

Análisis coste/beneficio de los sistemas CNS/ATM en España

El concepto mundial de sistemas de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia/Gestión del Tránsito Aéreo (CNS/ATM), fue ratificado por la Décima Conferencia de Navegación Aérea de la OACI, en septiembre de 1991. Además de los evidentes beneficios tecnológicos de los nuevos sistemas, el apoyo para tal ratificación fue aportado por un amplio estudio económico que indicó que, a nivel mundial, los beneficios de los nuevos sistemas excedían ampliamente sus costes de implantación.

La Conferencia reconoció que, aunque la implantación del concepto FANS (sistemas CNS/ATM) era rentable a nivel mundial, se necesitaba más información con respecto a sus implicaciones a nivel regional y de Estado. A tal fin, la Conferencia dictó la **recomendación 6/1**, que especifica que **los Estados, individualmente, lleven a cabo sus propios análisis coste-efectividad y/o coste-beneficio, para determinar cómo se verían afectados por la implantación de los nuevos sistemas.**

Siguiendo dicha recomendación, Aena (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea) decidió llevar a cabo su propio análisis coste/beneficio, con el objetivo de conocer la viabilidad económica y las repercusiones financieras de la implantación de los sistemas CNS/ATM en España, así como de analizar distintas alternativas tecnológicas de implantación, con el fin de ayudar a decidir sobre la más óptima.

El análisis, realizado en diez meses por un equipo formado por personal de la Dirección de Sistemas e Instalaciones de Aena y de la firma consultora Arthur Andersen, se completó en junio de 1996. El **informe final** y el **resumen ejecutivo** han sido ambos editados tanto en inglés como en español.

Metodología

De esta forma, y siguiendo las orientaciones y metodología del Valor Actual Neto (VAN) contenidas en la circular 257-AT/106 de la OACI ("**Aspectos económicos de los servicios de navegación aérea por satélite**"), se desarrolló el análisis comparando lo que se ha denominado "**caso proyecto**" con lo que se ha denominado "**caso base**".

La figura 1 del nº 11 de *ATC Magazine*, artículo titulado "**Análisis coste/beneficio de los sistemas CNS/ATM**", ilustra la metodología general utilizada en la realización del análisis.

En el **caso base** se consideran las inversiones, costes de mantenimiento y operativos, costes de formación, y otros, en los que se debería incurrir a lo largo de los próximos veinte años, en el supuesto de que no se implantarán los sistemas CNS/ATM (Concepto FANS), y se continuará utilizando la tecnología clásica actual.

El **caso proyecto** contempla las inversiones, costes de mantenimiento y operativos, costes de formación, y otros, en los que se debería incurrir a lo largo de los próximos veinte años para implantar los sistemas CNS/ATM (concepto FANS). Estos costes corresponden tanto a sistemas

avanzados CNS/ATM, como a sistemas de tecnología clásica actual, independientemente de que permanezcan en el escenario definitivo o que se utilicen únicamente para la transición.

También contempla el **caso proyecto** los beneficios que, por eficiencias tales como trayectorias de vuelo más directas, mejores perfiles de vuelo, y reducción de demoras, éste caso aporta con respecto al **caso base**.

Hay gastos anuales considerables (SACTA, etc.) que son comunes tanto al **caso proyecto** como al **caso base**, durante todo el período del análisis, y, por tanto, han sido excluidos de los costes de ambos casos. Estos gastos se producirían independientemente de que el CNS/ATM (**caso proyecto**) se implantara o de que se continuara utilizando la tecnología clásica actual (**caso base**).

El **Valor Actual Neto (VAN)** se calcula de la siguiente manera:

Primero, el **beneficio neto**, por año, se calcula para cada uno de los 20 años del período del análisis.

El **beneficio neto (N)** para un año en particular se calcula de la siguiente forma:

$N = \text{beneficio} - \text{coste} = (B_p) - (C_p - C_b)$

Siendo:

B_p =Beneficio del **caso proyecto** con respecto al **caso base**, en dicho año.

(C_p-C_b) = Coste del **caso proyecto** con respecto al **caso base**, en dicho año.

Al objeto de tener en cuenta el hecho de que un dólar tiene ahora más valor que en el futuro (inflación), es necesario expresar el **beneficio neto** para cada año futuro en términos de su equivalente en el año base (primer año del análisis). Esto se consigue mediante un proceso de descuento que pone todos los beneficios netos generados en cada uno de los 20 años del análisis sobre una base comparable.

El **Valor Actual Neto (VAN)** del **caso proyecto** viene dado por la suma algebraica del conjunto de estos 20 **beneficios netos** (alguno de los cuales podría ser negativo). Un valor residual es también añadido a esta suma, para tener en cuenta el valor de los activos depreciados que existen al final del período del análisis.

Costes del caso base y caso proyecto

Datos relativos a costes de equipos, costes de operación y mantenimiento, y compra de servicios, fueron obtenidos de diversas fuentes:

—Aena suministró costes relativos a equipos de tierra de tecnología clásica.

—85 fabricantes suministraron información relativa a otros equipos.

—Expertos nacionales e internacionales pertenecientes a varias organizaciones tales como OACI, FAA, INMARSAT, IBERIA, British Telecom, SITA, ARINC, etc., fueron consultados con respecto a precios estimados relativos a cierto tipo de equipos y compra de servicios.

