

1.0 CAMPIONI DI MASSA (PESI DI PROVA) NELL'AMBITO DI UN SISTEMA DI CONTROLLO QUALITA' CONFORME ISO9000

I pesi di prova e di regolazione vengono classificati come "**campioni di massa**" (campioni di riferimento secondo quanto previsto nella normativa EN 45001), per quanto riguarda il controllo delle attrezzature di misura.

Secondo il punto 7.6 a dell' UNI EN ISO 9001:2000, i campioni di massa devono avere una relazione nota con il Campione Internazionale o Nazionale.

Il punto 7.6 c della stessa normativa prevede che questi campioni debbano essere provvisti di opportuna identificazione.

A questo proposito, il campione di massa (o peso di prova) va misurato esattamente da un centro di taratura accreditato per la grandezza delle massa e quindi verrà rilasciato il rispettivo certificato di taratura.

Il certificato di taratura rilasciato dal da un "**Centro di Taratura**" SIT o equivalente comprende:

- Dati generali sul peso di prova, ivi compresa la sua identificazione
- Dati risultanti da misurazioni, quali lo scostamento dal valore nominale e l' incertezza di misura.

Esempio:

Valore nominale peso di prova	Valore convenzionale valore misurato del peso	Scostamento dal valore nominale	incertezza di misura
1 kg	1000, 015 g	+ 0,015 g	± 0,005 g

Dietro richiesta, il laboratorio SIT o equivalente, potrà anche indicare una scadenza consigliata per questo tipo di certificato (ritaratura).

Come regola pratica, l' intervallo di tempo normale per una ritaratura è dalmeno 2 anni; nel caso di pesanti condizioni d' impiego, il peso dovrà invece essere ritarato ogni anno, o a scadenze più brevi, Quindi ciò dipende dall' utilizzo del peso e dalle condizioni ambientali.

Un peso qualsiasi, ad esempio il peso di regolazione esterno di una bilancia, si può trasformare in un campione di massa, previa certificazione.

Esso quindi è un campione di misura operativo che viene usato nel controllo delle attrezzature di misura.

1.1 BILANCE CON PESO DI REGOLAZIONE INCORPORATI

Per bilance con pesi di regolazione incorporati ed azionati da motore (regolazione automatica interna) vale quanto detto al precedente cap. 4

Comunque, per ragioni di sicurezza, vanno usati anche pesi di prova esterni e separati. Infatti si possono prolungare gli intervalli di tempo, vale a dire i tempi per il controllo periodico della bilancia.

1.2 BILANCE CON PESO DI REGOLAZIONE ESTERNI

Per testare una bilancia di precisione da laboratorio sono necessari parecchi pesi di prova. Nei casi più semplici basterà usare il peso di regolazione esterno in dotazione alla bilancia.

Ogni bilancia di precisione da laboratorio o tecnica normalmente viene fornita provvista di peso di regolazione esterno.

Con questo peso si possono affrontare la maggior parte delle prove di misura.

Nella prova di linearità si dovranno usare dei pesi aggiuntivi.

Se una ditta usa numerose bilance di precisione da laboratorio, sarà meglio disporre di una serie distinta di pesi di prova (pesiera).

La serie di pesi dovranno essere scelti in base ai requisiti operativi e quindi raccolti in una custodia.

Ogni peso dovrà essere certificato, bisogna osservare la scadenza di tale certificazione.

1.3 REQUISITI DELLA DOCUMENTAZIONE A CORRDO DEI PESI

La prova di un regolare controllo di una massa o di un peso di prova va documentata e registrata con un' apposita certificazione.

Periodo obbligatorio di archiviazione della documentazione:

per ISO 9000	10 anni
per GPL	30 anni

1.4 LE GIUSTE DIMENSIONI DELLA MASSA

Se le prove vengono eseguite solo con un unico peso di prova, allora bisogna tener conto sia del carico massimo che del valore di regolazione più alto della bilancia (normalmente visualizzato sul display della bilancia).

Se la bilancia dispone di un peso di regolazione esterno, allora questo può diventare, previa certificazione, il peso di prova.

