

PESI E MASSE e Misure di Capacità nella metrologia legale

Tutti i campioni di riferimento devono essere tarati con riferibilità ai campioni nazionali o internazionali, da laboratori di taratura accreditati da organismi aderenti al EA (european Cooperation for Accreditation) e devono essere inseriti in un sistema pianificato di controllo periodico con cadenza almeno quinquennale per come previsto dal Decreto 28 marzo 2000 n. 182.

Pesi da 1mg a 50kg

La fabbricazione di pesi fino a 50kg è regolamentata da due Decreti in attuazione di Direttive Europee:

- DPR 12 Agosto 1982, n. 801 in attuazione della direttiva (CEE) n. 74/148 relativa ai pesi da 1mg a 50 kg di precisione superiore alla precisione media.
- DPR 12 Agosto 1982, n. 800 in attuazione della direttiva (CEE) n. 71/317 relativa ai pesi parallelepipedi di precisione media da 5 a 50 kg ed ai pesi cilindrici di precisione media da 1g a 10 chilogrammi.

Tutti i pesi da 1mg a 50kg utilizzati per eseguire le prove di "Verifica Periodica" su strumenti per pesare, devono rispondere ai due decreti sopra richiamati.

Fabbricazione di masse campione speciali (casse Metalliche)

La fabbricazione di masse speciali da 100kg a 5000 kg è regolamentata da Norme Nazionali.

Il primo Decreto che regola la fabbricazione di masse in casse metalliche è il D.M. del 1 marzo 1937, n. 2012, art.6, comma 3, "sono ammesse casse metalliche, con zavorra metallica, sigillate e bollate, del valore unitario non inferiore a 2000 kg, da utilizzarsi in officina per la verifica prima".

Con il D.M. 1 agosto 1969, n. 347770, vengono ammesse masse campione da 100kg, 200kg, 500kg, 1000kg, 2000kg, sigillate e bollate, che possono essere utilizzate sia in officina, sia sul luogo d'installazione dello strumento per le operazioni di prove e di verifica periodica. Sul peso sono da osservare le seguenti tolleranze:

- Masse campione da 100kg a 2000kg: $\pm 5/100.000$ della massa
- Pesi legali di controllo da 20 o da 50kg: $\pm 2/100.000$.
- Bilancia (a bracci uguali o disuguali) per il controllo delle masse campione, (da eseguirsi con pesi legali) sensibilità $2/100.000$ della portata massima.

I pesi legali a loro volta saranno verificati con una bilancia della sensibilità di $1/100.000$.

Masse campione e pesi legali in quantità sufficiente saranno messi dal fabbricante a disposizione dell'Ufficio Metrico il quale provvederà dapprima al controllo dei pesi legali utilizzando campioni "riservati" della precisione di $1/100.000$.

Le disposizioni di taratura dei campioni emanate nel 1969 non si discostano da quelle in uso ai giorni nostri. Le masse campione oltre 50kg, vengono realizzate in applicazione delle disposizioni contenute nell'ultimo comma dell'art.3 del D.M. 24 giugno 1984 concernente "disposizioni sugli strumenti per pesare a funzionamento non automatico".

Masse Campione superiore a 50kg realizzate dopo il 1° gennaio 1985

Le masse campione speciali possono essere di due tipi, in relazione alla loro massa volumetrica convenzionale e al numero massimo delle divisioni degli strumenti per pesare che sono destinate a verificare; possono presentare anche caratteristiche dimensionali e materiali diverse da quelle indicate nei disegni di autorizzazione, purché soddisfacenti alle condizioni descritte al capitolo seguente.

La massa volumetrica convenzionale minima e l'errore relativo massimo tollerato che possono avere le masse campione speciali, sono stabiliti nell'Autorizzazione rilasciata dall'Autorità competente.

Una targa metallica, di dimensioni adeguate, deve essere fissata inamovibilmente alla massa campione

Sulla predetta targa è predisposta una targhetta di punzonatura, su cui verranno impressi i bolli metrici della verifica prima e periodica.

La taratura iniziale e quella periodica delle masse campione speciali viene eseguita con le modalità previste nel Cap. Caratteristiche Metrologiche e Verificazione delle Masse Campione in quanto compatibili, si applicano le norme vigenti di carattere generale opportunamente integrate da quelle particolari per le masse consimili; la successiva legalizzazione viene effettuata imprimendo i bolli metrici a stemma e a corona nei luoghi previsti al precedente comma.

