

## **CIRCULAR AERONÁUTICA**

### **1.- PROPÓSITO:**

Informar a los explotadores de aeronaves de Aviación General y Comercial Menor que operen motores a pistón, acerca de la utilización de combustible 100/130 y 100LL (Low Lead), conforme a lo establecido en la respectiva Hoja de Datos del Certificado de Tipo de la aeronave.

### **2.- ANTECEDENTES:**

- a) Advisory Circulars AC-65-9 Chapter 4.
- b) Lycoming Service Letter N° L185A.
- c) Lycoming Service Instruction N° 1070N.
- d) Avgas Specifications for EAA.
- e) ASTM index.
- f) ASTM D910 3.
- g) Continental Aircraft Engine Service Bulletin M77-3.
- h) Army Regulation 70-12.
- i) Shell Aviation-Avgas Grades and Specifications.
- j) Precision Airmotive Mandatory Service Bulletin PRS-107.

### **3.- MATERIA:**

#### **3.1 Análisis.**

##### **3.1.1 Características y propiedades de la gasolina de aviación.**

La gasolina de aviación esta compuesta en su totalidad de hidrocarburos, los que están conformados por compuestos de hidrógeno y carbono. Normalmente algunas impurezas en forma de azufre disuelto y agua están presentes. El agua no puede evitarse, ya que la gasolina esta expuesta a la humedad de la atmósfera. Una pequeña cantidad de azufre, siempre esta presente en el petróleo crudo, y por lo tanto algún residuo permanece durante el proceso de fabricación.

Adicionalmente se añade Tetraetilo de Plomo (TEL) a la gasolina para mejorar su rendimiento en el motor. Bromuros y cloruros orgánicos se mezclan con TEL a fin de que durante la combustión se puedan formar residuos volátiles de plomo. Luego estos se consumen con los productos de la combustión. Si el TEL se añade solo, podría quemar un óxido de plomo y dejar un remanente en el cilindro del motor. También se añaden inhibidores a la gasolina con el propósito de suprimir la formación de sustancias que puedan permanecer en estado sólido cuando la gasolina se evapora.

Ciertas propiedades de los combustibles afectan al funcionamiento del motor. Estas propiedades son la volatilidad, la manera en que el combustible se quema durante el proceso de combustión, y el valor calórico del combustible. También es importante la corrosividad de la gasolina, así como su tendencia a formar depósitos en el motor durante el uso.

Estos dos últimos factores son importantes debido a su efecto en la limpieza general, lo que tiene una incidencia en el tiempo entre reparaciones.

### **3.1.2 Volatilidad.**

La volatilidad es una medida de la tendencia de una sustancia líquida para vaporizar en determinadas condiciones. La gasolina es una mezcla compleja de compuestos volátiles de hidrocarburos que tienen una amplia gama de puntos de ebullición y de presión de vapor. Se mezclan de tal manera que en un gráfico se obtiene una recta de la cadena de puntos de ebullición. Esto es necesario para obtener los requerimientos necesarios para la partida, la aceleración, la potencia, y las características de la mezcla de combustible para el motor.

Si la gasolina se vaporiza muy fácilmente, las líneas de combustible se pueden llegar a llenar de vapor y causar una reducción del flujo de combustible. Si el combustible no se evapora fácilmente, esto puede dar lugar a una partida difícil, un lento calentamiento, una aceleración pobre, desigual distribución de combustible a los cilindros, y a una excesiva dilución hacia el cárter.

Los grados bajos de combustible de automóvil no cumplen con las tolerancias requeridas para la gasolina de aviación y por lo general contienen una cantidad considerable de gasolina impura, la cual puede formar excesivos depósitos de goma. Por estas razones, los combustibles de automóviles no se deben utilizar en los motores de los aviones, especialmente los motores refrigerados por aire que operan a altas temperaturas de cilindro.

