

ALERTA DE SEGURIDAD OPERACIONAL

AVIACIÓN GENERAL //

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

INTRODUCCIÓN

El día 14 de agosto de 2019 la AAIB (Air Accidents Investigation Branch) del Reino Unido, publicó el Boletín Especial S2/2019¹, en el que informa que los peritos forenses encontraron un nivel de concentración en sangre de carboxihemoglobina (COHb) del 58 % en el cuerpo del pasajero, hallado dentro de los restos de la aeronave (el piloto continúa, hasta el día de hoy, desaparecido y sus restos no han sido hallados ni recuperados).

Ese dosaje de COHb en la sangre es un indicador de que la persona estuvo expuesta a alta concentración de monóxido de carbono (CO) durante el vuelo. El boletín indica que los investigadores presumirían que el piloto habría -en consecuencia- estado expuesto a los mismos niveles.

Este hallazgo llevó a la AAIB a emitir el informe para llamar la atención de la comunidad aeronáutica de todo el mundo respecto del riesgo que implica la presencia de este gas (también conocido como “asesino invisible”).

La JIAAC, como representante acreditado en esa investigación, ha publicado una traducción no oficial del boletín en su sitio web² y este documento como complemento informativo para la comunidad aeronáutica argentina.

1. <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar0949.pdf>

2. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/boletin_especial_s2_2019_aaib.pdf

¿QUÉ ES EL ENVENENAMIENTO POR CO?

El CO (CO) es un gas incoloro, inodoro e insípido. Por lo tanto, podemos respirarlo sin siquiera darnos cuenta. El envenenamiento por CO sucede cuando la persona está expuesta (respira) al aire con alta concentración de este gas, dando lugar a que se reemplace en el torrente sanguíneo el oxígeno por este gas. Esto causa daños en el organismo, e incluso la muerte.

Los niveles de concentración de carboxihemoglobina en sangre entre el **50** y el **60%** producen **coma, convulsiones y respiración irregular** y superiores al **60%** son, en general, **incompatibles con la vida humana**.³

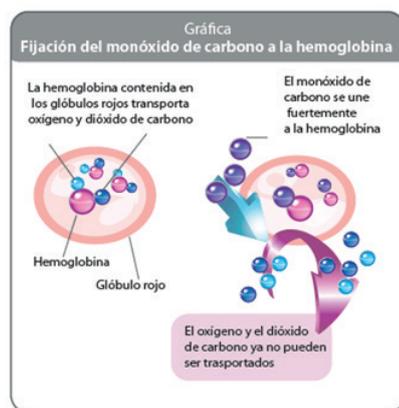


Tabla I: Efectos clínicos de la intoxicación por CO.
(Reproducida de Marruecos et al., 1993)

COHb (%)	Signos y síntomas
< 10	Asintomático.
10-20	Cefalea y vasodilatación.
20-30	Cefalea, disnea y angor de esfuerzo.
30-40	Cefalea intensa, náuseas, vómitos, alteraciones de la visión, debilidad, torpor mental.
40-50	Síncope, taquicardia, taquipnea.
50-60	Coma, convulsiones, respiración irregular.
> 60	Paro cardiorrespiratorio, muerte

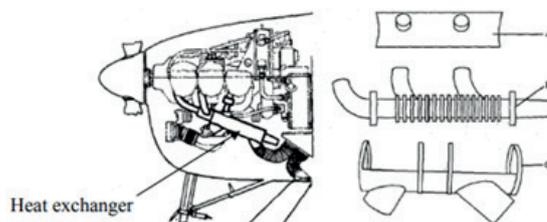
FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE DE CABINA CON CO EN LA AVIACIÓN GENERAL

Los sistemas de calefacción de la cabina para tiempo frío en las aeronaves de pequeño porte utilizadas en la aviación general son básicamente de dos tipos: (a) El sistema "muffler" y (b) El sistema "janitrol".