Se va provata la linearità della bilancia, allora si consiglia di graduare i pesi di prova, a seconda della percentuale del carico massimo, nel modo seguente:

10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 / 70 / 80 / 90 / 100 %

Nel caso o di bassa precisione, si possono effettuare 5 letture al 25, 50, 75, e 100%; più 2 valori al 25 e 50%, con l'applicazione di una tara con valore di 1/3 del carico massimo dello strumento.

1.5 SCELTA DELLA MASSA

Per la scelta del peso di prova adatto va determinata l' esatta precisione (Maximum Permissible Error MPE = massimo errore ammissibile).

La regola fondamentale per la pratica di misurazione è: il rapporto tra la tolleranza del campione di massa e quella dello strumento di misura, dovrà essere almeno di 1:3, o migliore.

Dal momento che non è facile determinare l' incertezza di misura di una bilancia, si usa il più piccolo incremento numerico leggibile "d" (Divisione)

Nel caso si volesse determinare l'incertezza di misura di una bilancia, la SBP Bilance commercializza un software applicativo che provvede ad effettuare automaticamente tutti i calcoli matematici relativi a tutte le prove effettuate sullo strumento, comprensivo del valore: (S) scarto tipo della bilancia , (U) incertezza estesa della bilancia.

Il pacchetto software e accompagnato dal manuale operativo e dal manuale delle formule matematiche utilizzate nel programma di taratura.

Primo esempio

Bilance con risoluzione inferiore o uguale a:	100.000 d.
Come regola pratica: il massimo errore ammissibile (MPE) di un peso di prova, secondo i requisiti di sicurezza, dovrebbe essere tra:	± 0,5 d a ± 1,0 d.

Secondo esempio

Bilance con risoluzione superiore a:	100.000 d.
Come regola pratica: il massimo errore ammissibile (MPE) di un peso di prova, secondo i requisiti di sicurezza, dovrebbe essere tra:	± 5 d a ± 10 d.

Se una bilancia ha diverse scale di pesatura, si deve determinare singolarmente ogni distinta scala di misura.

1.6 CLASSE DI PRECISIONE

Per la scelta del peso di prova va determinata l'esatta classe di precisione. Ci sono varie classi di precisione legali per i pesi:

E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3

Il massimo errore ammissibile MPE viene graduato secondo il rapporto di 1:3; E1 è la classe di precisione più accurata, mentre M3 è la più approssimativa.

Per pesi di prova con valore nominale prossimo al carico massimo: la giusta classe di precisione dovrà risultare dal valore nominale, di cui al punto 4.4e dall'errore MPE, di cui al punto 4.5, secondo quanto indicato nella tabella Classi di Precisione cap.5.4
Per le bilance di precisione da laboratorio con classe di verifica II, le classi di precisione maggiormente adottate sono F1 o F2.

Per pesi di prova con valori nominali inferiori al carico massimo, ad es. per provare la linearità, si usa la stessa classe di precisione come nel caso del carico massimo

1.6.1 CLASSE DI PRECISIONE DELLA MASSA, PER LA PROVA DI UNA BILANCIA

Peso di prova	Bilancia	Risoluzione
Classe di precisione	Categoria	
M1	II e III	Fino a 10.000 d
F2	II	Fino a 50.000 d
F1	II	Fino a 100.000 d
E2	I	Oltre 100.000 d

Nota:

L'ente OIML Organisation Internationale de Métrologie Légale (Organizzazione Internazionale di Metrologia Legale) classifica le bilance con le seguenti categorie:

Classe I	Classe II	Classe III
Bilance analitiche	Bilance di precisione	Bilance Commerciali e Industriali

2.0 CARATTERISTICHE DELLE MASSE E DEI PESI

La massa volumetrica del peso deve essere tale che uno scarto del 10% della massa volumetrica dell'aria rispetto alla massa volumetrica specificata ($1,2 \text{ kg/m}^3$) provochi al massimo un errore pari ad $\frac{1}{4}$ dell'errore massimo tollerato.

Il corpo deve avere un'altezza pari all'incirca al diametro medio; lo scarto ammesso fra il diametro medio e l'altezza potrà essere compreso fra $\frac{3}{4}$ e $\frac{5}{4}$ di detto diametro.

