

COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS DISTINTAS AERONAVES UTILIZADAS EN ESPAÑA PARA EL LANZAMIENTO DE AGUA EN EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES

J.C. Mérida Fimia^[1], J. J. Gallar Pérez-Pastor, A. Muñoz Correal y E. Primo Gonzalez^[2]

Resumen

En España, la utilización de aeronaves en las operaciones de extinción de incendios forestales ha sido creciente en los últimos años. Los medios aéreos unen a sus grandes utilidades en el combate del fuego unos altos costes de adquisición, contratación y operación. Desde 1992, el Ministerio de Medio Ambiente cuenta con una base de datos que recoge las características de cada actuación de los medios aéreos. Se muestran algunas utilidades del empleo de esta base de datos para determinar los rendimientos, mejoras de aspectos logísticos e infraestructuras y eficiencia de operación de los medios aéreos utilizados en España por la Administración del Estado.

Introducción

La utilización en España de medios aéreos en la extinción de incendios forestales comenzó en el año 1969 con el uso en la Sierra de Guadarrama de avionetas Boeing Stearman que cargaban 600 litros de agua mezclada con bentonita. Ese mismo año se contrató, para cubrir la zona de Galicia durante el mes de agosto, un avión Canadair CL-215. Este anfíbio fue el primer avión de este tipo que llegaba a Europa y posteriormente lo adquirió Francia.

A partir de estas fechas el empleo de medios aéreos es creciente. Después de probar en Pontevedra el avión Twin Otter (2.500 litros) durante el verano de 1970, se decidió adquirir dos aviones Canadair CL-215, que llegan a España en la primavera de 1971. Durante la década de los setenta se adquirieron otros siete CL-215 (aunque uno de ellos se perdió en un accidente en 1976) al tiempo que se amplió el uso de aviones de fumigación agrícola tales como Piper Pawnee, Piper Brave, Trush Commander, etc.

La década de los ochenta fue la de la expansión de los medios aéreos en la extinción. Se incrementó la flota estatal de aviones anfíbios CL-215 hasta llegar a 14 aviones en servicio. En el año 1984 se utilizan por primera vez los helicópteros para el transporte de brigadas y en 1988 se inicia el uso de los helicópteros bombarderos con un Bell 212 con tanque ventral, tipo Conair, de 1.300 litros. En 1989 se firmó un contrato para la renovación total de los aviones anfíbios CL-215 con motores de pistón convirtiéndolos en aviones CL-215T con motores turbohélice.

En los años noventa, hay una creciente contratación de medios aéreos por parte de las Comunidades Autónomas que recibieron las competencias de extinción entre 1983 y 1985, obligando a la Administración del Estado a diferenciar su papel evolucionando hacia aeronaves de grandes prestaciones capaces de actuar en todo el territorio nacional. Es frecuente el uso de aeronaves procedentes de países del este de Europa tales como helicópteros Mi-8, Mi-2, Sokol PZL y KAMOV. En 1992 se crean las Brigadas Especiales de Refuerzo en Incendios Forestales (BRIF) a las que se asocia para su transporte helicópteros Mi-8 del Ejército Ruso. A finales de década eran 20 los aviones anfíbios en servicio (15 CL-215T y 5 CL-215). Durante este período caen en desuso aeronaves tales como CANSO PBY, Trush Commander y Grumman.

En el año 2004, el número de medios aéreos utilizados durante la campaña de verano fue de 239 aeronaves, de las cuales 51 pertenecían a la Administración del Estado, operadas desde 153 bases. El conjunto de aeronaves supone una capacidad de depósito de 335.000 litros (193.000 litros las CCAA y 142.000 l la DGB) y de transporte de 686 personas (536 personas las CCAA y 150 la DGB) y un coste de contratación y operación de aproximadamente 69,9 millones de euros (38,4 millones por parte de las CCAA y 31,5 millones por la DGB).