Se prive del bollo di verificazione periodica, le masse campione speciali o i pesi comunque legalizzati o autorizzati, non possono essere usate per la verificazione degli strumenti metrici e non possono essere detenute dai fabbricanti metrici nei locali adibiti alla verificazione prima.

Caratteristiche Tecniche delle Masse Campione Speciali

Forma: Le masse campione speciali devono avere forme geometriche semplici desumibili da disegni quotati, le cui quote siano facilmente verificabili; non devono avere spigoli vivi e cavità suscettibili di intrattenere e raccogliere sporcizia o sostanze estranee.

Cavità di taratura: La taratura delle masse campione speciali è resa possibile da una cavità a chiusura stagna che ne garantisca la tenuta all'acqua e all'aria.

Detta tenuta può essere realizzata anche con l'uso di adeguati mastici da applicare alla filettatura o all'incastro dei tappi.

Il volume della cavità di taratura deve essere non inferiore a 5/100 del volume totale della massa campione e deve avere una apertura sufficiente all'eventuale accertamento della natura del corpo delle masse campione.

Materiale di riempimento: Purchè siano rispettate le prescrizioni metrologiche descritte nel Cap. Caratteristiche Metrologiche e Verificazione delle Masse Campione, le masse campione possono essere realizzate, oltre che in fusione di ghisa, con un involucro di lamiera di acciaio riempito con materiale metallico omogeneo; nel tal caso, qualora il materiale di riempimento fosse realizzato in grani o con spezzoni metallici, dovrà avere una pezzatura non inferiore a quella contenibile in un involucro cubico di lato 3 cm.

Finitura della superficie: Le masse campione possono essere ricoperte con uno strato appena sufficiente al ricoprimento stesso, con materiali destinati alla protezione delle superfici metalliche dalla ruggine e da altri agenti, e tali da resistere agli urti ed alle intemperie.

Targhetta di punzonatura: La targhetta di punzonatura dei bolli metrici di legalizzazione prima e periodica, deve essere conforme alla targhetta in esempio al Cap. kg realizzate dopo il 1° gennaio 1985, ovvero ad un modello ritenuto equivalente dall'Ufficio Provinciale Metrico.

Caratteristiche Metrologiche e Verificazione delle Masse Campione

Strumenti aventi numero di divisioni max 4000: Le masse campione da utilizzare nella verificazione degli strumenti il cui numero di divisioni è non superiore a 4000 (vedi Cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), devono avere una massa volumetrica convenzionale minima ed un errore relativo massimo tollerato, rispettivamente uguali a:

$$\frac{3500 \text{ kg} / \text{m}^3}{8 \times 10^{-5}}$$

Strumenti aventi un numero di divisioni $\xi \alpha$ 10000: Le masse campione da utilizzare nella verificazione degli strumenti il cui numero di divisioni è non superiore a 10000 (vedi Cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), devono avere una massa volumetrica convenzionale minima ed un errore relativo massimo tollerato, rispettivamente uguali a:

$$\frac{5150 \text{ kg} / \text{m}^3}{3 \times 10^{-5}}$$

Massa volumetrica convenzionale: La massa volumetrica delle masse campione speciali, ai fini della verifica di quella minima consentita, è calcolata convenzionalmente facendo il rapporto tra il valore nominale di questi ed il volume totale dell'involucro, come risulta dai disegni allegati all'autorizzazione o dal progetto di cui al punto successivo.

Progetto delle masse campione : Il fabbricante metrico che abbia ottenuto la relativa autorizzazione e che intende fabbricare le masse campione, deve redigere uno specifico progetto da allegare alla richiesta di verifica iniziale da presentare all'Ufficio Provinciale Metrico competente per la propria officina.

Il progetto consta di una dettagliata relazione tecnica e di un elaborato tecnico di disegni quotati.

La relazione tecnica viene fatta sulla base dei requisiti richiesti in ciascuno dei punti del Cap.**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, esplicando le prescrizioni di massima ivi previste e la dimostrazione del calcolo della massa volumetrica convenzionale (per esempio il materiale di riempimento utilizzato va identificato attraverso la massa volumetrica dei grani o dei ritagli).

L'elaborato tecnico dei disegni quotati comprende la pianta, le sezioni ed i prospetti con i relativi particolari quotati, che sono:

- cavità di taratura e relativa chiusura
- sistema di agganciamento e movimentazione
- targa delle iscrizioni e suo ancoraggio alla massa campione

Una copia del progetto viene trasmessa dall'Ufficio Provinciale Metrico e all'Ufficio Centrale Metrico.

