

## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

## PESAS DE CLASES E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>

Weights of classes E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>

---

Descriptores: Aparato para pesar; Pesada; Especificación.

1. Edición

1999

ICS: 17.100

**REPRODUCCION PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Teléf.: 30-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: ncnorma@ceniai.inf.cu



## Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Ha sido elaborada por la Oficina Nacional de Normalización.
- Esta norma es idéntica a la Recomendación Internacional No.111 “**Pesas de clases E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>**”.
- Consta de dos Anexos (A y B), ambos normativos.
- Las referencias normativas que aparecen en el texto con respecto a la norma OIML se sustituyen por las relativas a las normas cubanas que corresponden con dichas normas, en los casos en que éstas existan.

© **NC, 1999**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC).  
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## Indice

Terminología .....	1
Capítulo I - Generalidades.....	2
1 Alcance.....	2
2 Principios de la recomendación .....	3
Capítulo II – Requisitos metrológicos .....	4
3 Errores máximos permisibles en la verificación .....	4
Capítulo III – Características físicas .....	6
4 Forma.....	6
5 Construcción.....	7
6 Material.....	8
7 Densidad .....	10
8 Condiciones de la superficie .....	11
9 Ajuste .....	11
10 Marcación .....	12
11 Presentación.....	13
Capítulo IV – Controles metrológicos .....	14
12 Sometimiento a los controles metrológicos.....	14
13 Marcas de control.....	15
ANEXOS	
A Formas y dimensiones.....	16
B Incertidumbres para las pesas.....	20



## TERMINOLOGIA

**NOTA** La terminología referente a las incertidumbres en las mediciones se definen en el Anexo B (B.1).

### T.1 Pesa

Medida materializada de masa, regulada de acuerdo a sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones, material, calidad de la superficie, valor nominal y error máximo permisible.

### T.2 Clase de exactitud de las pesas

Clase de pesas que satisface determinados requisitos metrológicos que tienen como objetivo mantener los errores dentro de límites especificados.

### T.3 Juego de pesas

Serie de pesas presentadas generalmente en una caja con un arreglo tal que permita pesar todas las cargas entre la masa correspondiente a la pesa de menor valor nominal y la suma de las masas de todas las pesas de la serie, con una progresión tal que la masa de la pesa de menor valor nominal constituya el paso más pequeño de la serie.

### T.4 Masa convencional

Valor convencional del resultado de la pesada en el aire en correspondencia con la Recomendación Internacional OIML R 33.

La masa convencional de una pesa a 20 °C es la masa de una pesa de referencia de densidad 8 000 kg/m<sup>3</sup> que ella equilibra en el aire de densidad 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

**PESAS DE CLASES E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>****Capítulo I - Generalidades****1 Alcance**

**1.1** Esta Recomendación contiene las características físicas principales y los requisitos metroológicos para las pesas utilizadas:

- para la verificación de instrumentos de pesar;
- para la verificación de pesas de inferior clase de exactitud;
- conjuntamente con los instrumentos de pesar.

Los valores nominales de las masas de las pesas abarcadas por esta Recomendación van desde 1 miligramo (mg) hasta 50 kilogramos (kg).

**1.2** Esta Recomendación clasifica las pesas en las clases de exactitud E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>.

**1.2.1** Pesas usadas para la verificación de instrumentos de pesar

Las clases de exactitud de las pesas usadas para la verificación de instrumentos de pesar se especificarán en las Recomendaciones Internacionales correspondientes a esos instrumentos.

**1.2.2** Pesas usadas para la verificación de pesas de una clase inferior de exactitud.

E<sub>1</sub> Pesas destinadas a asegurar la trazabilidad (véase OIML R 33, párrafo A.3) entre los patrones nacionales de masa (con valores derivados del Prototipo Internacional del kilogramo) y las pesas de la clase E<sub>2</sub> e inferiores.

Las pesas o los juegos de pesas de la clase E<sub>1</sub> estarán siempre acompañados de un certificado de calibración (ver 12.2).

E<sub>2</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas para la verificación inicial de las pesas de la clase F<sub>1</sub>.

Las pesas o los juegos de pesas de la clase E<sub>2</sub> que satisfagan los requisitos para la rugosidad superficial y la susceptibilidad magnética de las pesas de la clase E<sub>1</sub> y que estén acompañados de un certificado de calibración con los datos apropiados (especificados en 12.2), pueden utilizarse como pesas de la clase E<sub>1</sub>.

F<sub>1</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas para la verificación inicial de las pesas de la clase F<sub>2</sub>.

F<sub>2</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas para la verificación inicial de las pesas de la clase M<sub>1</sub> y posiblemente M<sub>2</sub>.

M<sub>1</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas para la verificación inicial de las pesas de la clase M<sub>2</sub>.

M<sub>2</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas para la verificación inicial de las pesas de la clase M<sub>3</sub>.

### 1.2.3 Clase de exactitud mínima de las pesas utilizadas conjuntamente con los instrumentos de pesar.

Las clases de exactitud de las pesas utilizadas con los instrumentos de pesar se seleccionarán de acuerdo con los requisitos OIML R76 "Instrumentos de pesar no automáticos".

F<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> Pesas utilizadas conjuntamente con los instrumentos de pesar de la clase de exactitud I.

F<sub>2</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas en transacciones comerciales importantes (oro, piedras preciosas) conjuntamente con los instrumentos de pesar de clase de exactitud II.

M<sub>1</sub> Pesas utilizadas conjuntamente con instrumentos de pesar de clase de exactitud II.

M<sub>2</sub> Pesas destinadas a ser utilizadas en transacciones comerciales corrientes conjuntamente con instrumentos de pesar de clase de exactitud III.

M<sub>3</sub> Pesas utilizadas conjuntamente con los instrumentos de pesar de clase de exactitud III y IIII.

## 2 Principios de la recomendación

2.1 Las pesas abarcadas por esta Recomendación serán ajustadas de acuerdo con los requisitos de los puntos 4 y A.3. de la OIML R 33, "Valor convencional del resultado de la pesada en el aire".<sup>(1)</sup>

2.2 Los valores nominales de la masa de las pesas serán iguales a  $1 \times 10^n$  kg, ó  $2 \times 10^n$  kg, ó  $5 \times 10^n$  kg, donde n representa un número entero positivo, negativo o cero.

