



GESTIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DEL OXÍGENO DE ALTA COTA EN EL EJÉRCITO DEL AIRE

J. A. Gallego-Nicasio M., A. Rodríguez Aranda, F. Jiménez Pérez, F.J. Expósito de la E. Laboratorio de Análisis del Centro de Farmacia del Aire de Madrid Plaza del Coronel Polanco S/N. Base Aérea de Getafe-28960-Getafe-Madrid CEFARMA@ea.mde.es

INTRODUCCIÓN

El oxígeno respirable utilizado en los aviones del Ejército del Aire, tanto si proviene de recipientes que contienen oxígeno gaseoso o de contenedores de oxígeno líquido debe cumplir una exigente norma de calidad en lo que se refiere a pureza y a concentración de contaminantes que puede llevar. La cantidad máxima de tóxicos y de compuestos no deseables se refleja en el STANAG 7106 (segunda edición), de obligado cumplimiento para las FAS españolas. Cada lote fabricado y empleado en los diferentes sistemas de armas del EA se analiza y es un requisito indispensable para su utilización que éste sea certificado como apto para su uso por los diferentes laboratorios de los Centros de Farmacia del Ejército del Aire (CEFARMA, CEFARSE, CEFARZA y CEFARCA). Estas Unidades disponen de equipos instrumentales de análisis de gases que aseguran que el oxígeno empleado en los aviones del EA y OTAN (oxígeno de alta cota) cumple la normativa exigida en cada momento.

Gestión económica oxígeno de alta cota Años 2007 a 2015



Gráfico 1a

GESTIÓN ECONÓMICA DEL OXÍGENO DE ALTA COTA. Desde el año 1997 se han realizado expedientes por concurso para el suministro de oxígeno de vuelo, otros gases y elementos asociados. El objeto es centralizar las adquisiciones y asegurar el apoyo, control y calidad de los productos que van a ser utilizados por las diferentes unidades del EJÉRCITO del Aire. Desde el principio el CEFARMA ha sido el encargado de la dirección y ha tenido la responsabilidad de la gestión económica de estos expedientes. Los resultados obtenidos han sido muy positivos tanto en lo que se refiere a la calidad de los gases, como a la eficacia y rapidez de los suministros por parte de las empresas adjudicatarias. El ahorro económico y las facilidades obtenidas por la centralización del suministro han sido considerables. En el gráfico 1a se muestra, en un diagrama de barras, los porcentajes anuales respecto al total gestionado desde el año 2007 por el CEFARMA. El importe total acumulado entre los años 2007-2015 ha sido de 5,5 millones de € lo que supone una facturación media superior a 0,6 millones de € por año. En el gráfico 1b se muestra un resumen de análisis factorial por componentes principales en el que se han representado las Unidades que han tenido consumos durante los años 2012 a 2015. Las Unidades rodeadas por las elipses marginales han consumido el 60% del total facturado durante estos años (2,58 millones de euros) (Proyecciones sobre el plano del factor 1 y factor 2; covarianzas; n=31; 2 factores=81.7 % de la varianza total)

Análisis factorial por componentes principales Gestión económica años 2012 a 2015

