

---

# THE GAMGRAM

---

No. 19

## GRAVEDAD ESPECÍFICA, DENSIDAD Y PESO DEL COMBUSTIBLE

DIC. 1978  
REV. AGO. 2002

Recientemente, un empleado de una compañía petrolera llamó por teléfono para preguntar si teníamos en existencia un hidrómetro en venta que no necesitara un termómetro para determinar la temperatura al momento de medir la gravedad específica de su combustible de aviación.

Le comenté que si bien era posible hacer un hidrómetro computarizado que compensara automáticamente las variaciones de temperatura, seguramente le sería mucho más caro que un hidrómetro común usado hasta el momento. Esta extraña solicitud telefónica es solo una de una larga serie de preguntas de personas que no entienden el concepto de gravedad específica (peso o densidad relativa) del combustible. Resulta raro que hoy en día tanta gente no entienda algo tan elemental pues hasta para nuestros bisabuelos que conducían Ford Modelo T y llevaban hidrómetros para saber si obtenían o no el combustible adecuado para sus automóviles? ¡El "Progreso" en reversa

La tendencia en Estados Unidos y en algunas otras partes del mundo, es que los distribuidores asuman toda la responsabilidad durante la manipulación del combustible de aviación. Las personas que nunca antes se preocuparon por la gravedad específica del combustible ahora descubren que deben comprender el concepto; de ahí el número de malentendidos sea asombroso bastante asombroso

El propósito de este GamGram es revisar todo el tema de la gravedad del combustible y explicar las diferencias entre el concepto de la gravedad API, la gravedad específica, la densidad relativa, la densidad y el peso del combustible.

Todas estas expresiones describen el peso de un combustible. La gravedad del combustible no es un índice que importe mucho respecto a la combustión en los motores de las aeronaves. La razón por la que medimos la gravedad o el peso del combustible es porque es una forma simple que permite identificar en tipo de combustible. Si al medir la densidad relativa de un combustible encontramos que es 0,84 estamos seguros de que ese no es combustible para aviones porque es demasiado pesado y puede que sea un combustible diésel o combustible pesado D2. En cambio, si la suministradora de combustible muestra en su certificado de calidad que un cargamento de turbosina tiene una gravedad API de 45° y al medirla en la recepción observamos un cambio en su valor dos grados mayores, es decir 49°, entonces tenemos razones para sospechar que el combustible ha sido contaminado con algún otro material, aun estando dentro de los límites de gravedad especificado para el combustible de aviación

Antes de profundizar en el tema de la gravedad, explicaremos las diferentes magnitudes según métodos de medición utilizados:

- 1. DENSIDAD RELATIVA** (formalmente conocida como Gravedad Específica): es cuando se compara la densidad de una sustancia con la densidad de otra tomada como referencia. En nuestro caso es la relación del peso del combustible dividido por el peso del agua, ambos a una temperatura estándar de 60°F. Un combustible que tiene una Densidad relativa de 0,84 es simplemente un combustible que tiene solo el 84 % del peso del agua. Si el fluido es más pesado que el agua, la Densidad Relativa es mayor que 1 ;si es más liviano que el agua, la Densidad Relativa es menor que 1.(La densidad relativa es adimensional (sin unidades), ya que queda definida como el cociente de dos densidades)



**GAMMON TECHNICAL PRODUCTS, INC.**  
P.O.BOX 400 - 2300 HWY 34  
MANASQUAN, N.J. 08736

PHONE 732-223-4600  
FAX 732-223-5778  
WEBSITE [www.gammontech.com](http://www.gammontech.com)  
STORE [www.gammontechstore.com](http://www.gammontechstore.com)

**2. GRAVEDAD API:** Hace muchos años, el Instituto Americano del Petróleo adoptó la idea de una escala arbitraria de 0 a 100 para cubrir el diapason desde los aceites y combustibles más pesados hasta los más livianos. En dicha escala, la gravedad se expresa como "grados API", pero estos "grados" no se refieren a la temperatura, por así decirles. En adición también se debe medir la temperatura ya que es una magnitud que, tiene al temperatura como variable y se compara con el agua a temperaturas de referencia al igual que la densidad Relativa", la temperatura estándar es 60°F.

**Nota:** Tenga en cuenta que la lectura de la escala API está al revés que de la Densidad relativa. En otras palabras, un número de gravedad API alto es un combustible muy ligero, mientras que un número de gravedad API muy bajo es un combustible extremadamente pesado.

