

**ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA**

**PROYECTO REGIONAL RLA/99/901
SISTEMA REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA VIGILANCIA DE LA
SEGURIDAD OPERACIONAL**

SEGUNDA REUNIÓN DEL PANEL DE EXPERTOS DE OPERACIONES

(Lima, Perú, 03 al 08 de marzo de 2008)

Asunto 2: Definición del término a ser utilizado en los reglamentos LAR con respecto a los términos masa y peso

a) Utilización de los términos masa y peso.

(Nota presentada por Verónica Chávez y Marcelo Ureña)

Resumen

Esta nota de estudio presenta el análisis sobre la conveniencia del uso de los términos peso o masa en los Reglamentos LAR con el fin que sea evaluada en la Segunda Reunión del Panel de Expertos de Operaciones (RPEO/2).

Referencias

- Anexo 5, Enmienda 16.
- Suplemento al Anexo 5, Enmienda 2 del 22/06/04.
- Anexo 6, Enmienda 30.
- LAR 43 – Mantenimiento.
- LAR 119 – Certificación de explotadores de servicios aéreos.
- Informe Reunión RPEE/1.
- Instrucción para el trabajo de los Paneles de Expertos del SRVSOP
- Manual para los redactores de las LAR

1. Antecedentes

1.1 El Anexo 5, Enmienda 16; sobre Unidades de medida que se emplearán en las operaciones aéreas y terrestres; establece en su Capítulo 3 que el Sistema Internacional de Unidades, preparado y actualizado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), se utilizará teniendo en cuenta las excepciones establecidas en el mismo sobre otras unidades; dentro de estas excepciones solo se ha indicado que para la magnitud de masa se utilizará la unidad de **kilogramos** o en su defecto la tonelada métrica.

1.2 La RPEE/1 estableció, en su **Conclusión RPEE 1/06**, que uno de los factores determinantes para establecer el ámbito de aplicación de los Reglamentos LAR 121 y 135; sería la **“masa máxima de despegue”** de las aeronaves.

1.3 Durante la RPEO/1 al realizar la evaluación sobre los límites de utilización de una aeronave en cuanto a su masa, se planteó el problema que por uso y costumbre se utiliza el término peso y no masa. En este sentido en su **Conclusión RPEO1/01**, sobre la utilización del término masa o peso, solicitó al Comité Técnico la conformación de un grupo Ad-hoc que realice las consultas o estudios necesarios y presenten en la siguiente Reunión del Panel de Expertos de Operaciones una propuesta, con los respaldos técnicos correspondientes, sobre la utilización, ya sea el término masa o, el término peso, en los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR).

2. Análisis

Uso del término masa

2.1. Entendiéndose por unidad de medida al patrón de comparación de cualquier magnitud física, y que esta última es aquella propiedad de un cuerpo, sustancia o fenómeno físico susceptible de ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente. El Sistema Internacional de Medidas, Apéndice A, define al **Kilogramo**; como la unidad básica de la magnitud de “**masa**” del Sistema Internacional de Unidades; y su patrón está definido por la masa que tiene el cilindro patrón, compuesto de una aleación de platino e iridio, que se guarda en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas en Sèvres, Francia.

2.2. De acuerdo al Adjunto B del Anexo 5, la excepción principal del SI con respecto a los anteriores sistemas de medida, entre ellos el sistema inglés utilizado por Estados Unidos de Norteamérica, es la diferenciación explícita de las unidades de masa y fuerza. Además, en este Adjunto se indica que existe mucha confusión en el empleo del término peso como magnitud que puede significar tanto magnitud de fuerza, o bien la magnitud de masa. Para el uso común, el término peso significa casi siempre masa: por tanto, cuando se habla de peso de una persona, la magnitud que se alude es la masa. En la ciencia y tecnología, el término peso generalmente ha significado la fuerza que, aplicada a un cuerpo, le impartiría una aceleración igual a la aceleración local de caída libre. Por este motivo se recomienda que el uso del término “**peso**” en el uso tecnológico se evite.

2.3. En este marco, el Anexo 8 establece que la magnitud a utilizarse para establecer la clasificación de aeronaves grandes o pequeñas es la “**masa**” de las mismas. De la misma manera, una de las magnitudes utilizada para marcar los límites operacionales de las aeronaves, de acuerdo al Anexo 6, son las limitaciones de masa, cuya unidad es el kilogramo. Estos límites operacionales deben ser identificados de manera clara por lo que no debe existir ningún tipo de confusión en la magnitud que se utilizan para identificarlos. Es decir, para este caso, si identificamos los límites con una magnitud de fuerza o una magnitud de masa.