—Información relativa a costes extraída de otros análisis y estudios fué también utilizada.

Escenarios del caso proyecto

Debido a que el concepto de sistemas CNS/ATM presenta diferentes alternativas en cuanto al tipo de equipamiento que se puede emplear para realizar las distintas funciones CNS/ATM, dentro del caso proyecto se han considerado doce escenarios tecnológicos alternativos. Las diferencias entre estos escenarios radican exclusivamente en las comunicaciones



Figura A: Cubierta frontal del informe final

tierra/aire y en la vigilancia, no existiendo diferencia alguna en lo relativo a la navegación y al ATM.

Las alternativas de comunicaciones tierra-aire que diferencian entre sí dichos doce escenarios son el VDL voz+datos y el SMAS voz+datos. En cuanto a la vigilancia, las alternativas son el MSSR, el radar Modo S, y la ADS, basada bien en VDL o en el SMAS. La navegación, que es común a todos los escenarios, se fundamenta en sistemas satélite aumentados por el EGNOS (WAAS), que permitirán aproximaciones CAT I. El LAAS y el MLS son las alternativas para aproximaciones CAT II/III. El ATM, también común a los doce escenarios seleccionados, se fundamenta en el actual sistema de control de tránsito aéreo, denominado SACTA, aumentado principalmente por sistemas ATC automatizados y expertos, que soportarán comunicaciones digitales CPDLC (comunicaciones de datos controlador-piloto) y que ejecutarán parte de las labores rutinarias del controlador. Esta reducción en su carga de trabajo permitirá al controlador gestionar un mayor número de aeronaves, aumentándose así la capacidad ATC. El elemento más importante ATM de aviónica es el equipo RNAV, que permitirá el establecimiento de rutas más próximas entre sí y más directas.

En todos los escenarios del **caso proyecto** se ha asumido que los equipos VOR, DME, NDB, e ILS, son progresivamente retirados; el radar primario es reemplazado por ADS en la mayoría de los casos, y el número de radares secundarios minimizado. Las comunicaciones voz son progresivamente reemplazadas por las de datos.

En el Anexo se incluye una breve descripción de los Escenarios I y VI.

En el área amarilla del **Escenario I** (ver mapa en el Anexo), las comunicaciones de datos y voz digitalizada aire/tierra son soportadas mediante VDL en configuración redundante. Doble cobertura de vigilancia se consigue combinando cobertura simple MSSR con cobertura simple ADS soportada por VDL.

En el área azul del **Escenario I**, las comunicaciones de datos y la voz digitalizada aire/tierra, y la ADS, son proporcionadas mediante SMAS en configuración redundante a aquellas aeronaves equipadas con SATCOM. La instalación de equipo SATCOM no es obligatoria.

En el área amarilla del **Escenario VI** (ver mapa en el Anexo) las comunicaciones de datos y voz digitalizada aire-tierra son soportadas mediante VDL en configuración no-redundante. El SMAS proporciona redundancia de comunicaciones del

VDL y servicio de comunicaciones en las zonas ciegas de éste. Doble cobertura de vigilancia se consigue combinando cobertura simple ADS soportada por VDL con cobertura simple ADS soportada por SMAS.

En el área azul del **Escenario VI**, las comunicaciones de datos y voz digitalizada aire- tierra, y la ADS, son soportadas por el SMAS en configuración redundante.

En la totalidad del área (amarillo+azul) del **Escenario VI**, el equipamiento con SATCOM es obligatorio.

Todos los escenarios del **caso proyecto** definidos en el análisis deberán ser lo más realistas posible y, por tanto, han sido desarrollados teniendo en cuenta un conjunto de políticas y estrategias internacionales y regionales que afectarán significativamente tanto al tipo de equipo (principalmente aviónica) como al ritmo de la transición. El tipo de aviónica de las aeronaves que vuelan rutas internacionales desde/hacia España no dependerá exclusivamente de los requisitos nacionales en cuanto a equipos, sino también de los requisitos de otros Estados y regiones desde/hacia los cuales dichas aeronaves vuelan.

Las principales estrategias y políticas tenidas en cuenta en el desarrollo de los escenarios del caso proyecto han sido:

- Plan mundial OACI para la transición a los sistemas CNS/ATM.
- Estrategia CNS por satélite de Eurocontrol.
- Estrategia CNS/ATM del Atlántico Norte.
- Políticas GNSS (GPS, GLONASS, EGNOS, WAAS, etc.).
- Plan de implantación WGS-84.
- Normativa de Eurocontrol para la navegación de área (RNAV) en el área de la CEAC.
- Reunión extraordinaria de navegación aérea para la región Europea (Viena, septiembre 1994).
- Estrategia para la implantación inicial de la vigilancia modo S mejorada en el área central Europea.

