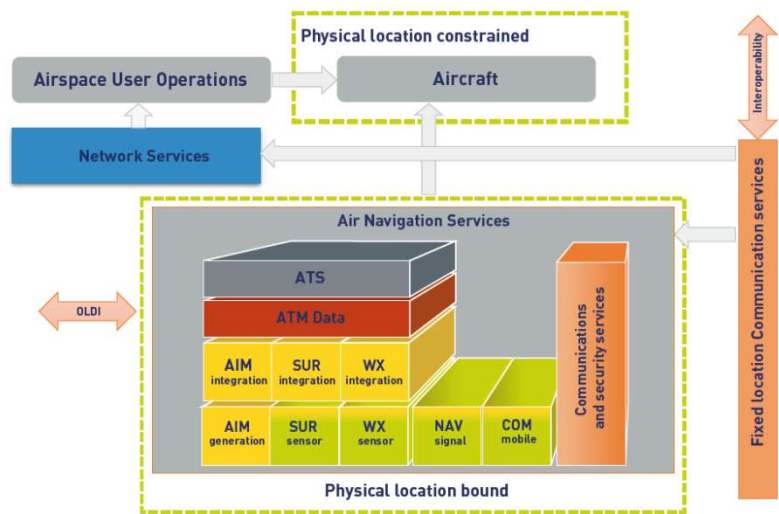


Fuente: SESAR JU
<https://www.sesarju.eu/node/3253>

Nuevos conceptos operacionales: SJU Airspace Architecture Study