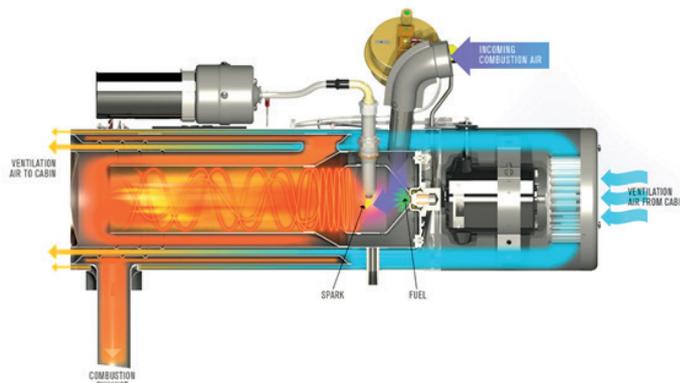
(a) El sistema "muffler" consiste en hacer pasar aire fresco del exterior a través de un encamisado directamente sobre el múltiple de escape de los motores alternativos (zona extremadamente caliente), calentarlo por circulación e introducirlo en la cabina ya caliente. Este sistema puede (o no) contener un forzador (ventilador).

(b) El sistema "janitrol" se emplea más en aeronaves presurizadas, pero también se utiliza en algunos aviones de mayores prestaciones como en los bimotores, (en los que llevar aire caliente desde los motores en las alas puede ser más complicado). Este sistema consiste en una cámara de combustión, que calienta una pared (inicialmente metálica, ahora cerámica) por la que (al igual que en el caso del escape) se hace pasar aire exterior por un encamisado y de esa forma calentarlo e introducirlo en la cabina.

Ambos sistemas son comunes en la aviación general y ambos presentan riesgos de fuga de CO hacia el aire de calefacción del habitáculo de la aeronave.



Sistema intercambiador de calor del escape ("muffler")



Sistema intercambiador de calor tipo "Janitrol".

EL PROBLEMA

Tanto el sistema “muffler” como el “janitrol” tienen un problema similar. Cuando la pared del escape en el primero y de la cámara de combustión en el segundo, se perfora, se fisura o tiene hendiduras por las que el aire caliente de la combustión pueda llegar al flujo de aire fresco, se produce una transferencia del peligroso gas CO al aire de calefacción, y de allí, al aire de la cabina.

Como el CO es inodoro e incoloro, la persona puede estar inhalándolo sin percibirlo.

¿CÓMO SE RECONOCE UNA INTOXICACIÓN INCIPIENTE?

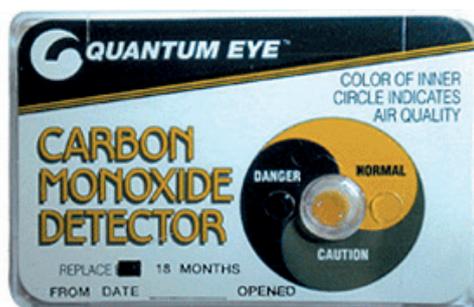
Como el CO no se percibe por los sentidos, debemos ser conscientes de los primeros síntomas de la intoxicación por CO, que son:

- Dolor de cabeza,
- Náuseas o vómitos,
- Mareos acompañados de cansancio

MÉTODOS DE DETECCIÓN DE CO

Existen principalmente dos formas de detectar la presencia de CO en el aire que respiramos y que pueden ser empleadas en aeronaves:

(a) A través de productos químicos “reactivos”: Son una tarjeta que se perfora y que contiene un producto químico del tipo “tornasol” (que cambia de color al reaccionar con alguna sustancia química específica) y que nos alerta de la presencia de CO por su cambio de color. Su principal desventaja es que el piloto debe estar pendiente de observar el color del reactivo para darse cuenta y la intoxicación puede pasar inadvertida. Esto puede llevar al piloto a reaccionar demasiado tarde o no reaccionar en absoluto.



Tarjeta de detección química de CO, el color del “testigo” nos indica la cantidad de CO en el aire ambiente. Duran aproximadamente un año antes de tener que reemplazarlas.

(b) Detectores electrónicos: Trabajan a través de la detección electrónica o electroquímica de la sustancia. La enorme ventaja de estos detectores es que producen una alarma visual y auditiva ante la presencia de CO en el aire, llamando la atención del piloto.



Detector de CO de panel de instrumentos para aviación.



Detector portátil de CO montado en un bolsillo de la cabina del avión.

¿QUÉ HACER ANTE LA PRESENCIA DE CO EN CABINA?

La recomendación es la siguiente:

1. Cerrar completamente la calefacción a la cabina (OFF).
2. Abrir (siempre que sea posible y aplicable) la ventilación exterior (ventana de tormenta o ventanas si fuera aplicable).
3. Aterrizar lo antes posible y buscar asistencia médica.