**3. PESO DEL COMBUSTIBLE:** La gravedad del combustible se determina en libras o kilogramos. Este suele ser el tipo de medida (unidades) que más le interesa a los pilotos, porque deben estar seguro de que no se sobrecargue la aeronave suministrando demasiado combustible sobrecargando la aeronave si lleva además carga pesada. Obviamente, hay que estar seguro de tener suficiente combustible para llegar a donde quiere ir pero tampoco se necesita sobrepasar el peso bruto máximo permitido para el despegue del avión. Esta medida no tiene una temperatura estándar, tal asunto lo e como más adelante en este boletín

**4. LA DENSIDAD (Densidad absoluta):** Es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen. También llamada peso métrico Los términos son kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>). (formalmente gramos por centímetro cúbico (gr/cm<sup>3</sup>.) y la temperatura estándar es de 15°C.

**¿Por qué hablamos de temperatura cuando hablamos de gravedad o peso de un combustible?**

La respuesta es simple el combustible se expande o se contrae a medida que aumenta o disminuye la temperatura respectivamente. Un galón de combustible de aviación aviones puede pesar 6,58 libras a 100°F (37.7°C), sin embargo un galón del mismo combustible pesará 6.91 lbs. a la temperatura de 0°F (-17,1°C). Si la refinera le informa que produjo un lote de combustible para aviones con una Gravedad API de 43,8°, debe saber que esa gravedad corresponde a una temperatura 60°F (15.5°C). Si realiza el ensayo para medir la Gravedad API con un hidrómetro y la temperatura del combustible en ese momento es de 85°F (29.4°C), entonces para compararlas debe corregir su lectura a 60°F con la ayuda de un libro que contenga las Tablas de corrección. En este caso, si el combustible no se contamina con algún otro combustible, el hidrómetro marcaría 46° API a una temperatura de 85°F en lugar de 43,8°.

Para seleccionar el hidrómetro correcto, puede orientarse por la siguiente tabla, que le ayudara a encontrar el número ASTM con la designación adecuada. Por ejemplo, Para medir la gravedad API del Avgas, el hidrómetro ASTM 7H o Termo-hidrómetro 57HL son las mejores opciones. (Un termo-hidrómetro tiene un termómetro integrado en su interior, de modo que no se necesita un termómetro por separado).

**CÓMO REALIZAR LA SELECCIÓN DEL HIDRÓMETRO CORRECTO**

COMBUSTIBLE	API	HIDROMETRO	TERMO-HIDROMETRO	DENSIDAD	HIDROMETRO	TERMO-HIDROMETRO
JET A, A-1, JP-5, JP-8	29-41 <b>39-51*</b>	4H <b>5H*</b>	54HL <b>55HL*</b>	800/850 <b>750/800*</b>	315H <b>314H*</b>	304HL <b>303HL*</b>
JET B, JP-4	39-51 <b>49-61*</b>	5H <b>6H*</b>	55HL <b>56HL*</b>	750/800 <b>700/750*</b>	314H <b>313H*</b>	303HL <b>302HL*</b>
AVGAS	<b>59-71*</b> 69-81	<b>7H*</b> 8H	<b>57HL*</b> 58HL	<b>700/750*</b> 650/700	<b>313H*</b> 312H	<b>302HL*</b> 301HL