DESPLIEGUE DE AERONAVES EN ESPAÑA. AÑO 2004

DESPLIEGUE DE AERONAVES. AÑO 2004

Administración	Aviones				Helicópteros					Aeronave Coordinación
	CL215/215T	AT 802FB	ACT 3100 I.	ACT 2100 I.	HB Pesados.	HT 2500 I.	HT 1500 I.	H 1200 I.	H 500 I.	
Andalucía	0	0	3	2	2	0	3	17	0	2
Aragón	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Asturias	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
Baleares	0	0	2	1	0	0	0	1	2	1
Canarias	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Cantabria	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Castilla La Mancha	0	0	0	8	0	0	0	6	0	1
Castilla y León	0	0	4	0	0	0	0	14	3	1
Cataluña	0	0	3	0	0	0	0	12	14	1
Extremadura	0	0	0	0	1	0	0	3	5	1
Galicia	0	0	0	8	0	0	6	8	0	2
La Rioja	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Madrid	0	0	0	0	0	0	2	6	0	1
Murcia	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Navarra	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
País Vasco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Valenciana	0	1	3	4	0	0	2	7	3	1
DGB	16	2	11	0	2	3	8	5	0	4
TOTAL	16	3	26	25	5	3	22	88	35	16

Actualmente en España la tendencia está más orientada a la mejora de las prestaciones de las aeronaves que al aumento de las disponibles y del volumen de contratación. Las cifras manejadas hacen que la utilización de medios aéreos en la extinción de incendios forestales no pueda ser ajena a un análisis económico que cuantifique su rendimiento y eficiencia.

Base de datos de Medios aéreos de la DGB

El Área de Defensa contra Incendios Forestales del Ministerio de Medio Ambiente recoge desde el año 1992, sobre un formulario normalizado, las características de la actuación de los medios aéreos que de ella dependen. Sobre este formulario se toman los datos de todos los vuelos ya sean de extinción, falsa alarma, reconocimiento u otras misiones. La organización de estos formularios en base de datos permite su grabación informática y explotación. Para ello existe el programa RMAIF, elaborado en Visual Basic como lenguaje de programación y ACCESS como base de datos relacional que facilita el tratamiento de formularios y la obtención de informes predefinidos. Con los datos completos hasta abril del 2005 la base contiene 21.992 registros

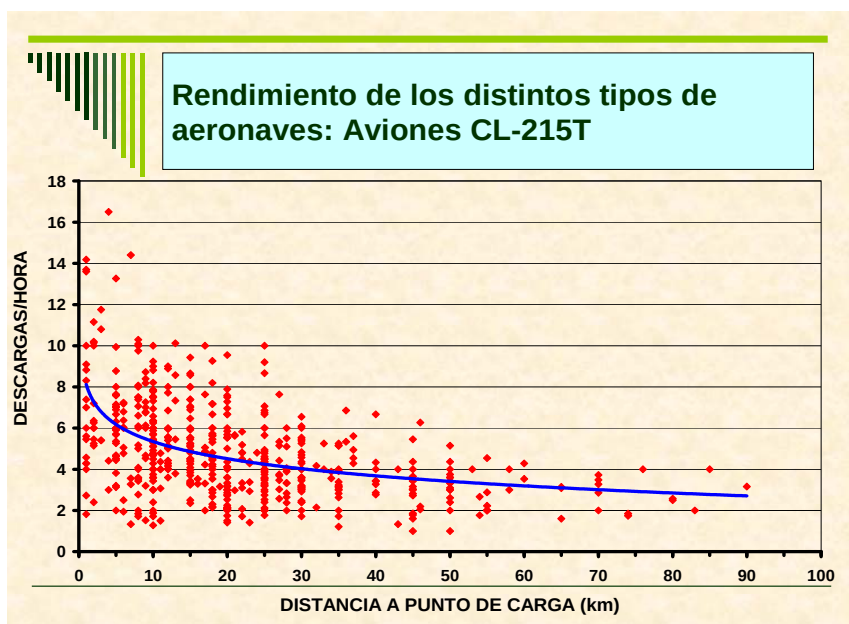
El uso de este programa ha permitido en los últimos años, la elaboración de las curvas de rendimiento de los distintos tipos de aeronaves, la mejora de la logística aplicable a la actuación de los medios aéreos, la simulación de alternativas de despliegue y utilización, la evaluación económica del coste del litro de agua arrojado sobre el incendio, la elección de los modelos de mayor rendimiento y una ayuda en el análisis del funcionamiento de las bases de medios aéreos y las empresas contratistas. Todas estas utilidades han sido consideradas para definir, dentro de las posibilidades presupuestarias y las ofertadas por el mercado, el despliegue y la actuación de los medios aéreos dependientes del Ministerio de Medio Ambiente en España.