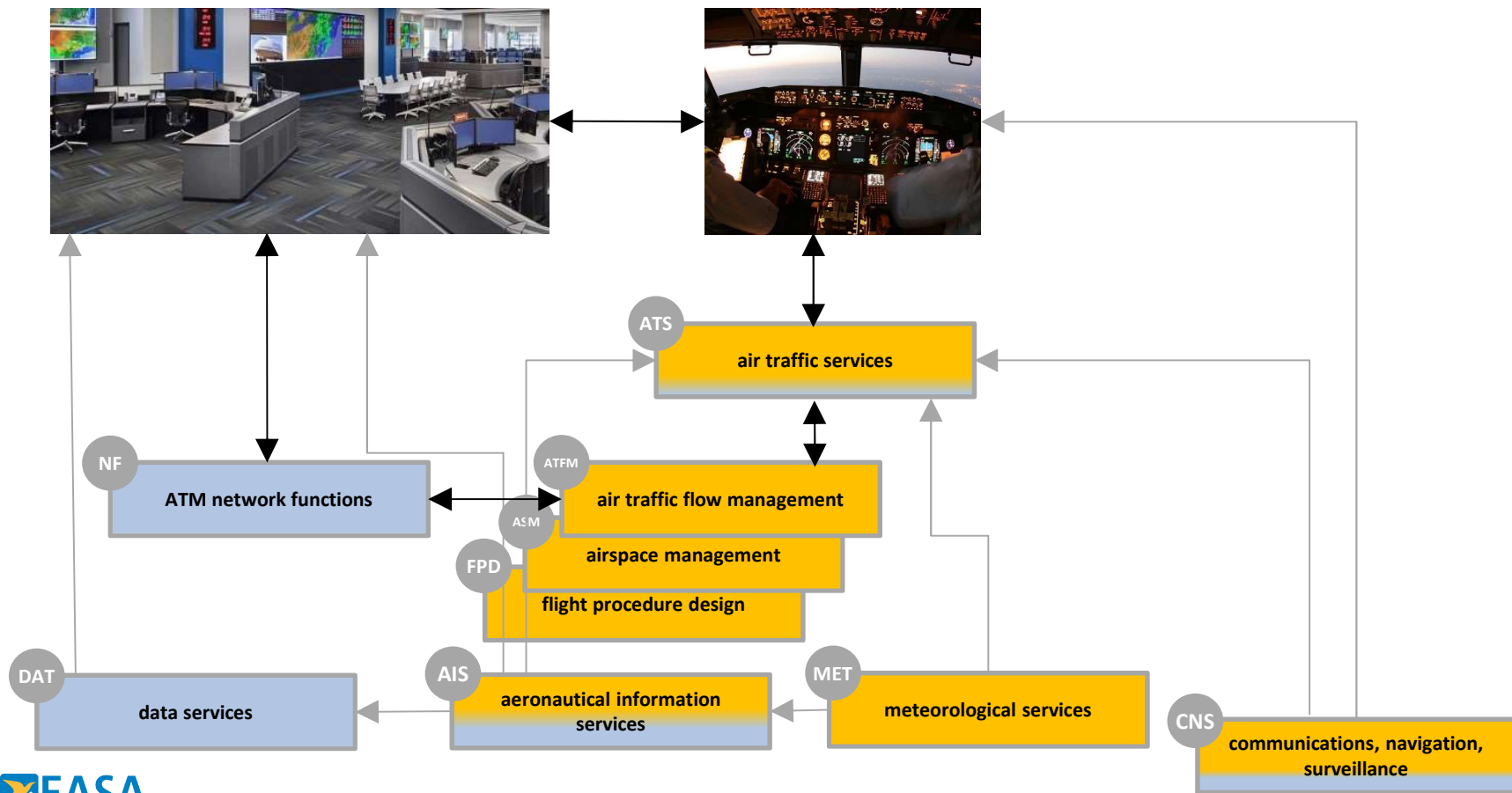


Nuevos conceptos operacionales: SJU Airspace Architecture Study

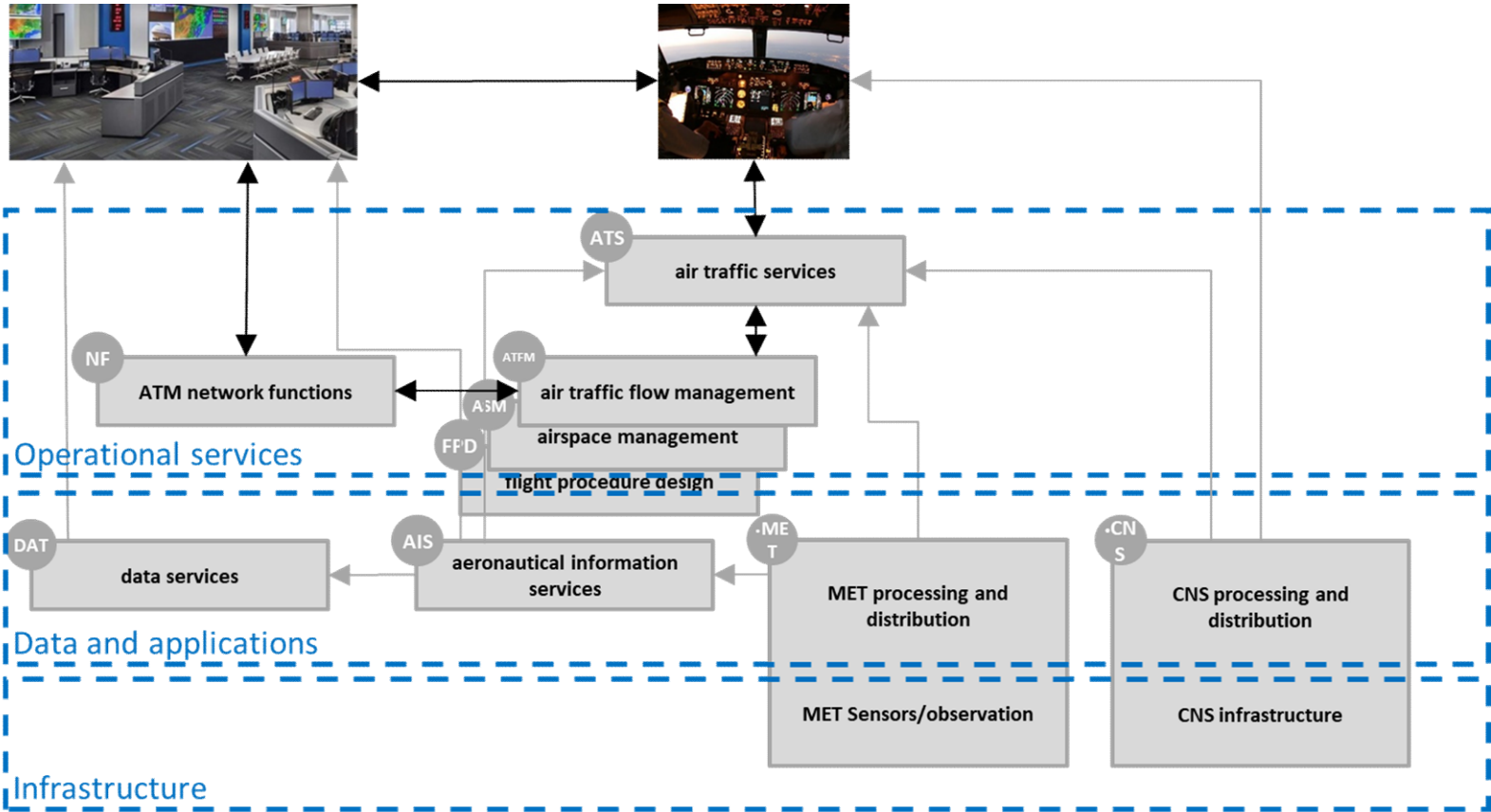


Fuente: SESAR JU (Airspace Architecture Study)