2.3 La secuencia de un juego de pesas tendrá una de las siguientes composiciones:

- (1;1;2;5) x 10<sup>n</sup> kg
- (1;1;1;2;5) x 10<sup>n</sup> kg
- (1;2;2;5) x 10<sup>n</sup> kg
- (1;1;2;2;5) x 10<sup>n</sup> kg,

donde n representa un número entero positivo o negativo o cero.

---

<sup>(1)</sup> Las condiciones de referencia aplicables para el ajuste de las pesas patrones son :  
- densidad del patrón de referencia: 8 000 kg/m<sup>3</sup>  
- densidad del aire ambiental: 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
- equilibrio en el aire a 20° C, sin corrección por empuje del aire.

## Capítulo II – Requisitos metroológicos

### 3 Errores máximos permisibles en la verificación

**3.1** Los errores máximos permisibles para las verificaciones inicial y posteriores de cada pesa individual se dan en la Tabla 1. Estos errores máximos permisibles se refieren a la masa convencional.

Los errores máximos permisibles en servicio son establecidos por el Servicio Nacional de Metrología (SNM).

**3.2** Para cada pesa, la incertidumbre expandida  $U$  con  $k = 2$  (ver Apéndice B) de la masa convencional o el valor de masa según se certifique, será menor o igual a un tercio del error máximo permisible dado en la Tabla 1, excepto para las pesas de clase  $E_1$  (no hay requisitos específicos con respecto a  $U$  para las pesas de la clase  $E_1$ ; no obstante,  $U$  será significativamente menor que el error máximo permisible).

**3.3** Para cada pesa, la masa convencional,  $m_c$  (determinado con una incertidumbre expandida acorde con 3.2) no diferirá del valor nominal ( $m_0$ ) de la pesa, en más que la diferencia: error máximo permisible  $\delta m$  menos incertidumbre expandida:

$$m_0 - (\delta m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta m - U)$$

Para las pesas de las clases  $E_1$  y  $E_2$ , que están siempre acompañadas por certificados que dan los datos apropiados (especificados en 12.2) la desviación con respecto al valor nominal  $|m_c - m_0|$  será tenido en cuenta por el usuario.

TABLA 1

## Errores máximos permisibles

Valor nominal	$\pm \delta m$ en mg						
	Clase E <sub>1</sub>	Clase E <sub>2</sub>	Clase F <sub>1</sub>	Clase F <sub>2</sub>	Clase M <sub>1</sub>	Clase M <sub>2</sub>	Clase M <sub>3</sub>
50 kg	25	75	250	750	2 500	7 500	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000	3 000	10 000
10 kg	5	15	50	150	500	1 500	5 000
5 kg	2.5	7.5	25	75	250	750	2 500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100	300	1 000
1 kg	0.5	1.5	5	15	50	150	500
500 g	0.25	0.75	2.5	7.5	25	75	250
200 g	0.10	0.30	1.0	3.0	10	30	100
100 g	0.05	0.15	0.5	1.5	5	15	50
50 g	0.030	0.10	0.30	1.0	3.0	10	30
20 g	0.025	0.080	0.25	0.8	2.5	8	25
10 g	0.020	0.060	0.20	0.6	2	6	20
5 g	0.015	0.050	0.15	0.5	1.5	5	15
2 g	0.012	0.040	0.12	0.4	1.2	4	12
1 g	0.010	0.030	0.10	0.3	1.0	3	10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5	
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0	
100 mg	0.005	0.015	0.05	0.15	0.5	1.5	
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4		
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3		
10 mg	0.002	0.008	0.025	0.08	0.25		
5 mg	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20		
2 mg	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20		
1 mg	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20		

## Capítulo III – Características físicas

### 4 Forma

#### 4.1 Generalidades

**4.1.1** Las pesas tendrán una forma geométrica simple que facilite su fabricación, bordes redondeados para evitar deterioro y no tendrán huecos pronunciados para evitar depósitos (por ejemplo: polvo) sobre su superficie.

**4.1.2** Las pesas de un juego dado, tendrán la misma forma excepto para las pesas de 1 g o menores.

#### 4.2 Pesas menores o iguales que un gramo

**4.2.1** Las pesas menores que un gramo serán láminas poligonales planas o alambres con formas apropiadas que permitan una fácil manipulación. Las formas indicarán el valor nominal de las pesas.

Las pesas de un gramo pueden ser láminas poligonales planas o alambres.

**4.2.2** La forma de las pesas que no llevan marcado su valor nominal cumplirán con la tabla siguiente:

**TABLA 2 - Forma de las pesas de 1 g o menores**

Valores nominales (mg)	Láminas poligonales	Alambres
5- 50- 500	pentágono	pentágono o 5 segmentos
2- 20- 200	cuadrado	cuadrado o 2 segmentos
1- 10- 100- 1 000	triángulo	triángulo o 1 segmento

**4.2.3** Un juego de pesas puede tener más de una secuencia de formas, siendo una secuencia diferente de la otra. Sin embargo, en una serie de secuencias, una secuencia de pesas de forma diferente no podrá quedar insertada entre dos secuencias de pesas que tengan la misma forma.

#### 4.3 Pesas de un gramo y mayores

**4.3.1** Una pesa de un gramo puede tener la forma de las pesas que son múltiplos de un gramo o la forma de las pesas que son submúltiplo de un gramo.

**4.3.2** Las pesas con valores nominales desde 1 g hasta 50 kg pueden tener las dimensiones exteriores que se muestran en el Anexo A.

Esas pesas pueden tener también un cuerpo cilíndrico o ligeramente cónico. La altura del cuerpo será aproximadamente igual al diámetro medio, la altura estará entre  $3/4$  y  $5/4$  de ese diámetro.

Esas pesas pueden fabricarse además, con una cabeza de sujeción que tenga una altura entre el diámetro medio y la mitad del diámetro del cuerpo.

**4.3.3** Además de las formas anteriores (4.3.2), las pesas de 5 a 50 kg pueden tener una forma diferente adecuada al método de manipulación, en lugar de la cabeza de sujeción. Pueden tener dispositivos rígidos incorporados a las pesas, tales como un eje, agarraderas o lo que guste.