Beneficios por eficiencias del caso proyecto

Las mejoras en navegación, comunicaciones y vigilancia, y en la gestión del tránsito aéreo, que se esperan conseguir con la implantación de los nuevos sistemas CNS/ATM, permitirán obtener tanto beneficios por **eficiencias en vuelo**, como por **reducción de demoras**. Para los operadores de aeronaves, dichas mejoras supondrán ahorros en gasto de combustible y otros costes operativos. Para los pasajeros, supondrán la reducción del tiempo de viaje en los distintos trayectos. Los pasajeros y los expedidores de carga serán, en principio, los beneficiarios últimos de - por lo menos- una parte importante de los

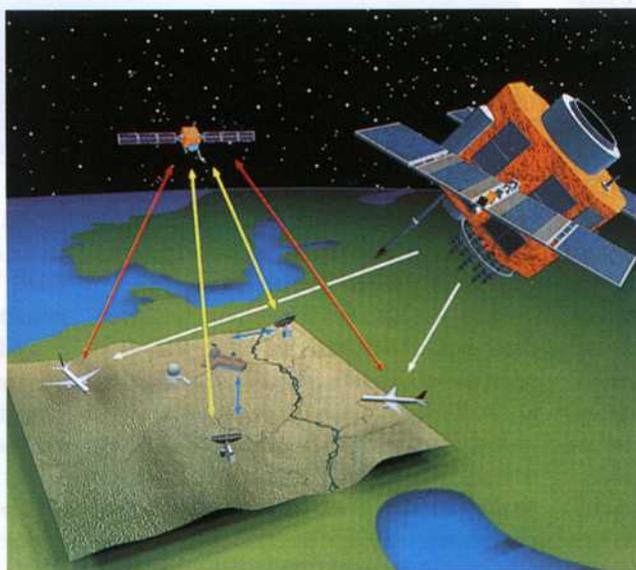


Figura B: La navegación por satélite es común a todos los escenarios del caso proyecto

beneficios de los operadores de aeronaves, asumiendo que dicha parte sea transferida a éstos mediante una reducción en las tarifas de pasaje y carga que pagan.

Es importante destacar el hecho de que los beneficios por eficiencias correspondientes a los **casos proyecto** se han determinado para un número máximo de aeronaves igual al número máximo que se ha estimado que el **caso base** podría acomodar.

Aunque es evidente que los **casos proyecto** podrían gestionar un mayor número de aeronaves que el **caso base**, los posibles beneficios derivados de la explotación de este número extra de aeronaves no han sido cuantificados. Su no cuantificación se debe a que su validez y

significatividad es cuestionable, ya que en el caso base, una vez alcanzado el *número máximo de aeronaves* que el sistema ATS podría acomodar, se podría continuar satisfaciendo la creciente demanda de pasajeros mediante la sustitución de aeronaves por otras con cada vez mayor capacidad. Los beneficios para los explotadores consecuencia de esto último, tampoco cuantificadas en el **caso base**, se compensarían con los beneficios derivados de la explotación de dicho *número extra de aeronaves* que los **casos proyecto** podrían gestionar, por lo menos durante el periodo de 20 años considerando en el análisis.

Es importante destacar también el hecho de que se ha asumido que los doce escenarios considerados como **casos proyecto** proporcionan los mismos beneficios por eficiencias en vuelo y reducción de demoras. Evidentemente, algunos de estos escenarios pueden presentar ligeras ventajas con respecto a otros bajo el punto de vista operacional (ejemplo: mejores coberturas a bajas altitudes o en zonas geográficas accidentadas, mejores niveles de redundancia, menores demoras de tránsito del enlace de datos, etc.) o, incluso, bajo un punto de vista institucional, las cuales deberán tenerse en consideración a la hora de decidir entre escenarios con una relación coste/beneficio similar.

Eficiencias en vuelo

Las mejoras aportadas por la implantación CNS/ATM permitirán una serie de eficiencias en vuelo tales como rutas más directas, maniobras de aproximación y despegue más cortas y eficientes, mejores perfiles de ascenso y descenso, y una mayor disponibilidad y aprovechamiento de niveles óptimos de vuelo. Tales eficiencias generarán economías en el gasto de combustible y otros costes de explotación de las aeronaves, tales como los costes de tripulación, etc. que dependerán del grado de reducción del tiempo de vuelo.

Al objeto de poder cuantificar todas estas economías, que beneficiarán principalmente a los operadores de aeronaves,

ha habido que hacer una estimación sobre el porcentaje de aeronaves equipadas en cada momento con la aviónica requerida, así como con respecto a las fechas de entrada en operación en el espacio aéreo objeto del estudio, tanto de los nuevos sistemas CNS/ATM como de las nuevas estructuras de espacio aéreo y procedimientos asociados necesarios para conseguir las mencionadas eficiencias.

Se ha estimado que las eficiencias se fundamentarán principalmente en:

La navegación RNAV de precisión utilizando el EGNOS (WAAS), que permitirá implantar el concepto denominado "Espaciado de Rutas Laterales Reducido" (RLRS), y, por tanto, una estructura de rutas directas mucho más eficiente, caracterizada por la utilización extensiva de pares de aerovías paralelas, muy próximas, de sentido contrario, en lugar de aerovías de doble sentido. La eliminación de aerovías de doble sentido permitirá óptimos perfiles de ascenso y descenso, no escalonados, al no verse restringida una aeronave por tráfico en sentido contrario.