I pesi presenti in due o tre esemplari nelle sequenze vengono contraddistinti da uno o due asterischi; punti per le lamelle, e da uno a due ganci per i fili

In tab. 1 vengono riportate alcune caratteristiche delle diverse classi di accuratezza dei 9 campioni di massa (limitatamente ai valori compresi tra 100 g e 50 kg)

Tab. 1

Classe di accuratezza del campione	Massimo errore relativo permesso $\delta m/m$	Variazioni di densità del materiale consentite kg m^{-3}
E ₁	$0,5 \cdot 10^{-6}$	$7934 \leq \rho \leq 8067$
E ₂	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$7810 \leq \rho \leq 8210$
F ₁	$5 \cdot 10^{-6}$	$7390 \leq \rho \leq 8730$
F ₂	$15 \cdot 10^{-6}$	$6400 \leq \rho \leq 10700$
M ₁	$50 \cdot 10^{-6}$	$\rho \geq 4400$
M ₂	$150 \cdot 10^{-6}$	$\rho \geq 2300$
M ₃	$500 \cdot 10^{-6}$	

2.1 CLASSE E1,E2

I Pesi e le masse delle classi E1, E2 devono essere massicci e di un solo pezzo; Il bottone da presa non è obbligatorio e possono essere formati soltanto da un corpo cilindrico.

Il metallo o la lega di cui sono costruiti le masse E1, E2 e F1 devono essere praticamente amagnetici.

2.2 CLASSE F1,F2,M1,M2

I Pesi e le masse della classe F1, F2, M1, M2 possono avere una cavità di taratura chiusa dal bottone di presa o da altro dispositivo adeguato. Il volume della cavità di taratura non deve essere superiore a 1/5 del volume totale del peso.

Se provvisti di una cavità di taratura, i pesi delle classi di precisione F1 e F2 devono essere tarati con lo stesso materiale di cui sono costruiti; per i pesi della classe M1 possono essere tarati mediante piombo.

2.3 PESI DA 1 GRAMMO E SOTTOMULTIPLI DEL GRAMMO

I pesi da 1 grammo e i pesi sottomultipli del grammo sono costruiti da lamelle poligonali o fili di forma appropriata, tali da consentire una facile presa.

Le forme sono inoltre indicative del valore nominale dei pesi vedi tab. 2

Tab. 2

Forme poligonali e valori corrispondenti per le lamelle		Linee poligonali formati da segmenti e valori corrispondenti per i fili	
TRIANGOLO	1, 10, 100, 1000 mg	1 SEGMENTO	1, 10, 100, 1000 mg
QUADRILATERO	2, 20, 200 mg	2 SEGMENTI	2, 20, 200 mg
PENTAGONO	5, 50, 500 mg	5 SEGMENTI	5, 50, 500 mg

2.4 TABELLA PER CLASSI DI PRECISIONE MASSE

Tabella 3 delle classi di precisione secondo OIML-R 111, per i pesi (tolleranza \pm mg)

Valore nominale della massa	Classe E1 (mg)	Classe E2 (mg)	Classe F1 (mg)	Classe F2 (mg)	Classe M1 (mg)	Classe M2 (mg)	Classe M3 (mg)
1 mg	0,0020	0,0060	0,020	0,060	0,20		
2 mg	0,0020	0,0060	0,020	0,060	0,20		
5 mg	0,0020	0,0060	0,020	0,060	0,20		
10 mg	0,0020	0,0080	0,025	0,080	0,25		
20 mg	0,0030	0,010	0,030	0,10	0,30		
50 mg	0,0040	0,012	0,040	0,12	0,40		
100 mg	0,0050	0,015	0,050	0,15	0,50	1,5	
200 mg	0,0060	0,020	0,060	0,20	0,60	2,0	
500 mg	0,0080	0,025	0,080	0,25	0,80	2,5	
1 g	0,010	0,030	0,10	0,30	1,0	3,0	10
2 g	0,012	0,040	0,12	0,40	1,2	4,0	12
5 g	0,015	0,050	0,15	0,50	1,5	5,0	15
10 g	0,020	0,060	0,20	0,60	2,0	6,0	20
20 g	0,025	0,080	0,25	0,80	2,5	8,0	25
50 g	0,030	0,10	0,30	1,0	3,0	10	30
100 g	0,05	0,15	0,50	1,5	5,0	15	50
200 g	0,10	0,30	1,0	3,0	10	30	100
500 g	0,25	0,75	2,5	7,5	25	75	250
1 kg	0,50	1,5	5,0	15	50	150	500
2 kg	1,0	3,0	10	30	100	300	1000
5 kg	2,5	7,5	25	75	250	750	2500
10 kg	5,0	15	50	150	500	1500	5000
20 kg	10	30	100	300	1000	3000	10000
50 kg	25	75	250	750	2500	7500	25000