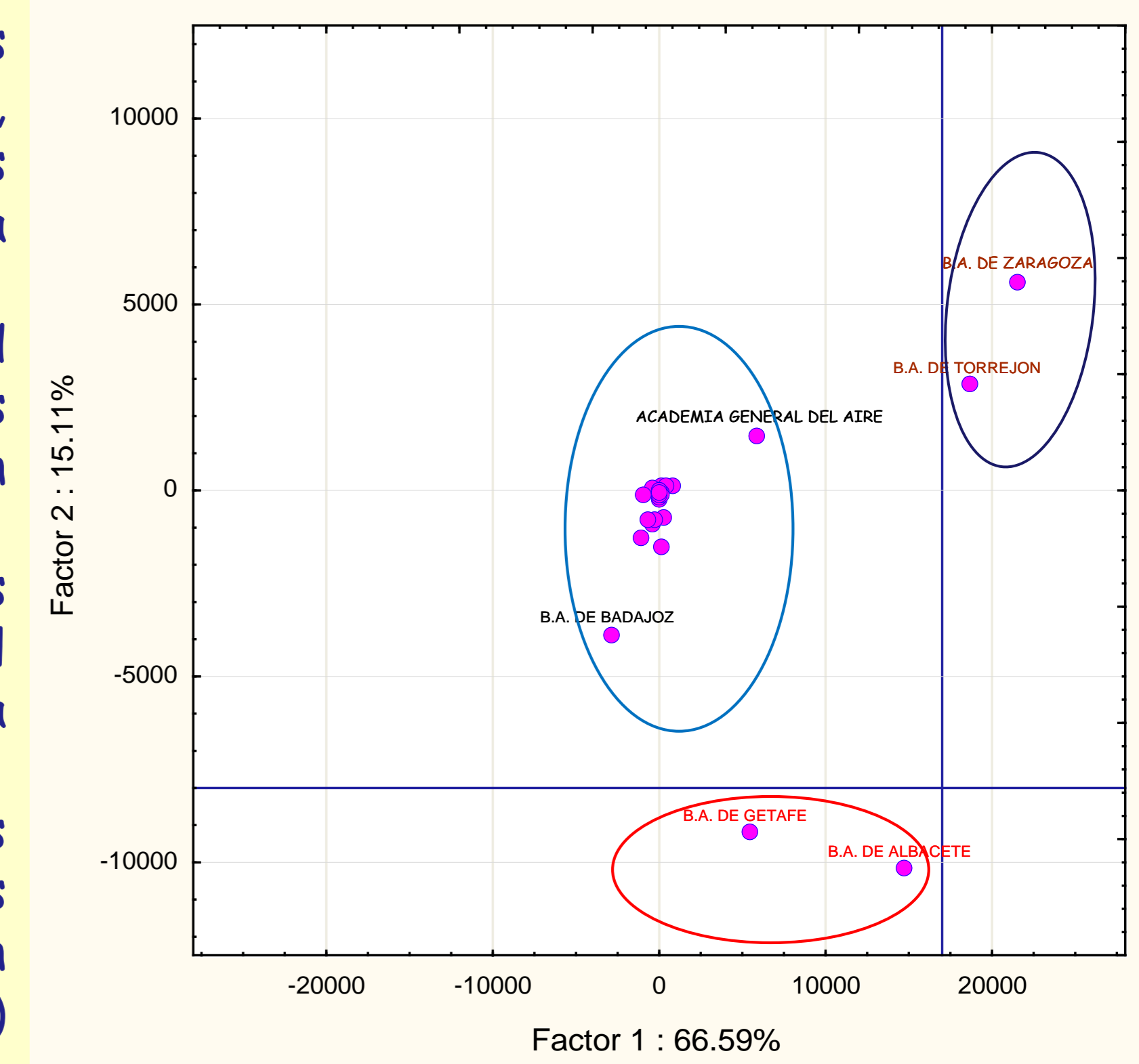


Gráfico 1b

NORMATIVA

La norma aplicada para la interpretación de los resultados de los análisis realizados para el oxígeno de vuelo en la establecida por el STANAG 7106-Ed 2ª

Contaminante	Concentración máxima ppm(v/v)			
	Oxígeno de vuelo		Oxígeno medicinal	
	Gaseoso	Líquido	Líquido	Oxígeno 93%
Dióxido de carbono	10.0	5.0	300	300
Metano	50.0	25.0		
Acetileno	0.1	0.05		
Etileno	0.4	0.20		
Etano y otros hidrocarburos	6.0	3.0		
Oxido nitroso	4.0	2.0		
Refrigerantes halogenados	2.0	1.0		
Disolventes halogenados	0.2	0.10		
Otros contaminantes* (CO, NO _x , SO ₂)	0.1	0.1		2 (NO _x)
Humedad máxima	7	7	63	63
Pureza mínima (%)	+ 99,5	+ 99,5	+ 99,5	92-95