**4.3.4** Las pesas de las clases  $M_1$ ,  $M_2$  y  $M_3$  con valores nominales de 5 a 50 kg pueden tener además la forma de un paralelepípedo rectangular con bordes redondeados y agarradera rígida como se muestra en el Anexo A.

**4.3.5** En el Anexo A se muestran los ejemplos típicos de las dimensiones y las tolerancias dimensionales para las pesas de las clases  $M_1$ ,  $M_2$  y  $M_3$ .

## 5 Construcción

### 5.1 Pesas de las clases $E_1$ y $E_2$

Las pesas de las clases  $E_1$  y  $E_2$  serán macizas y no tendrán cavidad abierta a la atmósfera. Tendrán una construcción integral, o sea, consisten en una pieza simple de material.

### 5.2 Pesas de las clases $F_1$ y $F_2$

Las pesas de las clases  $F_1$  y  $F_2$  de 1 g a 50 kg pueden conformarse con una o más piezas de un mismo material. Las pesas de las clases  $F_1$  y  $F_2$  pueden tener cavidad de ajuste, cuyo volumen no excederá de un quinto del volumen total de la pesa y la cavidad se cerrará mediante una cabeza de sujeción u otro dispositivo adecuado.

### 5.3 Pesas de la clase $M_1$

**5.3.1** Las pesas de la clase  $M_1$  de 100 g a 50 kg tendrán cavidad de ajuste. Para las pesas de la clase  $M_1$  de 1 g a 50 g la cavidad de ajuste es opcional pero se recomienda que las pesas de 1 g a 10 g se fabriquen sin cavidad de ajuste.

**5.3.2** Las pesas de la clase  $M_1$  de 5 kg a 50 kg con forma de paralelepípedo rectangular pueden tener una cavidad de ajuste construida de la forma que se describe en 5.4.2, o por medios similares.

La cavidad de ajuste será sellada tanto por un tapón roscado o un disco hecho de latón o de otro metal apropiado: su volumen no deberá ser mayor que  $1/5$  del volumen total de la pesa.

Después del ajuste inicial, aproximadamente dos tercios del volumen total de la cavidad de ajuste de las pesas nuevas quedará vacío.

El tapón o disco se sellará con plomo (o un material similar).

**5.3.3** Las pesas de clases  $M_1$  de 100 g a 10 kg de forma cilíndrica tendrán cavidad de ajuste construidas de la forma que se describe en el punto 5.4.3 o por medios similares.

El volumen de la cavidad de ajuste no será mayor que un quinto del volumen total de la pesa. La cavidad de ajuste se sellará mediante un tapón de plomo colocado en la parte más ancha del diámetro. Después del ajuste inicial, aproximadamente dos tercios del volumen total de la cavidad de ajuste de las pesas nuevas quedará vacío.

El tapón o el disco deberá ser sellado con un tapón de plomo (o material similar).

## **5.4 Pesas de las clases $M_2$ y $M_3$ .**

**5.4.1** Las pesas de las clases  $M_2$  y  $M_3$  de 100 g a 50 kg tendrán cavidad de ajuste.

Para las pesas  $M_2$  de 20 g y 50 g la cavidad de ajuste es opcional.

Las pesas  $M_2$  de 10 g y menores serán macizas sin cavidad de ajuste.

**5.4.2** Las pesas  $M_2$  y  $M_3$  de 5 kg a 50 kg con forma de paralelepípedo rectangular tendrán cavidad de ajuste por el interior de la agarradera tubular, o, si la agarradera fuese maciza deberá tener una cavidad de ajuste la cual se coloca dentro de la pieza vertical de la pesa que abre hacia un lado o hacia la cara superior de la pieza vertical.

Después del ajuste inicial, aproximadamente dos terceras partes del volumen de la cavidad de ajuste de la nueva pesa deberá estar vacío.

**5.4.2.1** Si la cavidad de ajuste está en la agarradera tubular, la cavidad se cerrará tanto por un tapón de rosca o un disco hecho de latón u otro material metálico apropiado y se sellará por un tapón de plomo.

**5.4.2.2** Si la cavidad de ajuste está colocada dentro de la pieza vertical, la misma se cerrará por una chapa hecha de acero blando o de otro material apropiado, sellado por un tapón de plomo.

**5.4.3** Las pesas cilíndricas  $M_2$  y  $M_3$  de 100 g a 10 kg tendrán una cavidad de ajuste barrenada a través del eje de la pesa, abierta en la cara superior de la cabeza e incluyendo un ensanchamiento del diámetro a la entrada. Después del ajuste inicial, aproximadamente las dos terceras partes del volumen total de la cavidad de ajuste de las pesas nuevas estará vacío.

La cavidad será cerrada tanto por un tapón de rosca o un disco hecho de latón u otro metal apropiado. El casquete o disco será sellado por un tapón de plomo.

## **6 Material**

### **6.1 Generalidades**

Las pesas serán resistentes a la corrosión. La calidad del material será tal que el cambio en la masa de las pesas será despreciable con respecto a los errores máximos permitidos para su clase de exactitud en condiciones normales de uso y del propósito para el cual ellos están.

## 6.2 Pesas de las clases E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub>

El metal o aleación utilizados para las pesas de clases E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub> será prácticamente diamagnético (susceptibilidad magnética que no exceda  $k = 0,01$  para las pesas clase E<sub>1</sub> y  $k = 0,03$  para las pesas clase E<sub>2</sub>).

La dureza de este material y su resistencia al desgaste será similar o mejor que la del acero inoxidable austenítico.

## 6.3 Pesas de las clases F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>

La dureza y la fragilidad de los materiales usados para las pesas de las clases F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> serán por lo menos iguales a las del latón fundido.

El metal o aleación usado para las pesas de las clases F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> será prácticamente diamagnético (susceptibilidad magnética que no exceda  $k = 0,05$ ).

## 6.4 Pesas de la clase M<sub>1</sub>

**6.4.1** El material usado para las pesas rectangulares de la clase M<sub>1</sub> de 5 a 50 kg tendrá una resistencia a la corrosión que es por lo menos igual a las del hierro colado gris: su fragilidad no excederá de las de este.