Aunque existen muchas otras, se repasan tres utilidades:

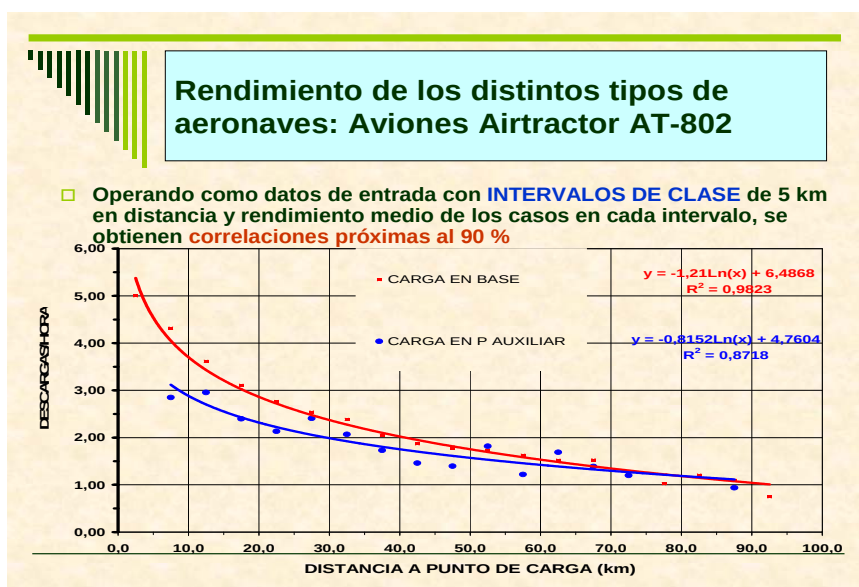
Elaboración de rendimientos de los distintos tipos de aeronaves:

Los datos disponibles en el banco de datos han permitido determinar las curvas de rendimiento de los distintos tipos de aeronaves en función de la distancia del incendio al punto de carga de agua.

Los mejores ajustes se han obtenido con curvas semilogarítmicas del tipo $y = k - a \ln x$ con las que se han conseguido coeficientes de correlación superiores a $r^2 = 0,60$ siendo $y =$ núm. de descargas por hora, k y a constantes dependientes del tipo de aeronave y x la distancia entre el incendio y el punto de carga de la aeronave.

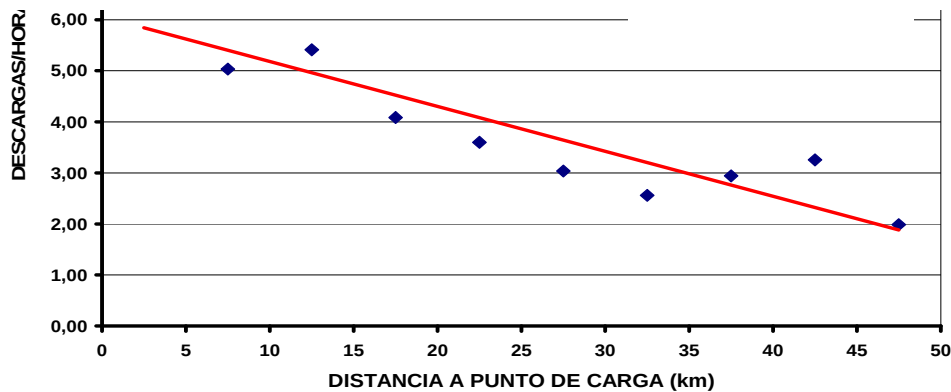


Operando como datos de entrada con intervalos de clase de 5 km. en distancia y rendimiento medio de los casos dentro de cada intervalo, se obtienen con el mismo tipo de curva correlaciones próximas al 90 %.



Las curvas semilogarítmicas son asintóticas al eje x, de forma que, según aumenta la distancia de actuación, el rendimiento de la aeronave es decreciente tendiendo a cero para distancias muy grandes. Estas curvas, por su dificultad de manejo al incluir logaritmos, por parte del personal de campo, se han simplificado transformándolas en rectas que únicamente cubren los intervalos de distancia de 0-50 km. para el caso de los aviones y de 0-25 km. para los helicópteros bombarderos.