Verificazione iniziale e periodica : La verifica iniziale e periodica delle masse campione speciali va eseguita nei locali dell'officina del fabbricante metrico che l'ha richiesta.

Il funzionario incaricato alla verifica reca con sé il progetto di fabbricazione e l'Autorizzazione all'impiego delle masse speciale si avvale dei mezzi e dell'assistenza che il fabbricante metrico è tenuto ad approntare in ogni fase della verifica.

Nei locali adibiti alla verifica, il fabbricante metrico dispone i seguenti mezzi:

- a) una bilancia semplice a bracci uguali, o a rapporto, di portata non inferiore al valore nominale delle masse da controllare, avente un errore limite non superiore a 0,2 dell'errore massimo tollerato sui pesi da tarare;
- b) oppure un comparatore di massa avente lo stesso errore limite e portata della bilancia semplice;
- c) un quantitativo di pesi o di campioni di prova, di valore nominale pari alla massa dei campioni da controllare, ed una pesiera di precisione adeguata all'errore limite tollerato sulla bilancia di cui al punto a) o del comparatore di massa di cui al punto b).

I pesi o i campioni di prova, la pesiera di precisione ed il comparatore di massa dovranno risultare certificati da un Centro di taratura accreditato.

Il periodo di validità della taratura non può superare anni due. Periodi più brevi potranno essere richiesti qualora i risultati di due successive tarature mostrino, tra loro, scarti superiori all'errore relativo massimo previsto.

I pesi o i campioni di prova devono risultare affetti da un errore relativo massimo non superiore a $1,5 \cdot 10^{-5}$ se usati con bilancia a bracci uguali, ovvero di $1,5 \cdot 10^{-5}$ ridotto in proporzione del rapporto dei bracci di leva, se usati con bilancia semplice a rapporto.

Il funzionario incaricato della verifica, previo accertamento della validità del certificato di taratura, controlla l'errore limite della bilancia di prova di cui al punto a), o del comparatore di massa di cui al punto b), avvalendosi dei mezzi di cui al punto c).

I pesi o i campioni di prova vengono quindi contrassegnati, ove possibile, dal funzionario dell'ufficio metrico col bollo a testa d'aquila e col periodico.

La verifica periodica è eseguita secondo le norme vigenti, allo stesso modo della verifica iniziale.

Masse Campione di lavoro

I Campioni di lavoro possono essere tarati dal soggetto che svolge la verifica periodica (Camere di Commercio o Laboratori privati accreditati dalle stesse Camere di Commercio) con la riferibilità ai campioni di riferimento di cui al cap. precedente, aventi i requisiti richiesti dalla norma di riferimento, purchè disponga di sistemi di trasferimento (comparatori di massa) e di procedure idonee con particolare attenzione alla stima delle incertezze di misura connesse alle operazioni di taratura.

In particolare, l'incertezza estesa di taratura non deve essere superiore ad 1/3 della tolleranza ammessa sui campioni di lavoro, nella verifica del rispetto delle tolleranze ammesse per la classe di precisione degli strumenti considerata.

Masse campione da utilizzare per la verifica periodica degli strumenti per pesare			
	Categoria della bilancia da tarare	Risoluzione massima della bilancia	Classe di precisione dei pesi o masse da utilizzare
	Classe III e IIII	Fino a 10.000 d.	M1
	Classe II	Fino a 50.000 d.	F2
	Classe II	Fino a 100.000 d.	F1
	Classe I	Oltre 100.000 d	E2

I pesi e le masse utilizzati per la taratura delle bilance in Classe III e IIII, come sopra specificato, possono essere tarati dagli stessi operatori, purchè siano in possesso dei seguenti strumenti:

- Pesi e masse campione, in possesso di certificato rilasciato da un centro di taratura SIT. I campioni di prova devono risultare affetti da un errore relativo massimo non superiore a $1,5 \times 10^{-5}$ (1,5 parti su 100.000).
- Comparatore di massa o una bilancia a bracci uguali, di portata non inferiore al valore del peso o della massa da tarare, avente un errore limite non superiore a 0,2 dell'errore massimo tollerato sui pesi da tarare.

Esempio: Determinazione del campione di riferimento da utilizzare per la taratura dei campioni di lavoro

Peso da tarare	Errore massimo del campione	Classe di precisione del campione
10 kg	0,15 g	F2
1000 kg	15 g	F2

E' consigliabile utilizzare un Campione di massa di classe più precisa di quella prescritta. (es. Classe F1).