**6.4.2** Las pesas cilíndricas de la clase M<sub>1</sub> de 10 kg y menores serán hechas de latón o de otro material cuya calidad sea similar o mejor que las del latón.

**6.4.3** Las pesas de la clase M<sub>1</sub> de 1 g y menores serán hechas de material lo suficientemente resistente a la corrosión y oxidación. La superficie no será revestida, excepto para pesas de 1 g con forma cilíndrica en cuyo caso se permite un tratamiento de superficie.

## 6.5 Pesas de clases M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>

**6.5.1** El cuerpo de las pesas rectangulares clases M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> desde 5 hasta 50 kg serán hecho de hierro colado gris u otro material de calidad similar o mejor que la de este.

**6.5.2** Las pesas cilíndricas de las clases M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> de 10 kg y menores serán hechas de un material el cual tenga una dureza y resistencia de la corrosión al menos igual a la del latón fundido y la fragilidad no excederá la del hierro colado gris. Sin embargo el hierro colado gris no será usado en pesas cuyo valor nominal sea menor que 100 g.

## 6.6 Pesas de las clases M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>

Las pesas de las clases M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> serán prácticamente diamagnéticas. Las agarraderas de las pesas rectangulares de las clases M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> serán hechas de un tubo de acero sin rebaba o de hierro colado integrado al cuerpo de la pesa.

## 7 Densidad

### 7.1 Generalidades

La densidad del material usado para las pesas será tal que una desviación del 10% alrededor de la densidad especificada del aire ( $1,2 \text{ kg/m}^3$ ) no produzca un error que exceda de un cuarto del error máximo permisible. Estos límites están dados en la tabla siguiente:

**TABLA 3 - Límites mínimo y máximo de la densidad ( $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$ )**

Valor Nominal	$\rho_{\min}$ , $\rho_{\max}$ ( $10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ )					
	Clase E <sub>1</sub>	Clase E <sub>2</sub>	Clase F <sub>1</sub>	Clase F <sub>2</sub>	Clase M <sub>1</sub>	Clase M <sub>2</sub>
100 g	7.934....8.067	7.81....8.21	7.39....8.73	6.4....10.7	4.4	2.3
50 g	7.92....8.08	7.74....8.28	7.27....8.89	6.0....12.0	4.0	
20 g	7.84....8.17	7.50....8.57	6.6....10.1	4.8....24.0	2.6	
10 g	7.74....8.28	7.27....8.89	6.0....12.0	4.0	2	
5 g	7.62....8.42	6.9....9.6	5.3....16.0	3.0		
2 g	7.27....8.89	6.0....12.0	4.0	2.0		
1 g	6.9....9.6	5.3....16.0	3.0			
500 mg	6.3....10.9	4.4	2.2			
200 mg	5.3....16.0	3.0				
100 mg	4.4	2.3				
50 mg	3.4					
20 mg	2.3					

## 8 Condiciones de la superficie

**8.1** Bajo condiciones normales de uso, la calidad de la superficie será tal que cualquier alteración de la masa de las pesas sea despreciable con respecto al error máximo permisible.

**8.1.1** La superficie de las pesas (incluyendo la base y las esquinas) será lisa y los bordes serán redondeados. La superficie de las pesas de clases E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> no tendrán poros y presentarán una apariencia lustrosa al ser examinada visualmente.

**8.1.2** La superficie de las pesas de clases M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> cilíndricas de 1 g a 10 kg será lisa y no porosa cuando se examina visualmente. El acabado de las pesas rectangulares de las clases M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> de 5, 10, 20 y 50 kg será similar al del hierro colado gris cuidadosamente moldeado en un molde de arena fina. Esto puede obtenerse empleando una pintura apropiada.

**8.1.3** En caso de dudas acerca de la calidad de la superficie de una pesa, se observarán los siguientes valores máximos de rugosidad superficial, altura pico-vals promedio R<sub>z</sub> (ISO) para determinar la calidad de la superficie de esa pesa.

**TABLA 4 - Valores máximos de rugosidad superficial**

Clase:	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
R <sub>z</sub> (μm:)	0.5	1	2	5

## 9 Ajuste

### 9.1 Pesas de clases E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub>

Las pesas se ajustarán por abrasión, amoladura u otro método apropiado. Los requisitos de superficie se cumplirán al final del proceso.

### 9.2 Pesas de clases F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>

Las pesas sólidas serán ajustadas por abrasión, amoladura u otro método apropiado que no altere la superficie. Las pesas con cavidad de ajuste se ajustarán con el mismo material del cual fueron hechos o con estaño, molibdeno o tungsteno.

### 9.3 Pesas de clases M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>

**9.3.1** Las pesas desde 100 g hasta 50 kg serán ajustadas usando materiales metálicos densos tales como perdigones de plomo.

**9.3.2** Las pesas cilíndricas desde 1 g hasta 50 g sin cavidad serán ajustadas removiendo el material o amolándolas. Si esta pesas tienen cavidad de ajuste se ajustarán usando materiales metálicos densos tales como perdigones de plomo.

**9.3.3** Las pesas de láminas delgadas y de alambres desde 1 mg a 1 g se ajustarán por corte, abrasión o amoladura.

**9.3.4** El material usado para el ajuste será cualquier material sólido que mantenga su masa y construcción y no cambiará (química o electrolíticamente) la masa y constitución de la pesa en la cual esté incluida.

## 10 Marcación

**10.1** Excepto las pesas de las clases  $E_1$  y  $E_2$ , las pesas de un gramo y múltiplos de un gramo se marcarán para indicar claramente su valor nominal.

Los números indicando los valores nominales de las masas de las pesas representarán:

kilogramos - para masas de 1 kg y superiores  
gramos - para masas desde 1 g hasta 500 g.

Las pesas duplicadas o triplicadas en un juego estarán claramente distinguidas por uno o dos asteriscos o puntos en el centro de la superficie, excepto para pesas de alambre los cuales se distinguirán por uno o dos ganchos.

Las pesas de láminas delgadas o de alambres desde 1 mg hasta 1 g no mostrarán ninguna indicación de valor nominal o clase de referencia.

### 10.2 Pesas de la clase $E_1$ y $E_2$

Las pesas de la clase  $E_1$  y  $E_2$  no mostrarán ninguna indicación del valor nominal o clase de referencia, la clase será indicada en la cubierta de la caja (véase 11.1) de las pesas. La clase será indicada como  $E_1, E_2$ .