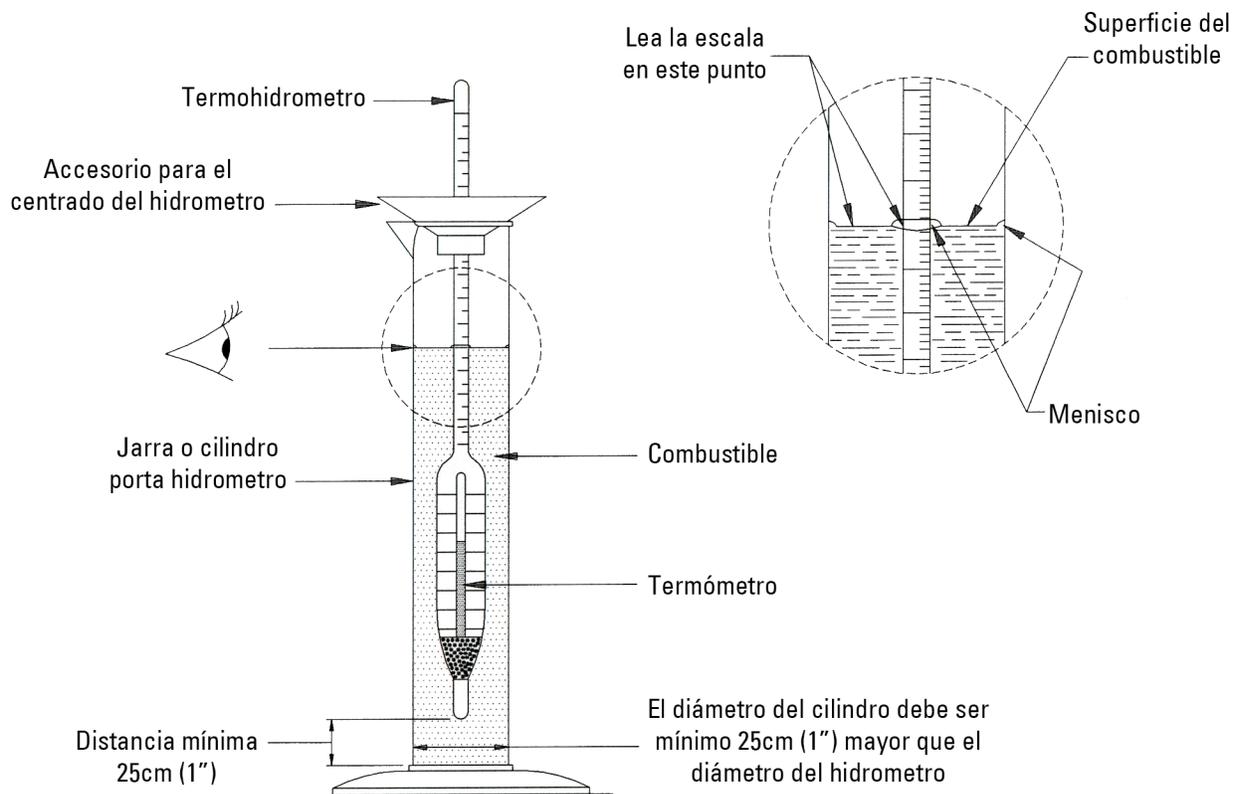
\*Denota el rango dominante para el tipo de combustible indicado.

**Nota:** La gravedad API siempre se basa en una temperatura estándar de 60 °F. Si no se dispone de un termo hidrómetro, entonces usar el termómetro ASTM correcto se designa como 12°F. La densidad siempre se basa en una temperatura estándar de 15°C. Usar termómetro ASTM 12°C.

Repasemos cómo se determina la gravedad del combustible paso a paso. Tomamos a muestra de combustible para el ensayo y se vierte en una jarra o probeta para hidrómetros, que es simplemente un cilindro alto de vidrio o plástico resistente al combustible. Limpiamos bien el hidrómetro y luego tomándolo por encima de la escala lo introducimos lentamente en el combustible. El hidrómetro se hunde en el combustible hasta llegar a un punto de estabilidad y flota. No deje caer el hidrómetro en el combustible porque al hundirse demasiado el combustible adherido al vástago o tallo del hidrómetro actuará como un exceso de peso. Evita que se hunda más de dos divisiones de escala más allá de su límite. Cuanto más denso sea el combustible, menos se hundirá el hidrómetro, si es ligero, el hidrómetro, se hunde más.

Desde la antigüedad el griego Arquímedes, dijo que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso de fluido desalojado. Entonces vemos que la palabra "hidrómetro" es solo un nombre elegante para un flotador que tiene una escala de medición capaz de determinar cuánto se ha hundido en el líquido. En un hidrómetro lea la escala en el vástago del hidrómetro donde vea la superficie del fluido; la lectura debe hacerse; en la parte inferior del menisco creado por el líquido. Nunca lea su parte superior del menisco. Para ganar en mayor precisión, se recomienda configurar el ojo ligeramente por debajo del nivel del líquido y luego levantarlo al nivel exacto en el cilindro antes de tomar la lectura.

Es muy importante que no se lea el hidrómetro si toca está la pared del cilindro. Para evitar esto, intente girar el hidrómetro suavemente o contacte a Gammon Technical para obtener más información sobre el Dispositivo de centrado (GTP-8401). Si hay burbujas en la superficie del combustible, retírelas con una tira de papel toalla o servilleta absorbente.