La reducción de la carga de trabajo por aeronave del controlador, que será consecuencia de la implantación progresiva de nuevas funciones automatizadas que, a su vez, utilizarán extensivamente el enlace de datos tierra-aire y mensajes CPDLC. Dicha reducción de carga de trabajo permitirá al controlador autorizar cada vez más frecuentemente trayectorias más directas, especialmente en TMA durante la aproximación o el despegue.

Una mejor función de vigilancia, basada en la ADS y en su integración con el radar, que permitirá la aplicación de separaciones mínimas cada vez más reducidas, al poderse garantizar los más altos niveles de precisión, disponibilidad, integridad y continuidad de servicio.

Se ha considerado que las fechas en que se pondrán de manifiesto las eficiencias mencionadas dependerán de las fechas de entrada en operación de los sistemas CNS/ATM en el espacio aéreo objeto del análisis. Estas últimas fechas dependerán, a su vez, de las características del escenario **caso proyecto** seleccionado. Existen varios escenarios, pero el elemento diferencial en ellos que condiciona el calendario de implantación de las eficiencias en vuelo es el "enlace de datos", que podrá ser el SMAS o el VDL.

De acuerdo con esto, el calendario asumido que determina las fechas de comienzo y de plena consecución de las eficiencias, es el siguiente:

	INICIO EFICIENCIAS	PLENAS EFICIENCIAS
ESCENARIOS SMAS	2003	2006
ESCENARIOS VDL	2003	2010

La razón principal de que la fecha de inicio de las eficiencias (2003) sea la misma, tanto en el caso de los escenarios SMAS como en el caso de los escenarios VDL, a pesar de que la aviónica SMAS se empieza a implantar con bastante anterioridad a la del VDL, es que las eficiencias no serán significativas mientras el EGNOS (WAAS) no esté disponible.

La razón por la que en los escenarios SMAS se consigue la plena consecución de las eficiencias antes que en los escenarios VDL, es que en el primer caso se consigue la plena implantación del enlace de datos en el total de las aeronaves antes que en el segundo caso.

La cuantificación de ahorros -en tiempo y combustible- consecuencia de las eficiencias en vuelo que aportan los **casos proyecto** con respecto al **caso base**, ha sido una tarea laboriosa y compleja. El análisis indica que, una vez implantados plenamente los nuevos sistemas CNS/ATM, el ahorro debido a mejores perfiles de ascenso y descenso y a una mayor disponibilidad de niveles de crucero óptimos, sería, para el FIR Canarias, del 1,5% del coste del combustible total que se consumiría en el **caso base** por el total de las aeronaves. Para el conjunto de los FIRs peninsulares, sería del 1,3%.

El ahorro debido a rutas más directas y acortamientos de trayectoria en TMA sería, para el FIR Canarias, del 2,7% del total de horas de vuelo que volarían en el **caso base** el total de las aeronaves. Para el conjunto de FIRs Peninsulares, sería del 3,4%. Evidentemente, el ahorro en horas de vuelo se traduce en ahorros de combustible y de gastos de tripulación.

Reducción de demoras

Cuando el volumen de tráfico se aproxima a la capacidad teórica del espacio aéreo, la congestión resultante

puede ocasionar demoras en los vuelos e incumplimiento de horarios establecidos. A no ser que la capacidad se incremente, el crecimiento de la demanda puede causar congestión y demoras, que aumentarán rápidamente y que tendrán serias consecuencias, que afectarán tanto a los costes operativos de las aeronaves como al tiempo de viaje de los pasajeros. Es más, cuando las demoras alcancen una duración inaceptable, se congelará la demanda, dado que los pasajeros optarán por medios de transporte más eficientes. La implantación de los sistemas CNS/ATM hará posible la reducción de los estándares de separación y la mejora de la gestión del espacio aéreo, con lo que se incrementará su capacidad y se eliminarán muchos de los costes que traería consigo la congestión que se produciría de otro modo.

Para estimar los beneficios por reducción de demoras, ha sido necesario estimar cuál sería el valor de éstas año por año, de no implantarse los nuevos sistemas CNS/ATM. Los beneficios por reducción de demoras que se han considerado son sólo aquellos que se refieren a demoras en las salidas de vuelos de aeropuertos españoles. Estos beneficios han sido calculados separadamente para "salidas domésticas", que estarán constreñidas por las limitaciones de la capacidad del sistema ATS español, y para las "salidas internacionales", constreñidas principalmente por las limitaciones de la capacidad del sistema ATS europeo.

A efectos del cálculo de beneficios por reducción de demoras, se ha asumido que el aumento de la capacidad teórica que se producirá con los sistemas CNS/ATM respecto al **caso base**, tendrá lugar entre los años 2002 y 2015, y será de un 50%. Se ha estimado que, de no implantarse los sistemas CNS/ATM, las crecientes demoras ocasionarán que el tráfico doméstico (nº de vuelos) quedará congelado a partir del año

2008, y el internacional a partir del año 2003. El coste medio por hora de demora que se asumido para la realización de los cálculos se sitúa entre los \$US 1.223 y los \$US 1.408, según sea el tipo de aeronave.