ANTECEDENTES DE ENVENENAMIENTO POR CO EN LA AVIACIÓN GENERAL ARGENTINA Y MUNDIAL

En la República Argentina no hay registros de casos conocidos de accidentes producidos con relación a la intoxicación con CO en los últimos 10 años. Sin embargo, sí se han detectado numerosos problemas de fisuras y roturas en los tubos de escape de las aeronaves de aviación general, por lo que la autoridad aeronáutica argentina, a lo largo de los años ha emitido ocho (8) advertencias y una circular de asesoramiento (CA-91-59), resaltando la importancia del mantenimiento adecuado del sistema de escape en los motores alternativos⁴

Por su parte, la FAA ya emitió una recomendación para la prevención del envenenamiento por CO en el año 1972 (ver Circular de Asesoramiento AC 20-32B⁵) y realizó un estudio estadístico⁶ en base a los casos registrados en los Estados Unidos de América entre los años 1962 y 2007, analizando un universo de 71.712 accidentes. De los 71.712 accidentes ocurridos en esos 45 años, 62 (0,086 %) fueron vinculados directamente a envenenamiento por CO, comprobándose (en los casos que existía información al respecto) que el nivel de carboxihemoglobina en sangre de las víctimas superaba el 20%.

Al final de este documento se acompañan referencias bibliográficas para obtener mayor información.

CÓMO PREVENIRLO

Los sistemas de detección de CO en las aeronaves de aviación general hasta el día de hoy **no son mandatorios** en ningún lugar del mundo, debido a la baja probabilidad de ocurrencia de sucesos ligados a envenenamiento por CO.

Sin lugar a dudas la verdadera **prevención** sucede durante el mantenimiento, para esto es **imprescindible** y fundamental la correcta actuación técnica durante las inspecciones de mantenimiento del motor y respetar estrictamente los tiempos de vencimiento de las partes calientes que intervienen en la calefacción cuando corresponda. El buen estado del material es el mejor garante de que no se presentará el día de mañana un problema potencialmente fatal. El mantenimiento responsable, profesional y eficiente de los técnicos de mantenimiento de aeronaves es nuestro mejor salvavidas.

Sin embargo, aún con un mantenimiento perfecto, una eventual falla que permita la fuga de CO hacia el aire de calefacción, por remota que fuera, siempre es posible.

Ante esta eventualidad, un detector y alarma de CO en cabina constituiría una defensa adicional de redundancia simple, de muy bajo costo y gran beneficio. Sería una barrera **reactiva** que actuaría **en complemento** con la **preventiva** que se realiza durante el mantenimiento. Sumado esto al hecho de que el parque de aeronaves de la aviación general en Argentina es significativamente más antiguo que en los Estados Unidos.

Por todo ello, la elección de un dispositivo adecuado es muy importante y al respecto se añade información en el APENDICE 1, para ayudar a adoptar la opción más conveniente y efectiva.

4. Todos estos documentos se pueden encontrar en los vínculos que se añaden en el apartado "Bibliografía".

5. https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_20-32B.pdf

6. <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrot/ar0949.pdf>

BIBLIOGRAFIA

Australia

ATSB (Australia Transportation Safety Board)

"Pilot Incapacitation: Analysis of Medical Conditions Affecting Pilots Involved in Accidents and Incidents - 1 January 1975 to 31 March 2006"

<https://bit.ly/30FF99f>

"Design and Evaluation of Auditory Icons as Informative Warning Signals" - August 2006

<https://bit.ly/2Li7Hzl>

Estados Unidos de América

NTSB - National Transportation Safety Board

SAFETY ALERT #069 - "Pilots: Prevent Carbon Monoxide Poisoning"

<https://bit.ly/2Mle9CC>

SAFETY ALERT #070 - "Mechanics: Prevent Carbon Monoxide Poisoning"

<https://bit.ly/2HsdmBG>

FAA - Federal Aviation Administration

Advisory Circular #20-32B - 24 NOV 1972 - "Carbon Monoxide (CO) Contamination in Aircrafts - Detection and Prevention"

<https://bit.ly/2L1L5UK>

Special Airworthiness Information Bulletin #CE-04-22 - 17 DEC 2003

<https://bit.ly/34aNowu>

Special Airworthiness Information Bulletin #CE-10-33 - 13 MAY 2010

<https://bit.ly/32k9vdZ>

DOT/FAA/AR-09/49 - octubre 2009 - "Detection and Prevention of Carbon Monoxide Exposure in General Aviation Aircraft"

<https://bit.ly/2HwdArr>

Pilot Safety Brochures: "Carbon Monoxide: A Deadly Menace"

<https://bit.ly/2Zy4sNh>

AOPA - Aircraft Owner & Pilots Association

"Clear de Air: The Deadly Effects of Carbon Monoxide"

<https://bit.ly/2Mlau7Y>

España

Marruecos L, Nogué S, Nolla J. Toxicología Clínica. Springer Verlag Ibérica. Barcelona. 1993. pp 207-212.