### 10.3 Pesas de clases $F_1$ y $F_2$

Las pesas desde 1 kg hasta 50 kg mostrarán por bruñido o grabado la indicación de su valor nominal expresado de acuerdo al punto 10.1 (no seguido por el nombre o símbolo de la unidad).

**10.3.1** Las pesas de la clase  $F_1$  no mostrarán ninguna clase de referencia.

**10.3.2** Las pesas de la clase  $F_2$  desde 1 g hasta 50 kg mostrarán su clase de referencia bajo la forma de "F" junto con la indicación de su valor nominal.

### 10.4 Pesas de clases $M_1$ , $M_2$ y $M_3$

**10.4.1** Las pesas rectangulares desde 5 kg hasta 50 kg indicarán el valor nominal de la pesa, seguido del símbolo "kg" en un hueco o a relieve sobre la superficie superior del cuerpo de la pesa.

**10.4.2** Las pesas cilíndricas desde 1 g hasta 10 kg indicarán el valor nominal de la pesa seguido por el símbolo de "g" o "kg" en un hueco o a relieve sobre la superficie de la perilla.

**10.4.3** Pesas de la clase  $M_1$  mostrarán el signo  $M_1$  ó  $M$  en un hueco o a relieve junto con la indicación del valor nominal.

**10.4.4** Pesas de la clase  $M_2$  mostrarán, junto con la indicación del valor nominal, el signo  $M_2$  en un hueco o a relieve o no indicarán la clase.

**10.4.5** Pesas de la clase  $M_3$  mostrarán el signo  $M_3$  o  $X$  en un hueco o a relieve junto con la indicación del valor nominal.

**10.4.6** Pesas de la clase  $M_2$  y  $M_3$  (excepto pesas de alambre) mostrarán la marca del fabricante, en tales casos aparecerá en un hueco o a relieve en la superficie superior de la porción central de las pesas rectangulares, en la cara superior del cilindro para las pesas cilíndricas de la clase  $M_3$  las cuales están unidas a una agarradera.

## **11 Presentación**

### **11.1 Generalidades**

Excepto para las pesas de las clases  $M_2$  y  $M_3$ , las pesas se presentarán de acuerdo a los siguientes requerimientos.

La tapa de las cajas que contienen las pesas serán marcadas para indicar su clase en la forma  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $M_1$ .

Las pesas pertenecientes al mismo juego serán de la misma clase de exactitud.

### **11.2 Las pesas de las clases $E_1$ , $E_2$ , $F_1$ y $F_2$ .**

Las pesas individuales y los juegos de pesas serán protegidos contra el deterioro o daños debido a choques o vibraciones. Estarán contenidos en cajas de madera, plástico o cualquier material apropiado que tenga cavidades individuales.

### **11.3 Pesas de la clase $M_1$**

**11.3.1** Las pesas cilíndricas  $M_1$  hasta 500 g inclusive (individuales o en juegos) estarán contenidas en una caja con cavidades individuales.

**11.3.2** Las pesas en forma de alambre o láminas delgadas estarán contenidas en cajas que tengan cavidades individuales; la referencia a la clase será inscrita en la tapa de la caja ( $M_1$ ).

## Capítulo IV – Controles metrológicos

### 12 Sometimiento a los controles metrológicos

En nuestro país, donde las pesas se someten a controles metrológicos estatales, estos controles pueden, en dependencia de nuestra legislación nacional, comprender uno o más de los siguientes requisitos:

#### 12.1 Aprobación de modelo

**12.1.1** Cada fabricante o representante autorizado puede someter un modelo de las pesas que pretende fabricar al Servicio Nacional de Metrología (SNM) para que éste certifique que cumple los requisitos reglamentarios.

**12.1.2** Un modelo aprobado no puede modificarse sin autorización especial.

#### 12.2 Calibración o verificación inicial

Algunas categorías de pesas nuevas pueden o bien ser calibradas individualmente o someterse a la verificación inicial, dependiendo del uso que se pretenda y de nuestra legislación nacional.

Las pesas calibradas estarán acompañadas de un certificado que dé al menos la masa convencional de cada pesa, su incertidumbre expandida y el valor del factor de cobertura  $k$ .

Las pesas de las clases  $E_1$  y  $E_2$  estarán siempre acompañadas por certificados.

El certificado de las pesas de la clase  $E_1$  mencionará al menos los valores de la masa convencional, la incertidumbre expandida y el factor de cobertura (ver 3.2 y Apéndice B) y la densidad o el volumen de cada pesa.

El certificado de las pesas clase  $E_2$  mencionará al menos:

- los valores de la masa convencional de cada pesa, la incertidumbre expandida y el factor de cobertura  $k$ , o
- la información requerida en los certificados de las pesas  $E_1$  (bajo las condiciones de 1.2.2,  $E_2$ , segundo párrafo).

#### 12.3 Recalibración o verificación periódica

Las categorías de pesas que se someten a calibración o verificación inicial deben someterse además, a una recalibración o una verificación periódica, que permita verificar que mantienen sus propiedades metrológicas. Toda pesa rechazada en el momento de la verificación será discontinuada o reajustada.

## 13 Marcas de control

### 13.1 Generalidades

No se requieren marcas de control en las pesas que se acompañen con certificado de calibración.

### 13.2 Pesas de las clases $E_1$ y $E_2$

Las marcas de control pueden ser colocadas sobre la caja. A cada pesa  $E_1$  y  $E_2$  o juego de ellas se les deben emitir certificados por las autoridades metrológicas (ejemplo, órganos del SNM o laboratorios de calibración acreditados)

### 13.3 Pesas de clase $F_1$

Si las pesas están sometidas a controles metrológicos, las marcas de estos controles deben ser fijadas en la caja que contiene las pesas.

### 13.4 Pesas de las clases $F_2$ , $M_1$ , $M_2$ y $M_3$

**13.4.1** Si las pesas rectangulares de clase  $M_1$  y cilíndricas de clases  $M_1$  y  $F_2$  se someten a controles metrológicos, las marcas de control apropiadas se colocan en el sello de la cavidad de ajuste; para las pesas sin cavidad de ajuste, las marcas de control se fijan en la base.