2.4. En este contexto en Latinoamérica tanto mecánicos, pilotos e ingenieros involucrados con esta actividad relacionan al término “peso” con la magnitud de la fuerza y no como una magnitud de masa. Sin embargo la utilización del “peso” como fuerza no es del todo acertado.

2.5. Los Estados de la Región al desarrollar sus reglamentos, así como el uso de aeronaves certificadas en los EEUU trasladó la utilización del término “peso” o “weight” en estos documentos. Al hacerlo, nunca se consideró el conflicto que se originaba por el uso de expresiones del sistema Inglés de medidas; que en el mismo EEUU se encuentra en proceso de cambio a unidades métricas.

2.6. En el Documento Federal Standard 376B, “Preferred Metric Units for General Use by the Federal Government, Jan 27, 1993” (Apéndice B); se indica en el párrafo 5.2.1 que los reglamentos y normas de los EEUU utilizan el término “peso” refiriéndose a la masa, y la unidad que lo identifica en el SI es el kilogramo.

2.7. Al cotejar los manuales de peso y balance de las Aeronaves Boeing, ellos declaran que las unidades que se utilizan en los mismos son provistas por el Sistema Inglés y el Sistema Métrico, siendo la conversión para una libra 0.4536 kilogramos. Por otro lado, en los manuales de Airbus se utiliza para el término “weight” la unidad de kilogramos, que es la unidad de la masa.

2.8. Por otra parte de un muestreo sobre las Leyes de los Estados de la Región, en cuanto a la unidades de medidas reconocidas, se ha podido observar que Argentina, Chile, Cuba, Ecuador, Perú y Uruguay por ley deben utilizar el SI; ello implicaría que las unidades a considerar dentro de sus reglamentos deben estar acordes a este sistema; excepto si sus leyes permiten ciertas excepciones específicas.

2.9. De acuerdo a las diferencias declaradas por los Estados al Anexo 5 se observa que Argentina, Chile, Cuba y Uruguay han declarado no tener diferencias en relación al Anexo 5. El resto de los Estados de la Región no han declarado si tienen diferencias o no con este Anexo. Para el Anexo 6 los únicos Estados que han declarado diferencias son Argentina, Bolivia y Uruguay, ninguna de las cuales se refiere a cambios en las “limitaciones de masa” exigidas en este Anexo.

2.10. Sobre las declaraciones de diferencias de otros Estados que utilizan o han utilizado el Sistema Inglés, se observa que en el Reino Unido se declara la utilización del término masa, en ves de peso cuando se opere de acuerdo al JAR OPS, es decir que al peso se le reconoce como una magnitud de masa. Por otra parte, EEUU manifiesta que utiliza el término peso y la unidad de masa del sistema inglés, es decir libras (lb).

2.11. Revisando en otros reglamentos, cuyo origen no es el FAR, por ejemplo el OPS 1 se identifica a la magnitud de la masa como “masa” y no se antecede el nombre de “peso”.

Uso del término Peso

Para los propósitos de esta Nota de Estudio, el análisis del peso es realizado desde el punto de vista operacional.

2.12. Por definición, el peso es una fuerza y esta fuerza es la producida por la atracción gravitatoria de la tierra o de cualquier otro cuerpo celeste del espacio. La aceleración de la gravedad no es constante sino variable. Esta aceleración, al nivel del mar en el planeta Tierra, varía con la latitud debido a que ésta no es una esfera perfecta y por lo tanto los polos están más cerca al centro

de la Tierra que el Ecuador. La aceleración de la gravedad varía desde 9.780 m/s^2 en el Ecuador a 9.832 m/s^2 en los polos.

2.13. Por lo expuesto en el párrafo anterior, el peso varía según la posición de un cuerpo en el espacio y en consecuencia, el peso de un avión no es igual en todo lugar, en tal virtud, un avión al nivel del mar pesa más en los polos que en el Ecuador.