2.5 MASSE CAMPIONI SPECIALI

Massa campione speciale da utilizzare per la verifica periodica secondo la normativa vigente di Metrologia Legale, emanate dal Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato – Ufficio Centrale Metrico –

Tab. 4

Massimo errore ammissibile per le masse standard utilizzate per la verifica periodica di pese a ponte		
Massimo numero di divisioni dello strumento da tarare in Classe III	Densità	Errore massimo
≤ 4000	3500 kg/m^3	8×10^{-5} (8 parti x 100.000)
≤ 10000	5150 kg/m^3	3×10^{-5} (3 parti x 100.000)

2.6 NUOVA TABELLA CLASSI DI PRECISIONE PER MASSE

Secondo la futura OIML-R 111

Nominal value	Maximun permissible errors for weights ($\pm \delta m$ in mg)								
	Class E ₁	Class E ₂	Class F ₁	Class F ₂	Class M ₁	Class M ₁₋₂	Class M ₂	Class 2-3	Class M ₃
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	1	30	100	300	1 000		3 000		10 000
10 kg	5	16	50	160	500		1 600		5 000
5 kg	2.5	8	25	80	250		800		2 500
2 kg	1	3	10	30	100		300		1 000
1 kg	0.5	1.6	5	16	50		160		500
500 g	0.25	0.8	2.5	8	25		80		250
200 g	0.1	0.3	1	3	10		30		100
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5		16		50
50 g	0.03	0.1	0.3	1	3		10		30
20 g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8		25
10 g	0.02	0.06	0.2	0.6	2		6		20
5 g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5		16
2 g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4		12
1 g	0.01	0.03	0.1	0.3	1		3		10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
200 mg	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6		2		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				
20 mg	0.003	0.01	0.03	0.1	0.3				
10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
5 mg	0.003	0.006	0.02	0.06	0.2				
2 mg	0.003	0.006	0.02	0.06	0.2				
1 mg	0.003	0.006	0.02	0.06	0.2				

2.7 CARATTERISTICHE MASSE SPECIALI

Le masse speciali di grande capacità, con incertezza pari alle masse in Classe F1 e F2, possono essere realizzate interamente in acciaio inox con densità di 8000 kg/m³, oppure in acciaio verniciato con densità approssimativa di 7800 kg/m³, le masse possono essere dotate di camera di compensazione, il materiale di compensazione deve essere dello stesso materiale della massa.

Le masse utilizzate per la verifica periodica secondo le normative Italiane, possono essere realizzate in acciaio; in fusione di ghisa; oppure in lamiera di acciaio riempito con materiale metallico omogeneo.

Il materiale di compensazione deve essere dello stesso materiale delle masse.

Le masse campioni devono essere protette con uno strato di vernice resistente agli urti e alle intemperie.

La cavità di taratura deve essere non inferiore a 5/100 del volume totale della massa.

2.8 CARATTERISTICHE MASSE STANDARD DI GRANDE CAPACITA'

Le masse standard, di grande capacità secondo la Raccomandazione Internazionale OIML n. 47, possono essere realizzate interamente in acciaio verniciato, o fusione di ghisa, possono essere dotate di camera di compensazione, il materiale di compensazione deve essere dello stesso materiale della massa

2.9 ERRORI ASSOLUTI PER MASSE STANDARD DI GRANDE CAPACITA'

Valore nominale della massa	Massimo errore ammissibile per le masse standard			
	3.3 / 10000	1.7 / 10000	1 / 10000	0.5 / 10000
	Densità min. 1,231 kg/m ³	Densità min. 2,087 kg/m ³	Densità min. 3,000 kg/m ³	Densità min. 4,364 kg/m ³
50 kg	17 g	8.5 g	5 g	2.5 g
100 kg	33 g	17 g	10 g	5 g
200 kg	66 g	33 g	20 g	10 g
500 kg	170 g	85 g	50 g	25 g
1000 kg	330 g	170 g	100 g	50 g
2000 kg	660 g	330 g	200 g	100 g
5000 kg	1700 g	850 g	500 g	250 g

1000	3000	5000	10000
Massimo numero di divisioni dello strumento da tarare in Classe III			

2.10 CURA E MANUTENZIONE DELLE MASSE

Lo stato di pulizia di una massa influenza grandemente il risultato della sua taratura; l'OIML stabilisce, infatti, che i pesi devono essere maneggiati e conservati in modo da mantenerli puliti.