Si se someten a control pesas en forma de alambre y láminas planas de la clase  $M_1$ , las marcas de control legal se colocan en la tapa de la caja que las contiene.

**13.4.2** Las marcas de control legal para las pesas de clases  $M_2$  y  $M_3$  se colocan en el tapón de plomo que sella la cavidad de ajuste; para las pesas de clases  $M_2$  y  $M_3$  que no tengan cavidad de ajuste, las marcas se colocan en la base.

**ANEXO A**  
**FORMAS Y DIMENSIONES**  
**A.1 TABLA DE DIMENSIONES (en milímetros)**

**PESAS**

Valor nominal	$\Phi$	$\Phi'$	H	E	R	r	$\phi$
1 g	6	5.5	3	1	0.9	0.5	1
2 g	6	5.5	3	1	0.9	0.5	1
5 g	8	7	4.5	1.4	1.25	0.5	1
10 g	10	9	6	1.6	1.5	0.5	1
20 g	13	11.5	7.5	2	1.8	0.5	1.5
50 g	18	16	10	3	2.5	1	2
20 g	13	11.5	7.5	2	1.8	0.5	1.5
50 g	18	16	10	3	2.5	1	2
100 g	22	20	13	4	3.5	1	2
200 g	28	25	16	4.5	4	1.5	3.2
500 g	38	34	22	6	5.5	1.5	3.2
1 kg	48	43	27	8	7	2	5
2 kg	60	54	36	10	9	2	5
5 kg	80	72	46	13	12	2	10
10 kg	100	90	58	17	15	3	10

DEPENDIENDO DEL MATERIAL

fuera de la cavidad  
de ajuste

**CAVIDADES DE AJUSTE**

Variante 1													Variante 2												
a	b	c	d	e	f	g	h	t	l	m	n	$\delta$	e	a	b	c	d	e	f	g	m	n			
de acuerdo con el patrón																									
18	5.5	2.5	6.5	1.5	1	9	M4x0.5	5	1	5	5	1	3	18	5.5	2.5	6.5	1.5	1	1	5	5			
25	7.5	3.5	9	2	1	10	M6x0.5	5	1.5	7	7	1.5	4.5	25	7.5	3.5	9	2	1	1.5	7	7			
30	7.5	3.5	9	2	1	10	M6x0.5	5	1.5	7	7	1.5	4.5	30	7.5	3.5	9	2	1	1.5	7	7			
40	10.5	4.5	12	2.5	1.5	15	M8x1	8	2	10	10	2	7	40	10.5	4.5	12	2.5	1.5	2	10	10			
50	10.5	4.5	12	2.5	1.5	15	M8x1	8	2	10	10	2	7	50	10.5	4.5	12	2.5	1.5	2	10	10			
65	18.5	7	20	4	2.5	20	M14x1.5	13	3	18	18	3	12	65	18.5	7	20	4	2.5	3	18	18			
80	18.5	7	20	4	2.5	20	M14x1.5	13	3	18	18	3	12	80	18.5	7	20	4	2.5	3	18	18			
120	24.5	8	26.5	4	2.5	35	M20x1.5	18	4	24	24	3	18	120	24.5	8	26.5	4	2.5	4	24	24			
160	24.5	8	26.5	4	2.5	35	M20x1.5	18	4	24	24	3	18	160	24.5	8	26.5	4	2.5	4	24	24			

(rosas de acuerdo con ISO/R 261)

La profundidad b de las cavidades de ajuste es dado solo como una indicación.



A.3 PESAS RECTANGULARES (TIPO 1)

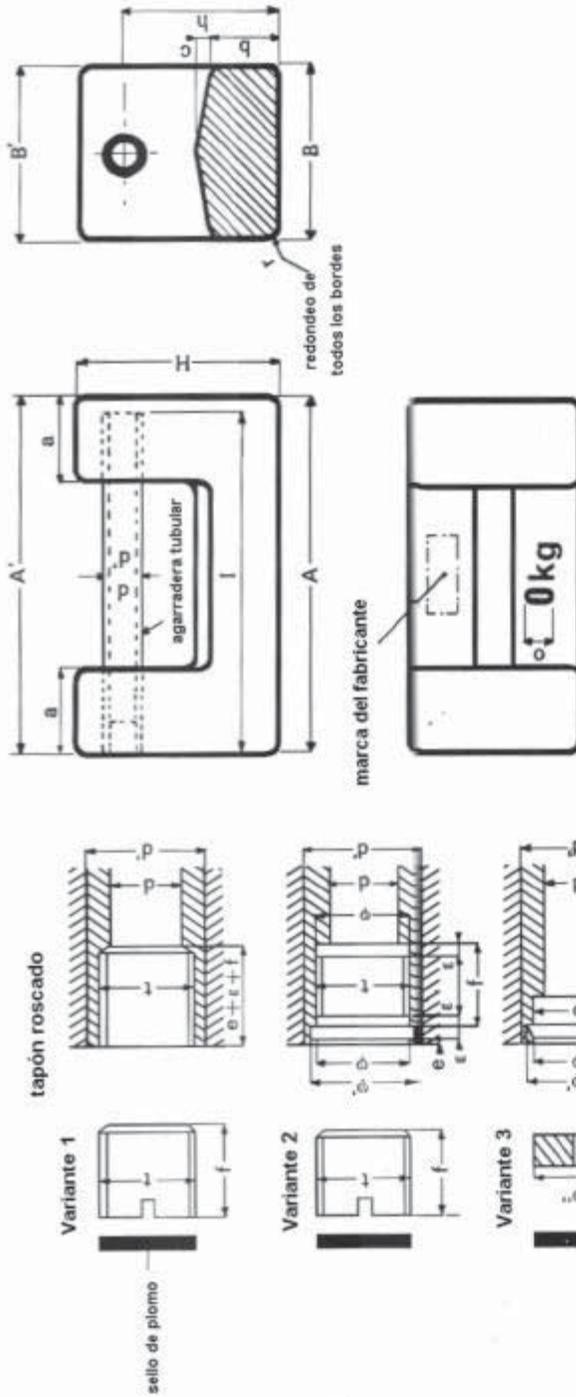


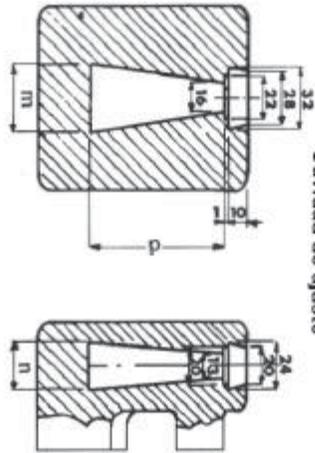
TABLA DE DIMENSIONES (en milímetros)