### **3.1.3 Bloqueo por vapor.**

La vaporización de la gasolina en las líneas de combustible se traduce en una reducción del suministro de gasolina al motor. En casos graves, esto puede resultar en la detención del motor. Este fenómeno se conoce como bloqueo por vapor. Una medida de la tendencia de la gasolina al bloqueo por vapor se obtiene a través de la prueba Reid de presión de vapor. En esta prueba una toma una muestra del combustible sellada en una "bomba" equipada con un medidor de presión. Dicha bomba es inmersa en un baño a temperatura constante y se observa la presión indicada. Cuanto más alta es la presión de vapor corregida de la muestra bajo prueba, esta es más susceptible al bloqueo por vapor. Las gasolinas de aviación están limitadas a un máximo de 7 psi debido a su mayor tendencia a producir bloqueo por vapor a gran altura.

### **3.1.4 Detonación.**

En un motor que está funcionando de una manera normal, la llama atraviesa la carga de combustible de frente y a una velocidad constante de alrededor de 100 pies por segundo hasta que la carga se consume. Cuando se produce la detonación, la primera parte de la carga se quema de una manera normal, pero la última parte se quema de manera casi instantánea, creando un excesivo desequilibrio de presión momentáneo en la cámara de combustión. A este tipo de combustión anormal se le llama detonación. Este enorme aumento de la velocidad de quemado en la cabeza del cilindro causa un aumento de la temperatura. En casos graves, el aumento de la velocidad de quemado disminuirá la eficiencia del motor y puede causar daños estructurales a la cabeza del cilindro o al pistón.

Durante la combustión normal, la expansión de los gases quemados presiona la cabeza del pistón hacia abajo firmemente, con suavidad y sin excesivos golpes. El aumento de la presión ejercida en la detonación en un breve período de tiempo produce un duro choque contra las paredes de la cámara de combustión y la cabeza de pistón. Es este choque a la cámara de combustión el que se escucha como un audible golpe en un motor de automóvil. Si otros sonidos se pudieran filtrar hacia afuera, el golpe podría ser igualmente audible en un motor de aeronave. Generalmente, es necesario disponer de instrumentos para detectar las detonaciones en un motor de aeronave.

### **3.1.5 Octanaje y número de razón de performance.**

El octanaje y el número de razón de performance designan el valor antidetonación de una mezcla de combustible en un cilindro de motor. Los motores de aviación de alta potencia de salida han podido fabricarse como resultado de poder producir combustibles de alta razón de octanaje. El uso de dichos combustibles ha permitido incrementar la razón de compresión y la presión de descarga, dando como resultado un mejoramiento de la potencia y eficiencia del motor. Sin embargo, siempre los combustibles de alto octanaje detonan bajo condiciones críticas de operación y cuando algunos controles del motor son operados inapropiadamente.

Las cualidades antidetonantes de los combustibles de aviación son designadas por grados. Al más alto grado, más alta compresión puede obtenerse sin detonación. En combustibles que tienen dos números, el primero indica la razón de mezcla pobre y el segundo la razón de mezcla rica. Entonces para el grado de combustible 100/130, se tiene que el posee una razón de mezcla pobre de 100 y una razón de mezcla rica de 130. Asimismo se usan dos diferentes escalas para designar los grados de combustible. Para combustible bajo 100, el número de octanaje se usa para designar el grado. El sistema de número de octanaje esta basado en una comparación de un combustible con mezcla de iso-octano y heptano normal. El número de octanos de un combustible es el porcentaje de iso-octanos en la mezcla que duplica las características de detonación de un combustible particular que este siendo evaluado. Por lo tanto, el combustible grado 91 tiene la misma característica de detonación que una mezcla de 91 % de iso-octano y 9% de heptano normal.