Tabla I

Tabla I. CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES. En la tabla se muestran las concentraciones de los diferentes contaminantes que se establecen para las diversas clases de oxígeno (vuelo, también denominado de alta cota, y medicinal). Se observa la notable diferencia que existe entre la cantidad de contaminantes y concentraciones de los mismos que existe entre el oxígeno destinado para su uso en aviación y el destinado para uso médico. Este último está regulado por la farmacopea y su fabricación y control se rige por los establecido para la industria farmacéutica (o por el STANAG AMedP-75 para la fuerza en misión)

* Para oxígeno de vuelo se aprobaran por garantía de calidad. Usualmente serán aquellos compuestos tales como óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hexafluoruro de azufre, amoníaco, etc. Los gases inertes tales como el nitrógeno o helio no se consideraran contaminantes

IMAGENES 1a, 1b y 1c .TOMA DE MUESTRAS LOX Y GOX. La toma de muestras para el análisis de oxígeno es una operación de gran importancia por lo peligroso que puede resultar la misma. La baja temperatura de la muestra del oxígeno líquido (-183°C), la alta inflamabilidad, la presencia de grasas y materia orgánica, la utilización de herramientas no adecuadas o la posibilidad de electricidad estática son algunos de los factores que afectan el muestreo de oxígeno. Esta responsabilidad, en el Ejército del Aire, recae en las secciones de oxígeno que están en un continuo entrenamiento que cuida, de una parte la seguridad y de otra el muestreo. En la imagen 1a se observa un muestreador (sampler) de LOX. En la imagen 1b se puede ver el llenado de convertidores de LOX a GOX, que son los que van en los aviones, y en la imagen 1c están los tomadores de oxígeno gaseoso.



Imagen 1a



Imagen 1b



Imagen 1c

Tipo de muestra	Número análisis	% (sobre total análisis)	Cumple norma	% (sobre nº análisis)	No cumple norma	% (sobre nº análisis)
LOX	972	82.2	895	92.1	77	7.9
GOX	211	17.8	191	90.5	20	9.5
Totales	1183	100	1086	91.8	97	8.2

Tabla II

Tabla II. Análisis de oxígeno de alta cota. En la tabla II se muestra un resumen de los análisis de oxígeno para vuelo de altura realizados en el CEFARMA durante los años 2007 a 2015.

ANÁLISIS DE COMPONENTE PRINCIPALES (CONTAMINANTES)