Valor nominal	A	A'	B	B'	H	a	b	c	h	d/d'	l	r	o	t	f	e	e'	φ	φ'	φ''	φ'''	φ''''	φ'''''
5 kg	150	152	75	77	84	36	30	6	66	12/20	145	5	12	M16x1,5	14	1	2	16,5	18	16	5		
10 kg	190	193	95	97	109	46	38	8	84	12/20	185	6	16	M16x1,5	14	1	2	16,5	18	16	5		
20 kg	230	234	115	117	139	61	52	12	109	24/32	220	8	20	M27x1,5	21	2	3	27,5	30	27	8		
50 kg	310	314	155	157	192	83	74	16	152	24/32	300	10	25	M27x1,5	21	2	3	27,5	30	27	8		

(rosca de acuerdo con ISO/R 261)

Las dimensiones A y A' así como B y B' pueden ser intercambiadas

Cavidad de ajuste



A.4 PESAS RECTANGULARES (TIPO 2)

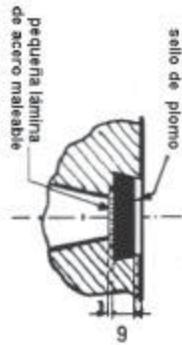
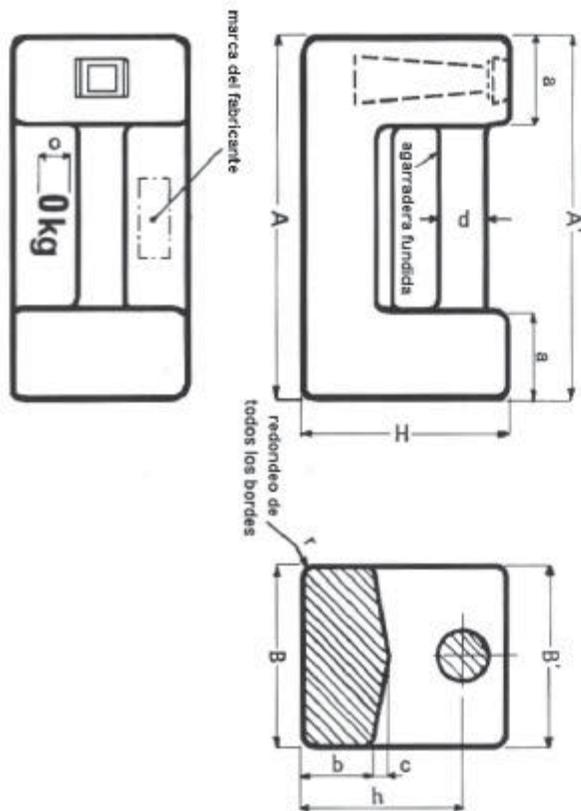


TABLA DE DIMENSIONES (en milímetros)

Valor nominal	A	A'	B	B'	H	a	b	c	h	d	f	o	m	n	p
5 kg	150	152	75	77	84	36	30	6	66	19	5	12	16	13	55
10 kg	190	193	95	97	109	46	38	8	84	25	6	16	35	25	70
20 kg	230	234	115	117	139	61	52	12	109	29	8	20	50	30	95
50 kg	310	314	155	157	192	83	74	16	152	40	10	25	70	40	148

Las dimensiones A y A' así como B y B' pueden ser intercambiadas

Las dimensiones internas m, n, p de las cavidades de ajuste están dadas sólo como una indicación.

## Anexo B

### Incertidumbres para las pesas

#### Nota preliminar

Las disposiciones y cálculos de este Anexo B no son obligatorios y deben considerarse como una guía. Sólo son obligatorios los cuatro postulados generales siguientes:

1. El valor de la incertidumbre expandida,  $U$ , se dará como incertidumbre máxima que incluye todos los componentes de incertidumbre que provienen de los patrones utilizados, los procesos de pesada y la corrección por empuje del aire.
2. La declaración de la incertidumbre será sustentada en los registros mediante una lista completa de los componentes considerados, especificando para cada componente el método usado para obtener su valor numérico.
3. Para las componentes de incertidumbre que son evaluadas por métodos estadísticos se establecerá la relación (se puede usar el factor de Student  $t$ ) entre la incertidumbre indicada y la desviación típica ( $\hat{U}$  valor de la desviación típica del promedio).
4. Se especificará el método de combinación de los distintos componentes de la incertidumbre mencionados en el punto 1 que deberá basarse en una Recomendación Internacional apropiada o una Norma Internacional reconocida.

#### B.1 Terminología

**NOTA** La terminología usada en esta recomendación corresponde a la "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" publicada y acordada por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML (Primera edición 1993).

##### B.1.1 Incertidumbre de medición

Parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse razonablemente al mesurando.

**NOTA 1** Para el caso particular de las masas, lo podemos definir como "Estimado que caracteriza al rango de valores en que se encuentra el valor verdadero de una medida".

**NOTA 2** La incertidumbre de medición comprende generalmente varios componentes que se pueden agrupar en dos categorías de acuerdo al método utilizado para estimar su valor numérico:

- A - componentes evaluados por métodos estadísticos sobre una serie de determinaciones repetidas,
- B - componentes evaluados por otros medios.

**B.1.2 Incertidumbre estándar**

Incertidumbre del resultado de una medición expresada como una desviación típica estimada.

**B.1.3 Incertidumbre estándar combinada ( $u_c$ )**

La incertidumbre estándar del resultado de una medición, cuando este resultado es obtenido de los valores de un grupo de magnitudes, es igual a la raíz cuadrada positiva de la suma de las varianzas y covarianzas de estas magnitudes. La varianza de una magnitud es el cuadrado de su desviación típica.