Ahorros en tiempo de los pasajeros

Las mejoras CNS/ATM, que permitirán trayectorias de vuelo más directas y reducirán las demoras debidas a la congestión del espacio aéreo, disminuirán también el tiempo de viaje del pasajero. Si los pasajeros aprecian esta economía de tiempo, esto representará un beneficio adicional de los sistemas CNS/ATM.

El ahorro dependerá del tamaño de las aeronaves, del número de asientos promedio de cada tipo de aeronave, de los coeficientes de ocupación considerados, y del valor del tiempo del pasajero. El valor del tiempo del pasajero es, en la práctica, sumamente difícil de cuantificar, y dependerá de las percepciones de los pasajeros y de la finalidad de los viajes (vacaciones o negocios).

Ya que a menudo se pone en tela de juicio su validez y, en última instancia, dependería de la disposición de los pasajeros a pagarlo, este beneficio no ha sido incluido en el cálculo del **beneficio neto del CNS/ATM**, aunque sí se ha calculado a efectos informativos, teniendo en cuenta las horas de vuelo ahorradas y un coste aproximado de 25 \$ por hora (dato obtenido del análisis coste/beneficio del tren de alta velocidad en España).

Beneficios intangibles

Hay beneficios, denominados intangibles, que no pueden cuantificarse en un análisis. Frecuentemente corresponden a las categorías de seguridad, eficiencia, medio ambiente, productividad y socioeconómicos. La falta de datos adecuados y las numerosas variables que intervienen, hacen que, en muchos casos, sea imposible estimar correctamente el valor en dólares de dichos beneficios. Sin embargo, si pueden identificarse, describirse y destacarse sus efectos.

El **informe final** identifica varios beneficios intangibles, algunos de los cuales se describen a continuación:

** Mejora de las condiciones en que se desarrolla el trabajo de los controladores*

El **informe final** dice: "Se pondrá de manifiesto como beneficio intangible de los nuevos sistemas CNS/ATM, la mejora de las condiciones en que se desenvuelva el trabajo de los controladores, que repercutirá, evidentemente, en una disminución de la tensión de trabajo, en una mayor seguridad del tráfico aéreo y en un alargamiento de la vida profesional del controlador".

** Beneficio medioambiental*

El **informe final** dice: "El acortamiento de trayectorias en TMA, la utilización de rutas más directas, la mejora de los perfiles de vuelo, y la mayor disponibilidad de niveles óptimos de crucero, todos ellos beneficios atribuibles al empleo de los nuevos sistemas CNS/ATM, permitirá un ahorro de combustible que se traducirá en una reducción de la emisión de gases a la atmósfera y, posiblemente, del ruido".

Resultados del análisis

Los resultados muestran que las doce alternativas de implantación analizadas son rentables a nivel nacional, tanto desde el punto de vista del proveedor de los servicios ATS como de los operadores de aeronaves, y, por supuesto, desde el punto de vista de los pasajeros.

La tabla de la **figura 2** resume los resultados obtenidos, en miles de dólares, tanto para el proveedor de los servicios ATS como para los operadores de aeronaves. Obsérvese que los beneficios por reducción del tiempo de viaje de los pasajeros no han sido incluidos en el **TOTAL**, ya que, a menudo, como ya se ha dicho anteriormente, se pone en tela de juicio su validez; sin embargo, sí han sido calculados y presentados junto con los resultados.

Aunque los costes de inversión y operacionales del **caso proyecto** en todos los escenarios son superiores a los del **caso base**, los beneficios obtenidos por eficiencias en vuelo y por reducción de demoras hacen que los resultados obtenidos sean positivos en todos los escenarios del **caso proyecto**.

Debido a que no existen grandes diferencias entre los escenarios en cuanto a rentabilidad se refiere, el análisis de

sensibilidad adquiere una especial relevancia. Esto es así, ya que una pequeña variación en el valor de ciertas variables, como por ejemplo el coste del *kilobit* de las comunicaciones por satélite, podría impactar en el orden de rentabilidad de los escenarios. Así, por ejemplo, si dicho coste fuese 0,4\$ -en lugar de 0,5\$-, el escenario VI, uno de los más robustos, y donde se proporciona cobertura doble de vigilancia mediante ADS/VDL y ADS/SMAS, y donde el satélite proporciona redundancia de comunicaciones del VDL y servicio de comunicaciones en las zonas ciegas de éste, sería igual de rentable que el escenario I.

Muchas suposiciones y apreciaciones han tenido que realizarse respecto a futuros niveles de tránsito, costes de equipos y políticas de precios, y respecto a la rapidez y éxito del proceso de transición. Aunque se ha realizado un análisis de sensibilidad para tener en cuenta un cierto margen de divergencia con respecto a los valores asumidos, es evidente que el análisis coste/beneficio debería ser actualizado con el paso del tiempo, según se van conociendo estos con más precisión.

Es importante resaltar que no ha sido el objetivo del análisis coste/beneficio el alcanzar una conclusión definitiva en cuanto a cuál es la mejor alternativa, ya que para ello habrá que tener en cuenta, aparte de los económicos, también aspectos institucionales y políticos. Este análisis, y los resultados que muestra, deben ser tomados como guía para ayudar a seleccionar la mejor alternativa posible, ayudar a los analistas a realizar cálculos más pormenorizados sobre estas cuestiones, y, finalmente, como una ayuda a la planificación de la implantación CNS/ATM.