Existe la opción de utilizar un termómetro por separado o un termo hidrómetro, también conocido como "termómetro combinado", porque tiene un termómetro incorporado. Así que hay dos números: La gravedad indicada por el hidrómetro y la temperatura indicada por el termómetro. Luego vayas al libro de tablas de corrección publicados por el Instituto de petróleo americano American Petroleum Institute (API) y la Sociedad Americana para Prueba de Materiales. American Society for Testing Materials. (ASTM)

La siguiente tabla es la correcta a utilizar para cada uno de los diversos métodos de medición:

MEDICIONES	TABLA DE CORRECCION PARA LOS HIDROMETROS
Densidad, sistema métrico, kg/m <sup>3</sup>	Volumen VII Tabla 53B
Gravedad API, Grados	Volumen II Tabla 5B
Densidad relativa	Volumen V Tabla 23B

Supongamos que obtenemos una medición 43,5° API a 46,5°F. Debemos usar la Tabla 5B. La combinación que nuestras dos medidas se encuentra en la página 155 que se reproduce, en parte, a continuación. La gravedad corregida a 60°F se lee como 44,7° API.

TABLA 5B, PRODUCTOS GENERALES  
API CORRECCION A 60°F

TEMP	GRAVEDAD API A TEMPERATURE OBSERVADA											TEMP
	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	
CORRESPONDIENTE A GRAVEDAD API A 60°F												
45.0	41.2	41.7	42.3	42.8	43.3	43.8	44.3	44.8	45.3	45.8	46.3	45.0
45.5	41.2	41.7	42.2	42.7	43.2	43.7	44.3	44.8	45.3	45.8	46.3	45.5
46.0	41.1	41.7	42.2	42.7	43.2	43.7	44.2	44.7	45.2	45.7	46.3	46.0
→ 46.5	41.1	41.6	42.1	42.6	43.1	43.7	44.2	44.7	45.2	45.7	46.2	46.5
47.0	41.1	41.6	42.1	42.6	43.1	43.6	44.1	44.6	45.1	45.7	46.2	47.0
47.5	41.0	41.5	42.0	42.6	43.1	43.6	44.1	44.6	45.1	45.6	46.1	47.5
48.0	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.1	45.6	46.1	48.0
48.5	40.9	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	46.0	48.5

En este ejemplo, si encuentra que su medición corregida era más de 0.3° API con diferencia a la medida registrada con anterioridad en el mismo lugar, debe entonces verificarlo nuevamente y/o informarlo para que se haga realiza una mayor investigación. Hay sospecha de contaminación. Los equivalentes aproximados de 0,3° API son 1,3 kg/m<sup>3</sup> en densidad métrica de 0.0013 densidad relativa.

En en caso de que la medición de la gravedad en la recepción (por ejemplo, un aeropuerto) se compara con una gravedad informada en el punto de envío (por ejemplo, una terminal de suministro), es una práctica estándar esperar que la gravedades corregidas esten dentro 1° API.

Volviendo al tema del peso del combustible, la mayoría de los pilotos se confunden cuando se les presenta datos de gravedad que pudieron haber estado corregidos con la temperatura. Por ejemplo, si le decimos a un piloto que su aeronave ha sido repostada con un turbocombustible con gravedad API de 48,3° corregida a 60°F, realmente no le hemos dicho nada sobre el número de libras o kilogramos de combustible que hay a bordo de la aeronave. Si se bombea 5000 galones este combustible a bordo con una temperatura de 40°F, tendrá un peso de 33,114 libras. Pero si se entrega el mismo combustible a 90°F, el peso sería de solo 32,230 libras. Esta es la razón por la que a los pilotos les gusta recibir datos de gravedad en libras/galón o kg/L a la temperatura real de abastecimiento de combustible. Si les das datos de gravedad convertidos a 60°F, entonces se deben realizar una serie de cálculos difíciles para encontrar el peso real, a menos que tenga una calculadora modelo Gammon GTP-3012-1A.

Existe otro uso muy importante que podemos dale a los hidrómetros que no se ha discutido hasta ahora. Y es cuando queremos controlar la transferencia de propiedad de grandes cantidades de combustible. Por ejemplo, un camión cisterna lleno con combustible en un puerto donde el clima es muy caliente tendrá mucho menos volumen de combustible a bordo cuando llegue días más tarde en un puerto de clima muy frío. Si el combustible fuera a venderse sobre la base de galones o volumen, entonces tendría una cantidad sustancial de pérdidas al realizarse este tipo de transacción.

Conclusión: instamos el personal que manipula el combustible de aviación debe tener en cuenta la gravedad como una herramienta de control de calidad. Sirve para identificar combustibles incorrectos y se puede utilizar para determinar cuándo un combustible ha sido contaminado o mezclado con otro combustible.