**B.1.4 Incertidumbre expandida**

La incertidumbre expandida  $U$  es obtenida multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k$ .

$$U = k \cdot u_c$$

**B.1.5 Factor de cobertura  $k$  - nivel de confianza**

En muchos casos es apropiado usar el factor  $k = 2$

Para una distribución normal, el factor  $k = 2$  significa que los límites de la incertidumbre expandida corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente del 95%

**B.2 Incertidumbre por las pesas**

$$u_c^2 = u_A^2 + u_B^2$$

donde  $u_A$ ,  $u_B$ : incertidumbres standard de categoría A y B, respectivamente.

**B.2.1 Incertidumbres en el proceso de la pesada (categoría A)****B.2.1.1 Clases de pesas  $F_2$  y más bajas.**

La incertidumbre estándar  $u_w$  la cual se basa en la suposición de una distribución estadística rectangular de los valores de medición está dada por:

$$u_w = \frac{a_w}{\sqrt{3}}$$

donde  $a_w$  es un estimado de variación máxima, igual tanto a:

- la mitad del ancho de la variación observada, o
- el valor de división de la balanza usada, en dependencia de cual sea mayor.

**B 2.1.2 Clase E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> y pesas F<sub>1</sub>**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \quad (1)$$

donde:  $\bar{x}$  promedio de los resultados de n determinaciones de masas  $x_k$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2 \quad (2)$$

donde: s: desviación típica de  $\bar{x}$

$$u_A = \left| \frac{s}{\sqrt{n}} \right| \quad (3)$$

Si el número n de datos es menor que 10 entonces  $u_A$  se multiplicará por el factor  $t_r$ , dado en la siguiente tabla.

N	$t_r$
2	7.0
3	2.3
4	1.7
5	1.4
6	1.3
7	1.3
8	1.2
9	1.2

los factores  $t_r$  corresponden a  $k = 2$  y están derivados de las distribuciones normal y de student (WECC Documento 19 - 1990, anexo B, tabla 1).

Si series idénticas de mediciones son tomadas en diferentes días y bajo diferentes circunstancias y si estas se diferencian entre si en una cantidad significativamente mayor que las incertidumbres de las series individuales, se debe calcular una incertidumbre estándar  $u'_A$  sustituyendo en las ecuaciones (1) y (2)  $x_k$  por los valores medios de las series y n por en número de las series.

Si  $u''_A$  es la incertidumbre estándar de una serie simples entonces  $u_A$  es obtenida por:

$$u_A^2 = u'_A{}^2 + u''_A{}^2 \quad (4)$$

### B.2.2 Otras incertidumbres (categoría B)

La incertidumbre  $u_B$  de categoría B está compuesta generalmente de las incertidumbres  $u_N$  (pesa de referencia),  $u_b$  (empuje del aire) y  $u_s$  (sensibilidad de la balanza):

$$u_B^2 = u_N^2 + u_b^2 + u_s^2 \quad (5)$$

#### B.2.2.1 Incertidumbre en el patrón (categoría B)

La incertidumbre standard  $u_N$  asociada con la masa de la pesa de referencia deberá ser calculada de su certificado de calibración dividiendo la incertidumbre expandida citada,  $u$ , por el factor de cobertura reportado  $k$ :

$$u_N = \frac{u}{k}$$

En los casos donde se necesita la incertidumbre expandida citada asociada con la pesa de referencia entonces una incertidumbre deberá ser asimilada de acuerdo con la clase de exactitud de la pesa de referencia como se especificó en 3.2.

#### B.2.2.2 Combinaciones de pesas de referencia

Si se usan combinaciones de pesas de referencia se tiene que tomar en cuenta las covarianzas. Sin embargo en muchos casos las covarianzas son desconocidas porque usualmente ellas no están dadas en los certificados. En este caso, porque las pesas del mismo juego usualmente tienen gran covarianza, la incertidumbre standard combinada  $u_N$  deberá ser calculada de la suma:

$$u_N = \sum u_{N_i}$$

de las incertidumbres standard  $u_{N_i}$  de las pesas de referencia individuales. Entonces  $u_N$  es un estimado superior para la incertidumbre estándar combinada (asumiendo coeficiente de correlación: 1).

### B.2.2.3 Empuje del aire

No es necesario una corrección al empuje y  $m_b$  puede ser considerado como despreciable ya que es sumamente pequeño bajo la siguiente condición:

$$|C| \leq \frac{1}{3} \frac{U}{m_o} \quad (6)$$

con:

$$C = \frac{(\rho_r - \rho_t)(\rho_a - \rho_0)}{\rho_r \cdot \rho_t} \quad (7)$$

$\rho_a$ : densidad del aire

$\rho_0$ : 1.2 kg.m<sup>-3</sup>

$\rho_r$ : densidad de la pesa de referencia

$\rho_t$ : densidad de la pesa de ensayo

$m_0$ : valor nominal de la pesa

En todos los casos una corrección al empuje deberá ser aplicada multiplicando  $m_c$  (pesa de referencia) por el factor (1+C). Cuando la densidad del aire  $\rho_a$  durante la pesada de la pesa de ensayo es igual a la densidad del aire durante la pesada de la pesa de referencia ( $m_r$ ), entonces  $u_b$  es calculado de las incertidumbres standard (tomando en cuenta el factor de cobertura  $k$  (B.1.4., B.1.5.) de la densidad del aire  $u_{\rho_a}$ , de la densidad del material de la pesa de referencia  $u_{\rho_r}$ , y de la pesa de ensayo  $u_{\rho_t}$  como sigue:

$$u_b^2 = \left[ m_r \cdot \frac{\rho_r - \rho_t}{\rho_r \cdot \rho_t} \cdot u_{\rho_a} \right]^2 + (m_r (\rho_a - \rho_0))^2 \left[ \frac{u_{\rho_r}^2}{\rho_r^4} + \frac{u_{\rho_t}^2}{\rho_t^4} \right] \quad (8)$$

### B.2.2.4 Sensibilidad de la balanza

La incertidumbre standard asociada con la sensibilidad de la balanza  $u_s$  deberá ser estimada de un proceso de calibración tomando en cuenta la diferente indicación o diferente deflexión observada entre la pesa de referencia y la pesa de ensayo.