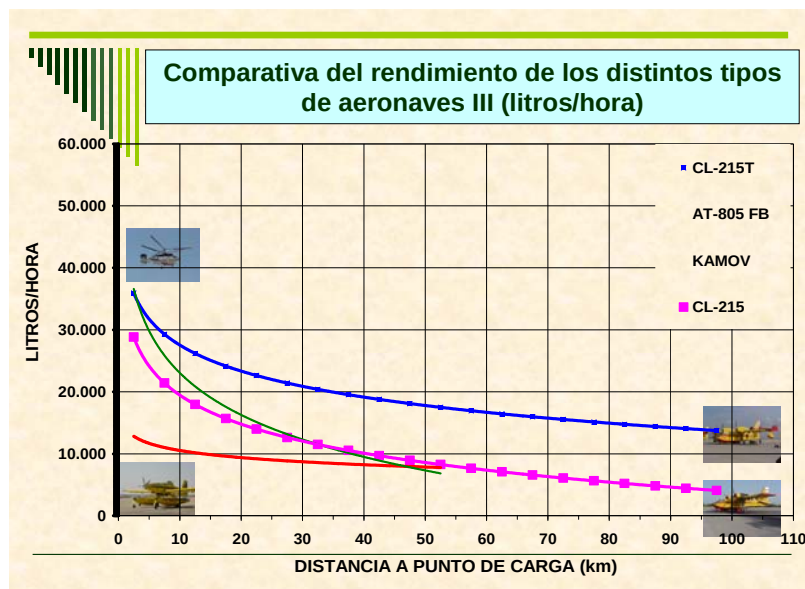
Para mayores distancias no se considera adecuado el uso de aeronaves por su alto coste económico en relación con el volumen de líquido que pueden aportar. Así el personal de extinción cuenta con expresiones simplificadas del tipo $y = a - b x$, fácilmente memorizables y operables, que ofrecen información sobre cual es el rendimiento esperado de la aeronave en su actuación en incendio.



“ RENDIMIENTO DEL CANADAIR CL-215”

Expresiones tales, como nº descargas/hora = 6 menos 0,88 descargas/hora por cada 10 km. de distancia entre el punto de carga y el incendio para un avión CL-215 ($y = 6 - 0,88 x$), son de manejo habitual por parte de los Directores de Extinción.

La aplicación de estos resultados permite realizar comparaciones entre distintos medios aéreos:



Mejora de la logística e infraestructura aplicable a la actuación de medios aéreos

La explotación de la base de datos permite el conocimiento de las características y el trabajo efectivo realizado por cada aeronave ayudando en la detección de problemas o poniendo de manifiesto aspectos susceptibles de mejora.

Se citan dos ejemplos:

1º) **Comparación de la actividad y rendimiento de dos helicópteros Sokol PZL con cuadrilla helitransportada y helibalde de 1.500 litros de capacidad.**

Durante el año 2000 dentro de los análisis habituales que se realizan después del verano del

rendimiento de las aeronaves de todas las bases aéreas, llamó la atención la diferencia de rendimiento de dos helicópteros Sokol PZL, uno situado en Becerreá (Lugo) y el otro en Tineo (Asturias), que habían volado un tiempo muy similar en extinción y eran operados por la misma empresa. Las bases distan entre sí menos de 60 km. y están situadas en el mismo sistema montañoso por lo que el relieve del terreno donde actuaron es muy similar y de forma que no deberían haberse producido diferencias significativas de rendimiento.

PARÁMETRO	Becerreá			Tineo		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Nº misiones de extinción	101	44	78	77	52	25
Nº incendios atendidos	95	39	77	63	49	19
Horas de vuelo en incendio	214:37	86:35	125:27	217:28	92:38	55:10
Personas transportadas	970	461	710	815	510	246
Descargas de helibalde	1.331	567	904	931	439	436
Ratio Personas/hora	4,52	5,32	5,66	3,75	5,51	4,46
Ratio Descargas/hora	6,20	6,55	7,21	4,28	4,74	7,90

Analizando los datos se vio que el único parámetro significativo que explicase la diferencia era la “distancia punto de carga-incendio” muy superior en el caso de Tineo. A partir del contacto con los responsables de extinción en Asturias, se acometió un programa de construcción de puntos de agua durante los años 2001 y 2002 que permitió elevar el rendimiento del Sokol PZL de Tineo desde las 4,28 descargas/hora en el año 2000 a valores de 4,74 y 7,90 descargas/hora respectivamente durante los dos años siguientes.

2º) **Mejora de la logística de abastecimiento de combustible de helicópteros.**

Entre los profesionales de la extinción de incendios forestales existe casi total unanimidad a la hora de definir al helicóptero como “la máquina que se le acaba el combustible cuando más falta hace”. En efecto, los helicópteros pesados unen a sus grandes rendimientos en el lanzamiento de agua unos grandes consumos de combustible y menor autonomía que los aviones. En numerosas ocasiones estos helicópteros son desplazados para operar en incendios situados a grandes distancias de su base habitual. El abastecimiento de combustible en las proximidades del incendio debe estar previsto ya que, en caso contrario, obliga a la aeronave a realizar largos desplazamientos en ferry reduciendo el tiempo efectivo de presencia en el incendio. El acompañamiento de una cuba móvil de combustible que se sitúe en las proximidades del siniestro es una buena opción.