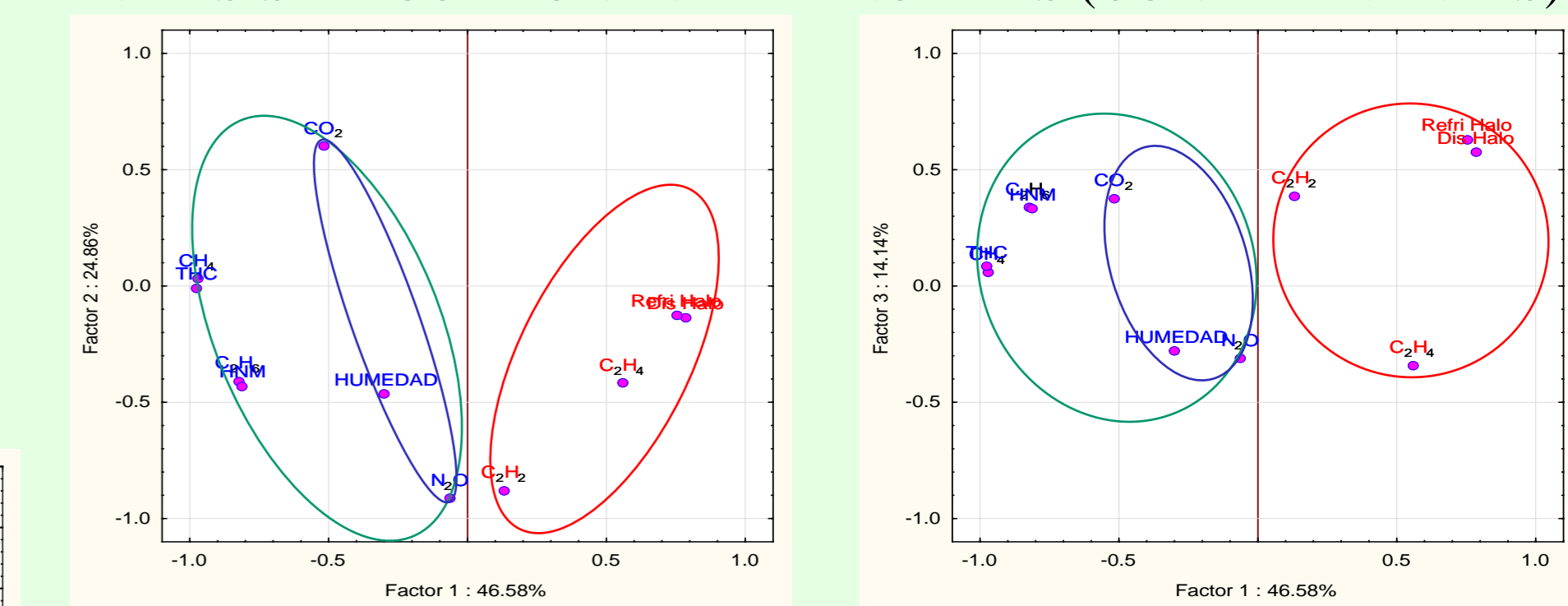


Gráfico 4a

Gráfico 4b

Gráficos 4a y 4b. Análisis de componentes principales (ACP). Se muestra el análisis de componentes principales (proyecciones sobre los planos F1/F2 y F1/F3) para el total de muestras (LOX+GOX) y conjunto de Unidades. Se observan las diferencias existentes entre los contaminantes que están relacionados con la obtención de oxígeno (elipse verde) y manipulación de la toma de muestras (elipse azul) y que normalmente se cuantifican, con respecto de los contaminantes que o no están relacionados con la manipulación durante la toma de muestras o habitualmente se cuantifican al límite de cuantificación o se encuentran en el límite de detección (elipse roja)

(Coeficientes de regresión (N= 11); Proyecciones sobre el plano F1:F2 y F1:F3 85.6% de la varianza total).

THC: total hidrocarburos; HNM: hidrocarburos no metánicos; Dis_Halo: disolventes halogenados; Ref_Halo: refrigerantes halogenados.

ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

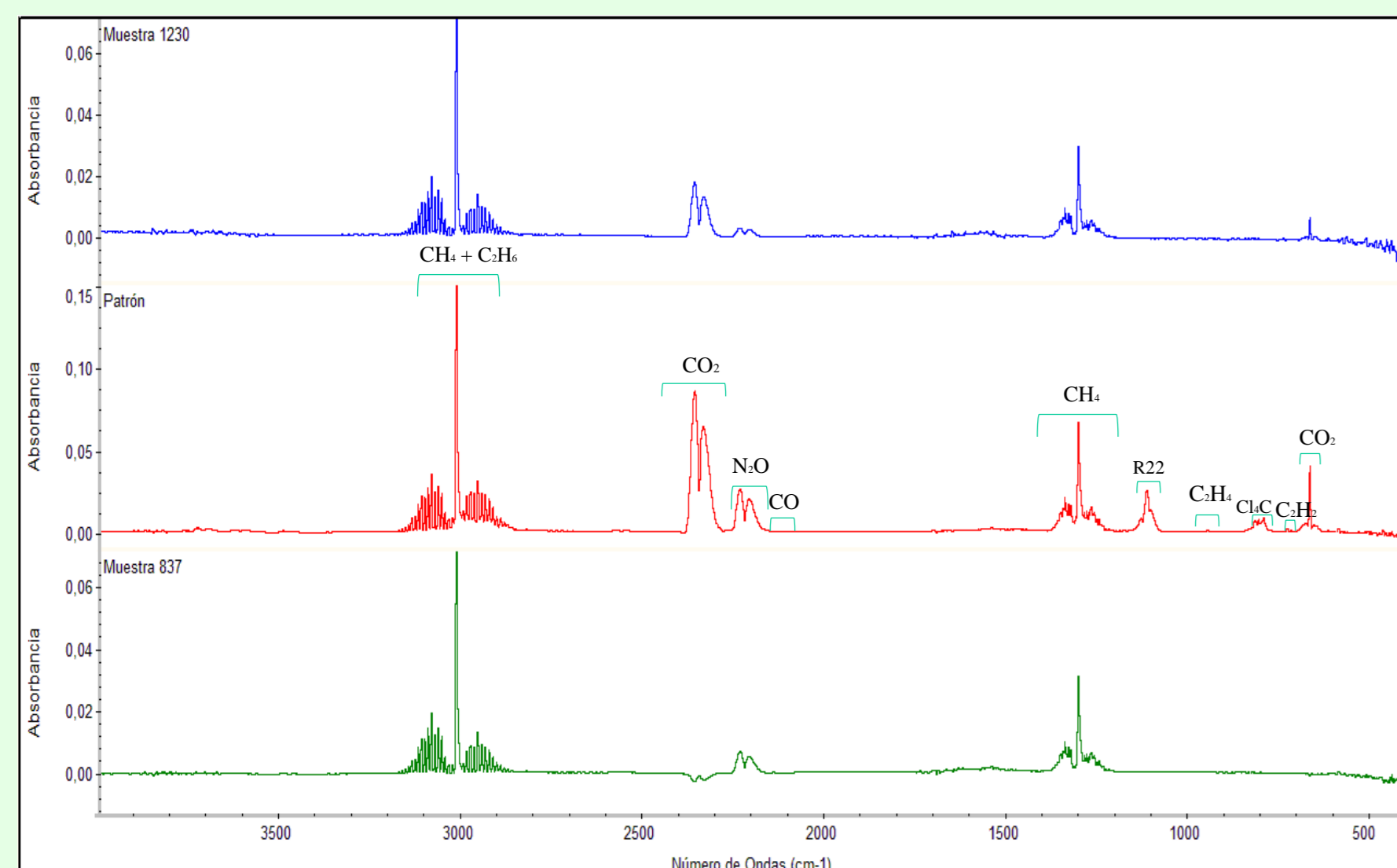


Figura 2

Figura 2. Espectros Infrarrojos. Para la cuantificación de contaminantes presentes en oxígeno se utiliza la espectroscopia infrarroja. En la figura se han recogido los espectros infrarrojos de dos muestras (superior e inferior) y el de un patrón (medio). Se han recogido las asignaciones de las bandas para cada contaminante. La cuantificación del porcentaje de pureza de oxígeno se realiza mediante analizadores paramagnéticos.

ANÁLISIS FACTORIAL DE COMPONENTES PRINCIPALES. UNIDADES (muestras)