2.14. Para conocer el peso, se utiliza la siguiente ecuación: Peso (W) es igual a la masa (m) de un cuerpo por la aceleración de la gravedad (g).

$$W = (m) \times (g) \quad \Rightarrow \quad W \neq m$$

2.15. Para solucionar el factor variable de la gravedad, los Estados por conveniencia han establecido un valor estándar de la aceleración de la gravedad (la “g” estándar). Este valor ha sido determinado a 45 grados de latitud y al nivel del mar, en tal sentido la aceleración de la gravedad en cualquier otra latitud o altitud será ligeramente diferente. Por lo que el valor de la “g” estándar es 32.17376 pies por seg^2 o 9.80665 metros por seg^2 ; en este valor se incluye el efecto de la rotación de la tierra, el cual ligeramente reduce la aceleración de la gravedad.

2.16. Los manuales de los aviones fabricados en los Estados Unidos convierten la masa en peso a través del valor normalizado o estandarizado de la “g”, de esta manera se consigue que el peso también sea **constante**.

2.17. Por otro lado, los manuales europeos presentan la información directamente en **kilogramos** que son unidades de **masa**, sin embargo se utiliza el término de “peso”. Estos manuales utilizan estas unidades pues tienen incorporados en sus tablas y cálculos el valor de $1g$. Sobre el particular, algunas veces se utiliza la unidad llamada “kilogramo fuerza (kgf)” que es la fuerza ejercida por la gravedad sobre una masa de 1 kg y equivale a 9.8 Newtons. Si los manuales europeos incorporan la constante de la gravedad entonces se puede decir que los fabricantes están determinando el **peso** del avión en **unidades de masa** o presentan la información en **unidades de masa**, las cuales han sido obtenidas directamente de una medición del **peso**.

2.18. Hay que recordar que el peso es una fuerza descendente ejercida por la materia en un campo gravitacional, mientras que la masa constituye una medida de la cantidad de materia contenida en un cuerpo.

2.19. Entre las razones argumentadas para que los LAR se refieran al “peso” y no a la “masa” podemos mencionar las siguientes:

- ✓ El objetivo final de un Sistema de Vigilancia de la Seguridad Operacional debería ser evitar accidentes y la única forma de evitar accidentes es no causar confusión a los actores finales de este sistema que son los pilotos, ingenieros de operaciones y los despachadores de vuelo.
- ✓ Toda instrucción que recibe un piloto y un despachador de vuelo desde sus inicios está relacionada con el término “peso”, por ejemplo, las materias correspondientes a la

aerodinámica, performance y, peso y balance mencionan todo el tiempo el término peso y no masa. Por supuesto la masa es mencionada como parte del peso.

- ✓ Los manuales de operación de las aeronaves fabricadas en Estados Unidos, así como de las fabricadas en Europa se refieren al término peso y no al término masa.
- ✓ El peso, como magnitud de fuerza, puede ser tan constante como la masa ya que se lo obtiene a partir de la masa y del valor estándar (constante) de la aceleración de la gravedad como quedo demostrado en los párrafos anteriores.
- ✓ Todos los cálculos finales que realizan los pilotos, ingenieros de operaciones y despachadores de vuelo para la operación de un avión, así como los formularios para el cálculo del peso se refieren a dicho término “peso”, a pesar que algunos de ellos presentan la información en unidades de masa.
- ✓ Los aviones se "**pesan**". Las balanzas de resorte registran el peso como magnitud de fuerza del avión y no la masa. Existen medios indirectos para determinar la masa de un cuerpo, pero lo que se puede medir directamente en el planeta Tierra mediante balanzas estáticas o de resorte es el **peso** como fuerza del avión, no obstante las balanzas pueden ser calibradas para dar las medidas en unidades de fuerza o de masa.
- ✓ A pesar que los Anexos al Convenio de Chicago y las propias leyes de los Estados establecen la utilización del Sistema Internacional de Unidades (SI), la realidad en las operaciones diarias es muy diferente.

3. Conclusiones

3.1 Del análisis realizado anteriormente y en aras de mantener un lenguaje verás y claro en el desarrollo normativo, se puede concluir que en vista que la magnitud utilizada por la industria es la magnitud de la masa, y en correspondencia su unidad el kilogramo, se debe utilizar la expresión de masa en el desarrollo de los LARs, tal como se ha estipulado en la **Conclusión RPEE 1/06** y lo aprobado en el LAR 43.

3.2 A pesar de lo anterior, y atendiendo a la preocupación por parte de los expertos de operaciones en cuanto a la eliminación del término “peso”, se sugiere que en las definiciones y términos utilizados por operaciones, respecto a la masa, se indique una nota con la siguiente expresión:

“A efectos prácticos, si bien la magnitud estipulada para este valor es la masa, en la mayoría de la documentación de las aeronaves es denominada como “peso”

4 Acción sugerida

Se invita a la Reunión del Panel de Expertos de Operaciones a:

- a) Tomar nota de la información proporcionada en la presente nota de estudio; y

RPEO/2-NE/03
25/02/08

- 6 -

- b) aprobar o emitir los comentarios que consideren pertinentes relacionados con la propuesta contenida en los Párrafos 3.1 y 3.2.