En el cuadro adjunto se muestran los datos de operación del primer helicóptero KAMOV con helibalde de 4.500 litros utilizado en España en el año 1994. No disponía de cuba móvil asociada. Se realiza una simulación considerando lo que hubiera ocurrido de existir dicha cuba suponiendo que ésta se sitúa a 10 km. del incendio y que es utilizada a partir del 3^{er} repostaje en los incendios de larga duración distantes más de 75 km. de la base principal.

		DATOS REALES			SIMULACIÓN
		Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
PARÁMETRO	Nº de intervenciones	26	19	7	26
	Tiempo de vuelo (min)	6.300	4.195	2.105	6.300
	Tiempo de ferry (min)	2.405	1.935	470	690
	% ferry	38,20	46,10	22,30	11,00
	nº de descargas	440	245	195	827
	descargas/hora	4,19	3,50	5,56	7,88
	coste contrato (millones pta.)	49,50			53,00
	coste/litro (pta./l)	28,10			16,00

Caso A: Todas las salidas a incendio son consideradas

Caso B: Sólo se consideran los casos con repostaje en base

Caso C: Sólo se consideran aquéllos vuelos con repostaje en otra base

Caso D: Cálculo teórico considerando todos los vuelos y con repostaje con cuba de combustible a 10 km. del incendio cuando la distancia a base por repostaje ≥ 75 km. y a partir del repostaje 3º

Hay una reducción del porcentaje del tiempo de vuelo en ferry del 38,20 al 11,00 %. El rendimiento de la aeronave aumenta de 4,19 a 7,88 descargas por hora de vuelo.

En el siguiente ejemplo, se muestran los datos de actuación de dos helicópteros, un KAMOV K32A y un SOKOL PZL, arrendados por la DGCN, en el incendio de Buendía (Cuenca) del año 2003. En este incendio la bomba de la cuba móvil de combustible resultó estar averiada sin que hubiese posibilidad de sustitución por lo que las aeronaves tuvieron que repostar en bases alejadas del incendio (Buenache y Villares). Se compara la actuación real de las aeronaves con la simulada de abastecimiento de combustible con la cuba durante el segundo y tercer día del siniestro. La diferencia entre haber podido utilizar o no el repostaje en las cercanías del incendio equivale al lanzamiento de 32 descargas (168.000 litros) de avión anfíbio CL-215T.

ACTUACIÓN HELICÓPTEROS DGCN EN INCENDIO BUENDÍA

	KAMOV		SOKOL	
	Datos reales	Datos simulados	Datos reales	Datos simulados
Nº días actuación	1	1	4	4
Horas de vuelo	7:15	7:15	22:42	22:42
Tiempo en incendio	4:15	6:07	12:42	16:30
Tiempo en ferry	3:00	1:08	10:00	6:12
% ferry	41,38	15,63	44,05	27,31
Distancia Buenache	75	75	-	-
Distancia Villares	-	-	81	81
Distancia a cuba	-	5	-	5
Descargas	75	108	96	125
Volumen agua	300.000	432.000	120.000	156.250
Rdto. Desc./hora	10,34	15,00	4,23	5,51
Rdto. Litros/hora	41.380	60.000	5.286	6.883
Coste euros/litro	0,078	0,054	0,447	0,343

Coste del litro de agua lanzado sobre incendio (CBL)

Como indicador que combina el rendimiento de las aeronaves con su coste económico se está utilizando en la DGCN el coste básico del litro de agua (CBL) lanzado sobre el incendio. Para poder establecer comparaciones entre distintas aeronaves, este coste está calculado considerando únicamente como horas de vuelo las realizadas en misiones de extinción eliminando falsas alarmas, regresos sin actuación por estar el incendio controlado, etc. El valor unitario de la hora de vuelo se determina como cociente entre el importe de contratación de la aeronave y el número de horas contratadas. El volumen de agua es calculado como producto del volumen de la descarga media (considerando que solo arroja agua) por el número de descargas. El indicador así obtenido es independiente del número de horas del vuelo de cada aeronave y de la utilización de productos retardantes.