En el Anexo se incluye el desglose de resultados del **Escenario I**, que es el que presenta mejores resultados totales desde el punto de vista del proveedor de servicios ATS y de los operadores de aeronaves. También se adjunta el desglose de resultados del **Escenario VI**.

David Díez
AENA

(David Díez Fernández fue el director técnico del análisis coste/beneficio; el director de ejecución fue Miguel Nardiz Arrarte, de Arthur Andersen)

ANEXO

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

ADLP

Procesador del enlace de datos de a bordo

ADS

Vigilancia dependiente automática

ATS

Servicios de tránsito aéreo

B-RNAV

RNAV básico

CPDLC

Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto

EGNOS

Servicio complementario de navegación geostacionario europeo

FANS

Sistemas de navegación aérea del futuro

ILS

Sistema de aterrizaje por instrumentos

LAAS

Sistema de aumentación de área local

MLS

Sistema de aterrizaje por microondas

MMR

Receptor multimodo

MSSR

Radar secundario de vigilancia monopoluso

P-RNAV

RNAV de precisión

RNAV

Navegación de área

SACTA

Sistema automatizado de control de tránsito aéreo

SMAS

Servicio móvil aeronáutico por satélite

TDMA

Acceso múltiple por división del tiempo

VDL

Enlace de datos VHF

VHF

Muy alta frecuencia

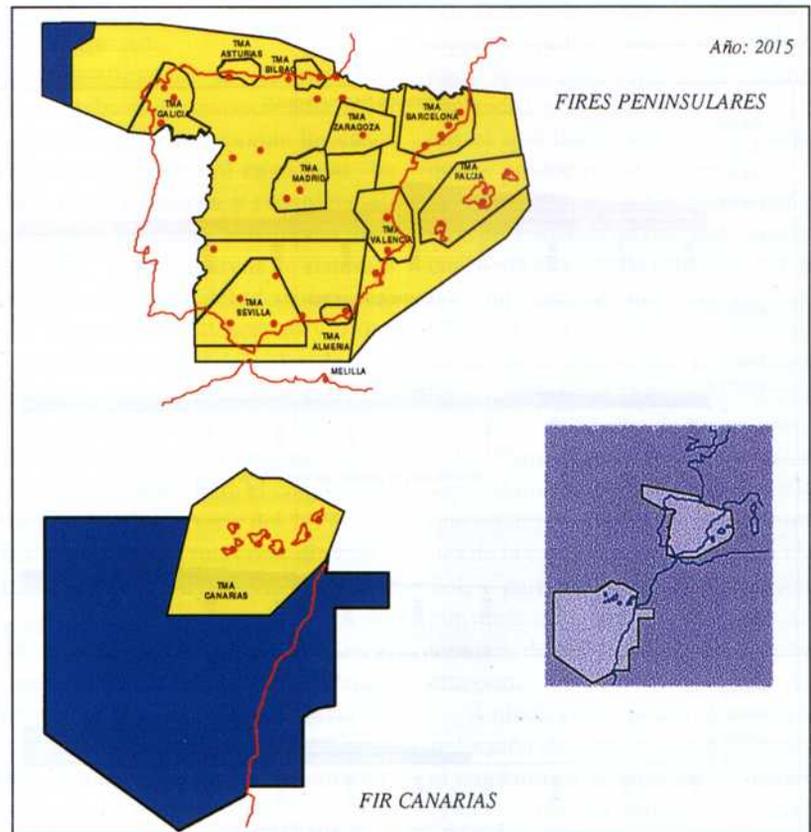
WAAS

Sistema de aumentación de área amplia

ESCENARIO	VAN (EN MILES DE DÓLARES)			ECONOMÍAS DE TIEMPO PASAJEROS
	PROVEEDOR SERVICIOS ATS	EXPLOTADORES DE AERONAVES	TOTAL	
Escenario I	82.165	306.723	388.888	822.681
Escenario II	131.196	202.034	333.230	865.323
Escenario III	109.500	183.735	293.235	865.323
Escenario IV	32.197	294.563	326.760	865.323
Escenario V	39.013	289.184	328.197	865.323
Escenario VI	144.904	212.746	357.650	865.323
Escenario VII	105.333	281.589	386.921	829.544
Escenario VIII	143.806	182.646	326.452	865.323
Escenario IX	128.886	178.458	307.344	865.323
Escenario X	69.777	279.097	348.874	865.323
Escenario XI	68.951	274.724	343.675	865.323
Escenario XII	149.364	202.761	352.125	865.323

Figura 2

ESCENARIO I



	C	N	S	ATM
VDL CR		WASS-EGNOS + LAAS/MLS	MSSR CS	SISTEMA SACTA SISTEMAS EXPERTOS AUTOMATIZACIÓN
SMAS CR		WASS-EGNOS + LAAS/MLS	ADS(SMAS) CR	SISTEMA SACTA SISTEMAS EXPERTOS AUTOMATIZACIÓN

CR = Configuración redundante

CS = Cobertura simple

ESCENARIO I. AVIÓNICA PRINCIPAL (PORCENTAJE DE AERONAVES EQUIPADAS)