-FIN-

-1-

Apéndice A

Sistemas de Unidades

Los Sistemas de Unidades surgieron como una respuesta práctica a la necesidad de estandarización de medidas en los campos de la industria y el comercio entre Estados. Los sistemas de unidades definen un conjunto básico de unidades de medida a partir de los cuales se deriva el resto. En la actualidad existen varios sistemas de unidades, como por ejemplo:

- ◆ el Sistema Métrico Decimal,
- ◆ el Sistema Cegesimal,
- ◆ el Sistema Técnico de Unidades,
- ◆ el Sistema Inglés; y
- ◆ el más utilizado a nivel mundial el Sistema Internacional de Medidas.

El **sistema métrico decimal** o simplemente **sistema métrico** es un sistema de unidades basado en el metro, en el cual los múltiplos y submúltiplos de una unidad de medida están relacionados entre sí por múltiplos o submúltiplos de 10.

Fue implantado por la 1ª Conferencia General de Pesos y Medidas (París, 1889), con el que se pretendía buscar un sistema único para todo el mundo para facilitar el intercambio, ya que hasta entonces cada país, e incluso cada región, tenía su propio sistema, a menudo con las mismas denominaciones para las magnitudes, pero con distinto valor.

- Como unidad de medida de longitud se adoptó el metro, definido como la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, cuyo patrón se reprodujo en una barra de platino irradiado. El original se depositó en París y se hizo una copia para cada uno de los veinte países firmantes del acuerdo.
- Como medida de capacidad se adoptó el litro, equivalente al decímetro cúbico.
- Como medida de masa se adoptó el kilogramo, definido a partir de la masa de un litro de agua pura y materializado en un kilogramo patrón.

Se adoptaron múltiplos (*deca*, 10, *hecto*, 100, *kilo*, 1000 y *miria*, 10000) y submúltiplos (*deci*, 0,1; *centi*, 0,01; y *mili*, 0,001) y un sistema de notaciones para emplearlos. Estos múltiplos se refieren al gramo (Unidad básica de masa en el sistema CGS)

Actualmente se ha sustituido por el Sistema Internacional de unidades (SI) al que se han adherido muchos de los países que no adoptaron el Sistema Métrico Decimal.

El **Sistema Internacional de Unidades (SI)** fue creado en 1960 por la Conferencia General de Pesas y Medidas, que contó con la participación de 36 Estados, el cual define siete unidades de medida fundamentales a utilizarse. Entendiéndose por unidad de medida al patrón de comparación

de cualquier magnitud física, y que esta última es aquella propiedad de un cuerpo, sustancia o fenómeno físico susceptible de ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.

Una de las principales características, que constituye la gran ventaja del SI, es que sus unidades están basadas en fenómenos físicos fundamentales. La única excepción es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, que está definida como “la masa del prototipo internacional del kilogramo” o aquel cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.

Las unidades del SI son la referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medida y a las que están referidas a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones. Esto permite alcanzar la equivalencia de las medidas realizadas por instrumentos similares, utilizados y calibrados en lugares apartados y por ende asegurar, sin la necesidad de ensayos y mediciones duplicadas, el cumplimiento de las características de los objetos que circulan en el comercio internacional y su intercambiabilidad.

El sistema Internacional de Unidades consta de siete unidades básicas, también denominadas unidades fundamentales. Son las unidades utilizadas para expresar las magnitudes físicas definidas como fundamentales, a partir de las cuales se definen las demás:

Magnitud física fundamental	Unidad básica o fundamental	Símbolo	Observaciones
Longitud	metro	m	Se define en función de la velocidad de la luz
Tiempo	segundo	s	Se define en función del tiempo atómico
Masa	kilogramo	kg	Es la masa del "cilindro patrón" custodiado en Sevres, Francia.
Intensidad de corriente eléctrica	amperio o ampere	A	Se define a partir del campo eléctrico
Temperatura	kelvin	K	Se define a partir de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

Cantidad sustancia	de	mol	mol	Véase también Número de Avogadro
Intensidad luminosa		Candela	cd	Véase también conceptos relacionados: Lumen, Lux e Iluminación física