Con el advenimiento de los combustibles que poseen características antidetonación superiores a las de los iso-octanos, otra escala fue adoptada para designar el grado de los combustibles bajo el número de 100 octanos. Esa escala representa la razón de performance del combustible- su potencia disponible libre de detonaciones con iso-octano puro. Es arbitrariamente asumido que el 100% de potencia es obtenido solo desde el iso-octano. Un motor que tenga una limitación de detonación de 1000 HP con combustible de 100 octanos tendrá una limitación de detonación de 1,3 veces como mucho (1.300 HP) con un combustible de número de 130 de performance.

El grado de un combustible de aviación no es indicación de su peligro de fuego. El grado de combustible 91/96 es más fácil de prender que uno de grado 115/145 y explota con mucho más fuerza. El grado indica solamente la performance del combustible en el motor de la aeronave.

Una manera conveniente de mejorar las características de anti detonación del combustible es añadir un inhibidor de detonación. Dicho líquido debe tener un mínimo de corrosión u otras cualidades no deseables, y probablemente el mejor inhibidor disponible, en general es el uso actual del

TETRA ETILO DE PLOMO (TEL). Las pocas dificultades encontradas a causa de la tendencia a la corrosión de la gasolina etilizada son insignificantes en comparación con los resultados obtenidos del alto valor antidetonante del combustible. Para la mayoría de los combustibles de aviación la adición de más de 6 ml. de TEL por galón no está permitido. Las cantidades que excedan de esta tienen poco efecto sobre el valor antidetonante, pero aumentan la corrosión y los problemas en las bujías. Existen dos tipos distintivos de corrosión causada por el uso de la gasolina etílica. La primera es causada por la reacción del bromuro de plomo caliente con superficies metálicas, y se produce cuando el motor está en funcionamiento y la segunda se produce por la condensación de los productos de la combustión, principalmente del ácido hydrobromico, cuando el motor no está funcionando.

### **3.1.5 Identificación del combustible.**

Los combustibles que contienen TEL deben ser coloreados en conformidad con la norma. Adicionalmente, el combustible puede ser coloreado para propósitos de identificación. Por ejemplo, el grado 100 del combustible de aviación bajo en plomo es azul, el grado 100 es verde y el grado 80 es rojo. El combustible 100/130 fue fabricado (1975) en dos grados -alto en plomo, sobre 4.6 mililitros de plomo por galón y bajo en plomo, no mayor a 2,0 mililitros por galón. El propósito fue eliminar los dos grados inferiores de octano del combustible 80/87 y 91/96. El combustible alto en plomo siguió siendo de color verde mientras que los de bajo contenido en plomo siguieron siendo azules.

El combustible bajo en plomo reemplazo a los combustibles 80/87 y 91/96 eliminándolos gradualmente. Los fabricantes de motores han estado preparando instrucciones que se deben seguir en la transición al uso del combustible de 100 octanos.

### **3.1.6 Equivalencia de los combustibles.**

En conformidad a lo establecido en la norma de la American Society for Testing Materials denominada ASTM D 910, que es la que establece el estándar para la fabricación y utilización de los combustibles de aviación en uso en los Estados Unidos de Norteamérica y mundialmente aceptada, el combustible denominado como Avgas 100/130 y denominado comercialmente como Avgas 100 es idéntico al Avgas 100LL (Low Lead), excepto por el contenido de Tetraetilo de plomo y Plomo que cada uno de ellos contiene y el color que los diferencia. Para el caso del Avgas 100 su color característico es "verde" y el contenido de Tetraetilo de plomo que tiene es de 1,06 TEL/litro y de 1,12 gPb/litro de Plomo; en tanto que para el Avgas 100LL su color característico es "azul" y el contenido de Tetraetilo de plomo que tiene es de 0,53 TEL/litro y de 0,56 gPb/litro de Plomo. La existencia de estos componentes en la gasolina le permite al combustible disminuir las capacidades de detonación de él y de ello se desprende que para aquellos motores a pistón de una alta compresión se aconseje utilizar Avgas 100/100/130) y en general para todos los motores a pistón Avgas 100LL ya que esto permite disminuir la cantidad de residuos de plomo que puedan quedar al final de la combustión.