EQUIPO	FIRES PENINSULARES				FIR CANARIAS					
	AVIACIÓN COMERCIAL	AVIACIÓN GENERAL IFR INTNAL.	AVIACIÓN GENERAL IFR NNAL.	AVIACIÓN GENERAL VFR	AVIACIÓN COMERCIAL INTERNAL.	AVIACIÓN COMERCIAL NNAL.	AVIACIÓN GENERAL IFR INTNAL.	AVIACIÓN GENERAL IFR INTERINSUL.	AVIACIÓN GENERAL VFR	
N	EGNOS/WAAS	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
	B-RNAV	100%	20%	0%	0%	90%	20%	18%	0%	0%
	P-RNAV	95%	10%	0%	0%	86%	0%	10%	0%	0%
	MMR (ILS)	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
	MLS (*)	10%-20%	10%-20%	0%-20%	0%	10%-20%	0%-20%	10%-20%	0%-20%	0%
	LAAS (*)	10%-20%	10%-20%	0%-20%	0%	10%-20%	0%-20%	10%-20%	0%-20%	0%
C	CPDLC	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
	VDL/TDMA VOZ/DATOS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	SATCOM (SMAS)	50%	50%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	0%
S	MODOS/ADLP	75%	75%	0%	0%	75%	0%	75%	0%	0%
	ADS.	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%

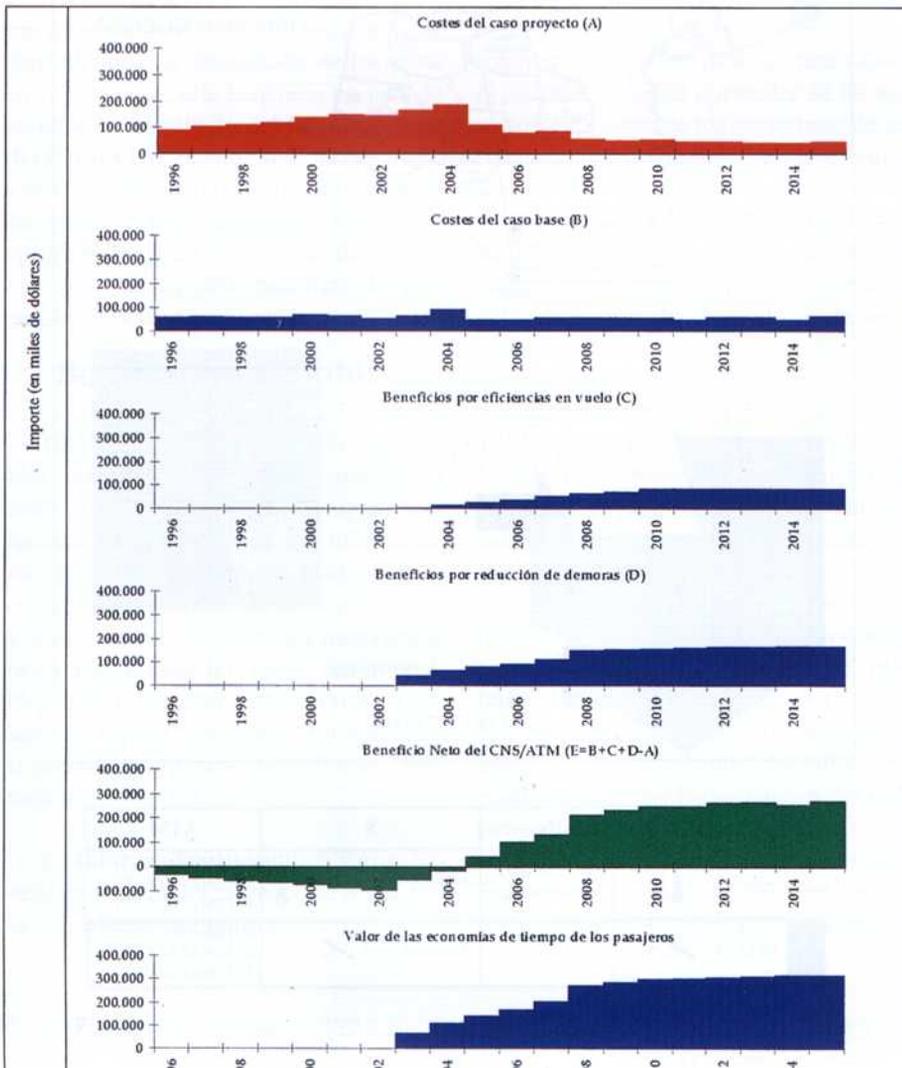
(*) El porcentaje de equipamiento varía según el escenario de tierra nacional incluya el equipamiento MLS o el LAAS.

Nota: Los porcentajes han sido calculados teniendo en cuenta tanto requisitos de equipos nacionales como internacionales.