ARGENTINA

Secretaría de Estado de Salud Pública

El envenenamiento por monóxido de carbono:

<https://bit.ly/2Lnbla7>

Guía para la prevención del envenenamiento por monóxido de carbono:

<https://bit.ly/34aNrZc>

ANAC - Administración Nacional de Aviación Civil

Advertencia 138 R1/DAG

<https://bit.ly/2UaOnYG>

Advertencia 172/DAG

<https://bit.ly/2UebqC3>

Advertencia 191/DAG

<https://bit.ly/2UfoYNx>

Advertencia 38/DAG R3

<https://bit.ly/2Zp368n>

Advertencia 071/DAG

<https://bit.ly/2ZAre2R>

Advertencia 149/DAG

<https://bit.ly/2Zy9jKm>

Advertencia 199/DAG

<https://bit.ly/2LeSgb1>

Advertencia 231/DAG

<https://bit.ly/2LOwLfk>

Circular de Asesoramiento CA-91-59

<https://bit.ly/2Mlbedg>

APÉNDICE 1

DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN DE ABORDO - INFORMACIÓN PARA LA ELECCIÓN APROPIADA

Las estadísticas analizadas por la FAA en el estudio **DOT/FAA/AR-09/49 - octubre 2009 - “Detection and Prevention of Carbon Monoxide Exposure in General Aviation Aircraft”** (ver link en Bibliografía), ha establecido que el 0,086 % de los accidentes registrados entre 1962 y 2007 estuvieron directamente vinculados a la intoxicación con CO en vuelo.

De la misma estadística surge una distribución normal de accidentes en USA de aproximadamente 1594 accidentes por año, en esos 45 años y se presenta un accidente directamente relacionado con CO cada 1157 accidentes.

Aunque estadísticamente la posibilidad de ocurrencia de un accidente directamente vinculado al envenenamiento por CO es (como se ha visto) extremadamente baja, la posibilidad existe, puede suceder y de hecho ha sucedido. Sumado esto a que se trata de un gas inodoro e invisible que no puede ser detectado por el ser humano (ni olfativa ni visualmente) añadir un sistema de detección y alarma en cabina sería una barrera de seguridad proactiva y redundante que aportaría la parte reactiva -hasta hoy ausente- en la aviación general. Por ello se considera altamente recomendable, especialmente teniendo en cuenta la antigüedad promedio del parque de aeronaves de la aviación general en nuestro país.

Para ayudar a los operadores a decidir la mejor alternativa, la FAA consideró (Apéndice B del trabajo citado en el primer párrafo) varias alternativas y analizó pormenorizadamente sus ventajas y desventajas.

En el estudio se detectó que la instalación de detectores de CO puede resultar en falsas detecciones positivas como así también en no detecciones de atmósferas con concentración de más de 50 ppm de CO (límite admisible fijado por la FAA).

Del estudio realizado surge que las mejores soluciones (menos falsos positivos y menos falsos negativos) son los **detectores electroquímicos**, porque son los que mejor performance mostraron bajo los requerimientos establecidos de precisión de la detección, rápida respuesta en tiempo, bajas falsas alarmas y bajo consumo eléctrico.

Sin embargo, aún estos detectores montados en panel no fueron capaces de detectar concentraciones de más de 50 ppm en cabina por cortos períodos de tiempo (1 minuto o menos). Esta performance se mejoró bajando el umbral de alarma a un valor por debajo del 50 ppm fijado por los requerimientos de la FAA.

El estudio original provee una clasificación de prioridades y una tabla de análisis muy completa, imprescindible para la correcta toma de decisión a la hora de elegir el dispositivo ideal para el uso en Aviación General. Se recomienda su lectura minuciosa antes de tomar la decisión.