Además de este indicador, se obtiene también el coste real del litro arrojado que incluye los costes de personal, gastos de infraestructura de la base, coste de productos retardantes utilizados, horas reales de vuelo, etc. No obstante, la variabilidad de estos datos no permite utilizar el coste real como indicador que permita comparaciones entre modelos de aeronaves y bases.

Los resultados del año 2003 de las aeronaves propias o contratadas por la DGCN son los siguientes:

CBL (€/litro). Año 2003					
Modelo de aeronave	Mínimo		Medio	Máximo	
	€/l.	Base		€/l.	Base

Aviones anfibios CL-215T	0,132	Pollensa	0,224	0,398	Torrejón (precampaña)
Aviones anfibios CL-215	0,335	Talavera	0,353	0,559	Matacán (precampaña)
Avión Hércules C-130	-	-	2,168	-	-
Aviones AT-802	0,172	Son Bonet	0,244	0,275	Manises
Aviones Dromader PZL	0,112	Rosinos	0,134	0,141	Tafalla
Helicópteros KAMOV K-32A	0,094	Caravaca	0,114	0,201	Los Rodeos

Aunque el valor de este indicador no es el único criterio para decidir el empleo dentro del dispositivo de un modelo de aeronave, su utilización ha sido una razón significativa para prescindir de aquéllos cuyos datos de eficiencia eran menos favorables.

Así fueron retirados de la contratación en 1995 los aviones CANSO PBY al presentar valores de CBL= 85,8 ptas/litro frente a valores de CBL = 22,3 ptas/litro obtenidos por los CL-215T y CBL = 26,7 ptas/litro por aviones Dromader PZL durante el año 1994.

De igual forma, en el año 1995 se usó por primera vez en España el helicóptero Mi-17 para lanzamiento de agua. Al presentar un valor de CBL= 42'5 ptas/litro frente a un $CBL_{medio}=15'62$ ptas/litro de los KAMOV no ha vuelto a ser contratado.

El C-130 utilizado en España durante 2002 y 2003 presentó valores de CBL iguales a 3,543 y 2,168 euros/litro. Los valores de CBL más desfavorables durante estos años de cualquier otra aeronave que descargase solo agua fueron de 0,568 euros/litro para 2 AT-802 que tuvieron muy escasa actividad durante 2002 y de 0,559 euros/litro para 2 CL-215 fuera de la campaña de verano donde los tiempos de ferry fueron muy importantes. Por esta razón no se realizó prórroga de su contrato y no actuó ningún C-130 durante la campaña de 2004.

Los resultados del año 2004 se muestran en el siguiente cuadro:

CBL (Euros/litro). Año 2004

Modelo de aeronave	Mínimo		Medio	Máximo	
	Euros/litro	Base		Euros/litro	Base
Aviones anfibios CL-215T	0,152	Pollensa (IB)	0,242	0,308	Torrejón (precampaña) (M)
Aviones anfibios CL-215 DGB	0,256	Talavera (BA)	0,311	0,442	Matacán (precampaña) (SA)
Aviones anfibios CL-215. Empresa		Girona (GI)	0,953		Girona (GI)
Aviones anfibios AT802 FB		Rosinos (ZA)	0,193		Rosinos (ZA)
ACT Airtractor 802	0,126	La Palma (SC)	0,186	0,267	Manises (V)
Helicóptero KAMOV K32 11BC	0,156	Lugar Nuevo (J)	0,180	0,221	Villares de Jadraque (GU)
Helicóptero Bell 212		Caravaca (MU)	0,270		Caravaca (MU)
Helicóptero Bell 205		Ibias (O)	0,291		Ibias (O)

A raíz de estos resultados puede observarse como el helicóptero KAMOV K32 11BC sigue siendo una máquina competitiva, frente a otros modelos de aeronave, a pesar del incremento de precio que experimentó en 2004 respecto al año anterior. Igualmente es significativa la comparación de los resultados de los aviones CL-215 cuando son propiedad del Estado y está contratada su operación y mantenimiento frente a cuando son propiedad de empresa y en los costes de contratación se repercute la amortización.

[1] Jefe de Servicio, Área de Defensa contra Incendios Forestales, Ministerio Medio Ambiente, DGB, Gran vía San Francisco 4, 28005 Madrid, jcmerida@mma.es

[2] Técnicos , Área de Defensa contra Incendios Forestales, Ministerio Medio Ambiente, DGB-TRAGSA, Gran vía San Francisco 4, 28005 Madrid, adcif@mma.es