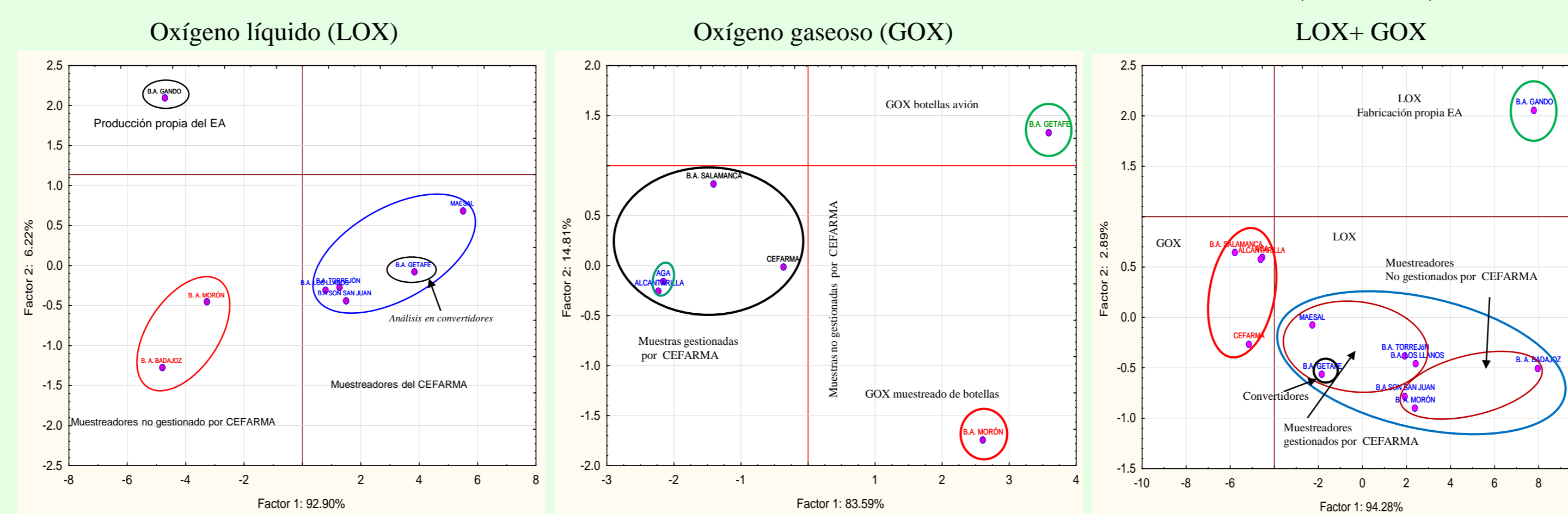


Gráfico 3a

Gráfico 3b

Gráfico 3c

Gráficos 3a, 3b y 3c. Análisis factorial por componentes principales. En los gráficos se recoge el estudio factorial (extracción por componentes principales) para el conjunto total de análisis efectuados tanto de oxígeno líquido (LOX, gráfico 3a) como de oxígeno gaseoso (GOX, gráfico 3b) a todas las Unidades asignadas al CEFARMA durante los años 2007 a 2015. Se puede observar la diferencia existente entre Unidades cuyos muestreadores son gestionados y mantenidos por CEFARMA y las que no lo son (gráfico 3a). Para GOX las diferencias se destacan entre las Unidades que toman directamente la muestra y las que son gestionadas por la empresa suministradora de GOX (gráfico 3b). En el gráfico 3c se muestra el análisis completo para oxígeno líquido y gaseoso.

(Proyecciones sobre el plano F1 y F2; covarianzas (N=11); factores 97 a 99 % de la varianza total).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Walter L Crow, Kenneth G. Ikels. "Oxygen contaminant detection: procedures for field analysis of aviator's breathing oxygen. Interim report for period October 1972-October 1973. Report SAM-TR-74-24 (September 1974).
- [2] C. P. Smith. "Composition and analysis of commercial liquid oxygen". Advances in cryogenics engineering. Vol 5 (1959). pag: 545-549.
- [3] STANAG 7106. Edition 2. 2005.
- [4] Kenneth G. Ikels, Walter L Crow, Richard L. Miller. "Contaminant analyser for aircraft oxygen systems". Aerospace medicine (1974). Pag: 1008-1012.
- [5] STANAG AMedP-75. Edition 1. 2013.
- [6] W.P. Schmidt, K.W. Kovak, W.R. Licht, and S.L. Feldman. "Managing Trace Contaminants in Cryogenic Air Separation". 12th Intersociety Cryogenic Symposium. Atlanta, GA. March 5-9.2000.

Se agradece al Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF) las facilidades y disposición para la impresión de este documento