### **3.1.7 Relación de los Certificados de Tipo con el combustible a utilizar.**

En general todas las certificaciones tipo de aeronaves establecen el tipo de combustible que en cada una de ellas se debe utilizar, consecuente con lo

cual ese es el requisito al que se le debe dar cumplimiento. No obstante ello derivado de lo establecido por las mismas normas ASTM y los propios fabricantes de motores, es posible utilizar una diversa gama de combustibles para determinados motores, dependiendo de la base mínima de exigencia, como por ejemplo:

En el caso de la Hoja de Datos del Certificado de Tipo 2A13 correspondiente a diferentes aeronaves de la familia del Piper PA-28, tales como las que a continuación se indican, ellas se asocian a una gama de determinados combustibles, a saber:

- a) PA-28-160: Con motor Lycoming O-320-B2B determina que como mínimo debe usar combustible de aviación 91/96 lo que significa que además puede utilizar el Avgas 100LL o el Avgas 100(100/130).
- b) PA-28-150: Con motor Lycoming O-320-A2B o O-320-E2A determina que como mínimo debe usar combustible de aviación 80/87 lo que significa que además puede utilizar el 91/96, el Avgas 100LL o el Avgas 100 (100/130).
- c) PA-28-180: Con motor Lycoming O-360-A3A o O-360-A4A determina que como mínimo debe usar combustible de aviación 91/96 lo que significa que además puede utilizar el Avgas 100LL o el Avgas 100(100/130).
- d) PA-28S-180: Con motor Lycoming O-320-D2A determina que como mínimo debe usar combustible de aviación 100/130 (Avgas 100) lo que significa que además puede utilizar el Avgas 100LL conforme lo establece la Service Instruction N° 1070N en la Tabla de Especificaciones de Combustibles.

### **3.1.8 Información de los fabricantes de motores.**

Adicionalmente los fabricantes de motores a través de Manuales, Boletines de Servicio y Cartas de Servicio da instrucciones acerca de las diferentes alternativas de uso de combustibles alternativos para sus diferentes motores, siendo esta información la única que permite la autorización para utilizar combustibles alternativos como el caso de la sustitución del Avgas 100 (100/130) por el Avgas 100LL, lo que en la mayoría de los países es exactamente al revés dependiendo de la disponibilidad de dichos combustibles a través de los diferentes distribuidores.

### **3.1.9 Requisitos establecidos por la DGAC para el uso de combustibles de aviación.**

A partir de la información detallada precedentemente se refrenda que el combustible de aviación que pueden utilizar las aeronaves que estén potenciadas por motores a pistón, es el combustible que está expresamente señalado en sus respectivas Hojas de Datos del Certificado de Tipo de cada aeronave y las alternativas que de ellos se infiera.

Asimismo, es valido también el uso de los combustibles alternativos que cada fabricante de motor estipule a través de Manuales, Boletines de Servicio, Cartas de Servicio o cualquier otro documento aprobado por el Estado de Diseño.

En síntesis, se establece que el uso de combustible 100LL se encuentra validado para ser utilizado en aquellas aeronaves en cuya Hoja de Datos del Certificado de Tipo, Manuales, Boletines de Servicio, Cartas de Servicio o cualquier otro documento aprobado por el Estado de Diseño donde se señale el uso de combustible 80/87, 91/96, Avgas 100 (100/130).

**3.1.10 Requisitos establecidos por la DGAC para la validación del combustible de aviación.**

Conforme con lo anterior, quién utilice como combustible alternativo el Avgas 100LL debe estar en capacidad de demostrar que dicho combustible cumple con lo especificado en la Norma ASTM D910 última revisión y con todos los test que dicha norma impone.

**4.- VIGENCIA:**

Inmediata.



*Lorenzo Sepúlveda Biget*  
**LORENZO SEPÚLVEDA BIGET**  
**DIRECTOR DE SEGURIDAD OPERACIONAL**