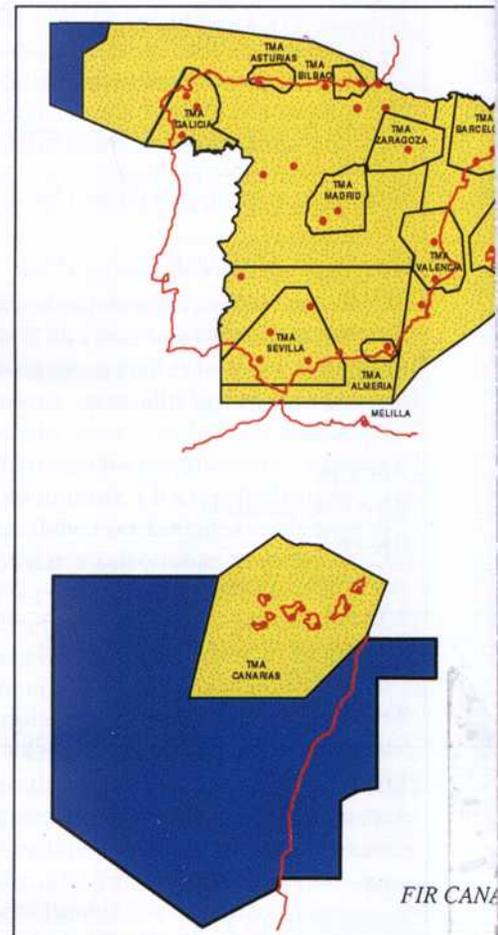
ESCENARIO I. RESULTADOS

Valor neto actual de los flujos de caja descontados:

	VAN (MILES DE DÓLARES)
Proveedor de servicios ATS	82.165
Explotadores de aeronaves	306.723
TOTAL	388.888
Valor de las economías de tiempo de los pasajeros	822.681



ESCENARIO VI



C	N	
VDL CS + SMASr/zc	WASS-EGNOS + LAAS/MLS	ADS(VL + ADS(S
SMAS CR	WASS-EGNOS + LAAS/MLS	ADS(SM

CR = Configuración redundante

CS = Cobertura simple

r/ac = redundancia (backup)/servicio en zona

ESCENARIO VI. AVIÓNICA PRINCIPAL (PORCENTAJE DE AERONAVES EQUIPADAS)

EQUIPO	FIRES PENINSULARES				FIR CANARIAS				
	AVIACIÓN COMERCIAL	AVIACIÓN GENERAL IFR INTNNAL.	AVIACIÓN GENERAL IFR NNAL.	AVIACIÓN GENERAL VFR	AVIACIÓN COMERCIAL INTERNNAL.	AVIACIÓN COMERCIAL NNAL.	AVIACIÓN GENERAL IFR INTNNAL.	AVIACIÓN GENERAL IFR INTERINSUL.	AVIACIÓN GENERAL VFR
N									
EGNOS/WAAS	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
B-RNAV	100%	20%	0%	0%	90%	20%	18%	0%	0%
P-RNAV	95%	10%	0%	0%	86%	0%	10%	0%	0%
MMR (ILS)	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
MLS (*)	10%-20%	10%-20%	0%-20%	0%	10%-20%	0%-20%	10%-20%	0%-20%	0%
LAAS (*)	10%-20%	10%-20%	0%-20%	0%	10%-20%	0%-20%	10%-20%	0%-20%	0%
C									
CPDLC	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
VDL/TDMA VOZ/DATOS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SATCOM	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%
S									
MODO S/ADLP	75%	75%	0%	0%	75%	0%	75%	0%	0%
ADS	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%

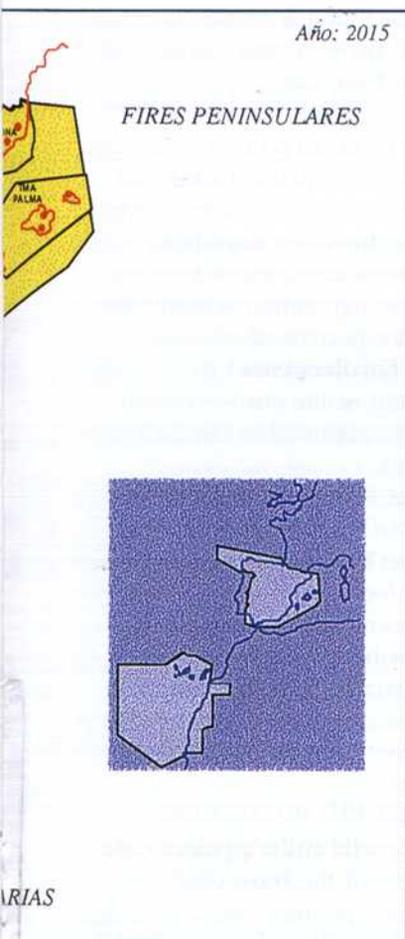
(*) El porcentaje de equipamiento varía según el escenario de tierra nacional incluya el equipamiento MLS o el LAAS.

Nota: Los porcentajes han sido calculados teniendo en cuenta tanto requisitos de equipos nacionales como internacionales.

Escenario VI

Valor neto actual de los flujos de caja descontados:

	VAN (MILES DE DÓLARES)
Proveedor de servicios ATS	144.904
Explotadores de aeronaves	212.746
TOTAL	357.650
Valor de las economías de tiempo de los pasajeros	865.323



S	ATM
(S) CR	SISTEMA SACTA SISTEMAS EXPERTOS AUTOMATIZACIÓN
(S) CR	SISTEMA SACTA SISTEMAS EXPERTOS AUTOMATIZACIÓN