Capas de provisión de servicios ATM/ANS

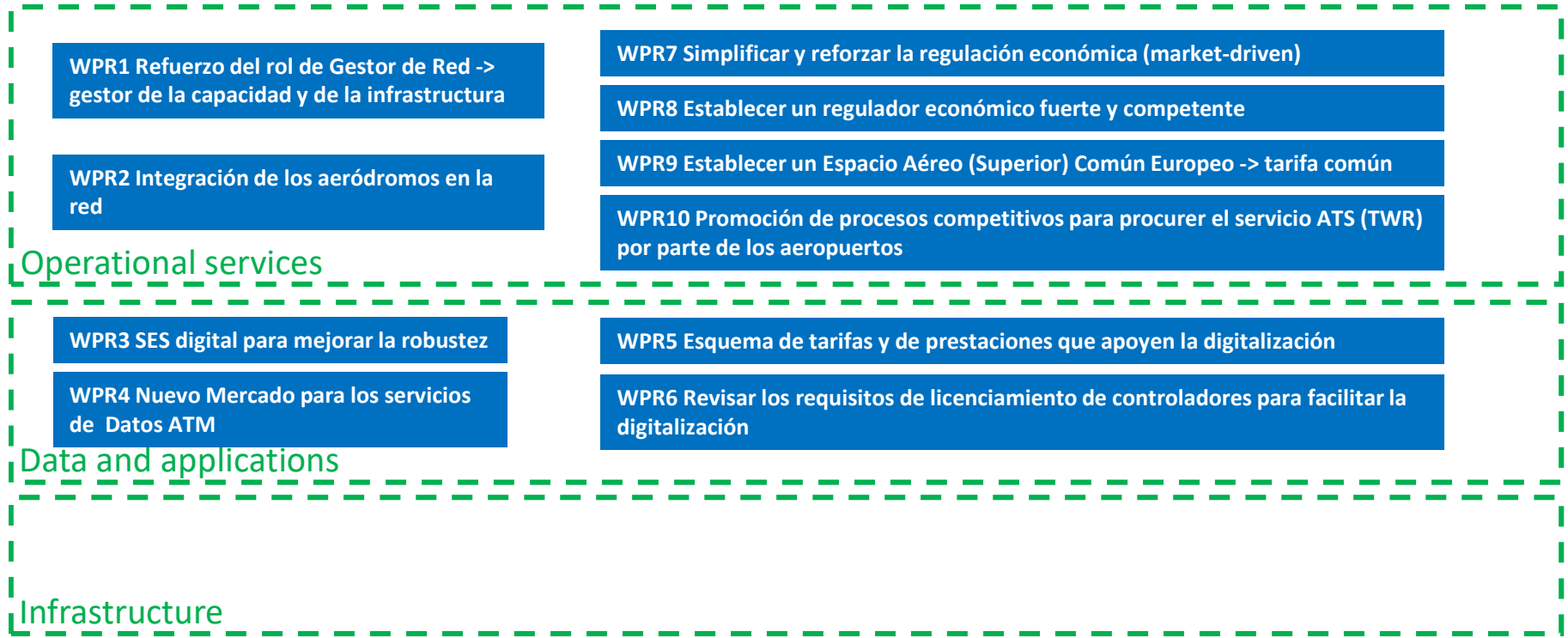


Capas de provisión de servicios ATM/ANS

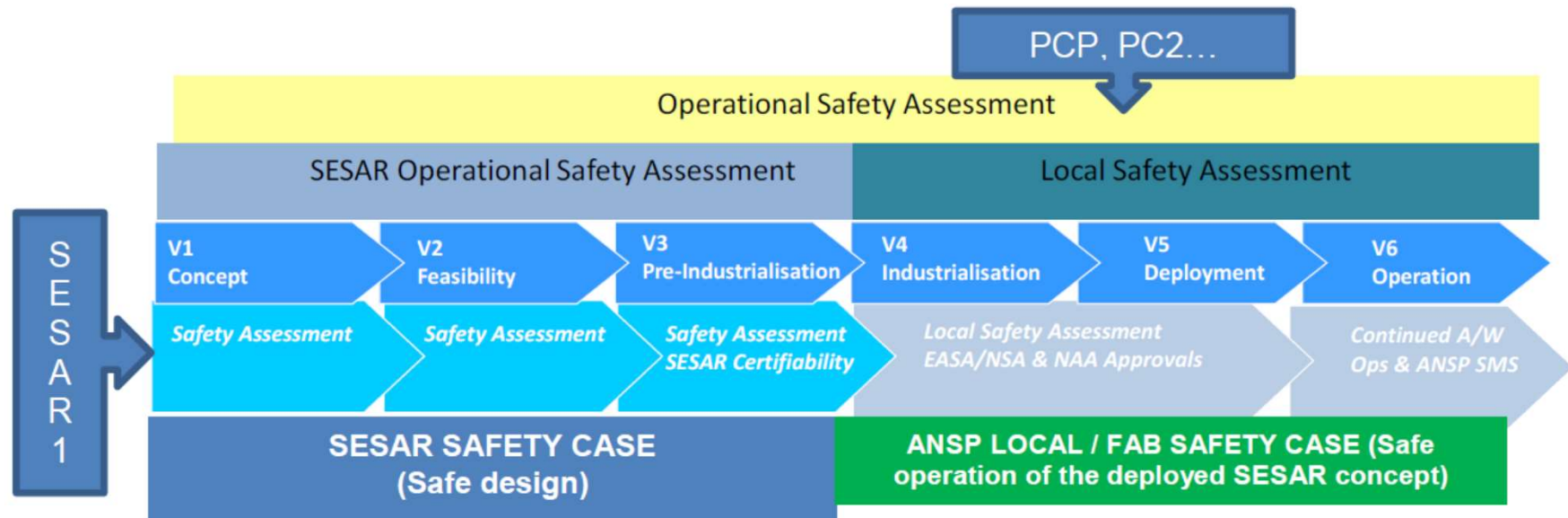


Recomendaciones al regulador (EU Wise Persons Group)

<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2019-04-report-of-the-wise-persons-group-on-the-future-of-the-single-european-sky.pdf>



Validación y verificación de las nuevas soluciones:



Fuente: SESAR JU (Project Execution Guidelines for SESAR 2020 VLD)



¿Preguntas, comentarios?

www.eu-lac-app.org

*This project is funded by the European Union and
implemented by the European Aviation Safety Agency*

easa.europa.eu/connect



Your safety is our mission.

An Agency of the European Union 