Attenersi ai suggerimenti di seguito descritte:

1. Quando si utilizzano i pesi, posarli sempre su un piano pulito; quando non sono sulla bilancia, è preferibile posarli su una salvietta che non molli filacci né lanugine. Pulire e strofinare bene il piatto della bilancia affinché non vi sia né un granello di polvere né tracce di sporco.
2. Non maneggiare mai i pesi a mani nude. Usare sempre guanti o adeguate pinzette quando si raccolgono o si maneggiano i pesi. Ciò impedirà che sui pesi si depositino l' unto della pelle ed altri contaminanti.
3. Quando i pesi non sono in uso, si raccomanda di conservarli nell'apposita custodia in loro dotazione. Se i pesi non hanno alcuna custodia, bisognerà acquistarne una adatta, oppure riporli in un contenitore pulito, all' interno del laboratorio, per proteggere le loro superfici. Ciò impedirà alle particelle trasportate dall' aria di depositarsi sui pesi, quando questi non sono in uso.

2.11 PULIZIA

Nessun metodo di pulizia è perfetto. L' importante è capire che certi metodi di pulizia possono alterare il valore della massa di un peso. Ciò può essere dovuto a materiale asportato, sia esso sporco o reale materia prima, durante le operazioni di pulizia. Se la pulizia non viene fatta secondo procedure adeguate, si modificano il valore convenzionale della massa, e richiedere una nuova taratura.

2.12 CONTENUTO DI UN CERTIFICATO DI TARATURA SIT PER CAMPIONI DI MASSA

2.12.1 PARTE GENERALE DEL CERTIFICATO DI TARATURA

Qui vengono confermati i seguenti dati:

- Ragione sociale del richiedente la taratura
- Generalità della massa (modello e matricola)
- Materiale del peso e sua densità (per quanto possibile)
- Conformità delle misure al Campione Nazionale.

2.12.2 PARTI RELATIVE ALLE MISURE DEL CERTIFICATO DI TARATURA

I seguenti dati vengono determinati secondo procedure di pesatura definite in modo preciso:

- **Valore nominale**
- **Marchio** (eventuale)
- **Massa convenzionale**
- **Incertezza di misura**
- **Tolleranza ammessa** (Se richiesto dal Cliente)

Esempio: Peso da 1kg in F1

Valore Nominale	Marchio	Valore convenzionale	Incertezza di misura	Tolleranza ammessa
1 kg		1000,0010 g	1,5 mg	± 5 mg

Il campione di prova è un peso con valore nominale (marcato) di:	1 kg = 1000 g
Scostamento del valore misurato dal valore nominale:	+ 0,0010 g
Perciò il valore reale misurato del peso è:	1000 g + 0,0010 g = 1000,0010 g

- **Incertezza di misura della pesata**

Questa è una misura della precisione della misurazione.

Per cause fisiche non si può eseguire alcuna pesatura con precisione assoluta, cioè con errore "zero".

Esempio:

Incertezza di misura	± 0,0015 g
Il valore del peso reale può dunque oscillare tra:	
Valore massimo	1000,0010 g + 0,0015 g = 1000,0025 g
Valore minimo	1000,0010 g - 0,0015 g = 999,9995 g

- **Classificazione del peso in una classe di precisione appropriata.**

Per la classificazione della precisione di un peso, si usano le classi di precisione legali E1, E2, F1, F2, M1, M2 e M3, specificate nella Raccomandazione Internazionale OILM R 111;

I rispettivi massimi errori ammissibili (MPE - tolleranze di peso) vengono graduati nel rapporto di 1:3.

Esempio Classificazione peso:

Valore nominale	Massimo scostamento possibile	Classe di precisione
1 kg	+ 0,015 g = + 15 mg	F2