Esempio: **Determinazione del comparatore di massa da utilizzare per la taratura dei campioni di lavoro**

Peso da tarare	Errore tollerato dalla massa da tarare in Classe M1	Portata massima del comparatore da utilizzare	Divisione minima del comparatore
10 kg	500 mg	10 kg	0,1 g (0,2 di 500 mg)
1000 kg	50 g	1000 kg	10 g (0,2 di 10g)

E' consigliabile utilizzare un comparatore di massa con una divisione migliore di quella prescritta. (es. divisione 0,05g per tarare la massa da 10kg e divisione 5g per tarare la massa da 1000kg)

Determinazione degli Errori Tollerati su Masse Campione

Determinazione dell'errore relativo massimo tollerato per le masse campioni speciali di grande capacità da 50kg a 5000kg secondo la normativa vigente Italiana.

Tabella 7 - Errori massimi ammissibile per le masse standard utilizzate per la verifica periodica delle pese a ponte:

Massa nominale	Massimo numero di divisioni dello strumento da tarare in Classe III	
	≤ 4000 Densità della massa 3500 kg / m ³	≤ 10000 Densità della massa 5150 kg/m ³
	Errore massimo tollerato	Errore massimo tollerato
50 kg	4 g	1,5 g
100 kg	8 g	3 g
200 kg	16 g	6 g
500 kg	40 g	15 g
1000 kg	80 g	30 g
2000 kg	160 g	60 g
5000 kg	400 g	150 g

CLASSE DI PRECISIONE 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 M 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				

Pesi e Masse per strumenti con Max > 1 t

Durante la "Verificazione Periodica" degli strumenti per pesare con Max > 1 t, al posto dei pesi o delle masse campione può essere utilizzato un qualsiasi altro carico non variabile a condizione che vengano utilizzati pesi o masse campione corrispondenti almeno al maggiore dei seguenti due valori: 1 t oppure 50% di Max. In luogo del 50% di Max, la porzione dei pesi o delle masse campione può essere ridotta a:

- 35% di Max se l'errore di fedeltà non supera 0,3 e;
- 20% di Max se l'errore di fedeltà non supera 0,2 e.

L'errore di fedeltà (Ripetibilità) deve essere determinato con un carico di circa il 50% di Max, ponendolo a tre pesate sul ricettore del carico.

Verificazione periodica campioni di lavoro presso il manutentore

La verificazione periodica dei campioni di lavoro viene eseguita dalla Camera di Commercio (Servizio Metrico), oppure presso un laboratorio privato accreditato ad eseguire la verificazione periodica delle masse e pesi.

Le operazioni di prova possono essere effettuate anche presso la sede del manutentore, previo accertamento delle condizioni prescritte dalla Direttiva 4 Aprile 2003.

Per la "Verificazione Periodica" delle masse speciali superiore a 50 kg, il Funzionario preposto alle prove di "Verificazione Periodica" prima di eseguire le prove deve verificare:

- Se le masse oggetto della prova sono in possesso dei requisiti previsti dalle normative in vigore;
- Se sono in possesso delle "Autorizzazioni" di fabbricazione;
- Se le dimensioni, la massa volumetrica, la cavità di taratura, il materiale di riempimento, rispondono ai requisiti dell'Autorizzazione;
- Se la targhetta dei dati metrologici, oltre che riportare il valore nominale della massa, il marchio di fabbrica, il n° di matricola, e l'anno di fabbricazione, riporta il valore in divisioni per indicare il limite di utilizzo della massa;
- Se i Campioni di riferimento utilizzati per la taratura sono in possesso del "Certificato di Taratura SIT" valido ;
- Se l'incertezza di taratura dei campioni di riferimento, ha un valore compatibile alle prove da effettuare;
- Se il manutentore di bilance dispone di un sistema di trasferimento (comparatore di massa) compatibile alle prove da effettuare;
- Se è stato controllato l'errore limite del comparatore di massa, avvalendosi dei campioni di prova;
- Se è stato effettuato il calcolo e la stima delle incertezze di misura, connesse alle operazioni di taratura come previsto dall'art.1, comma 2 della Direttiva 4 aprile 2003, Allegato I;
- Quali procedure adotta il Funzionario incaricato, per la stima e il calcolo delle incertezze di misura.

In mancanza di requisiti positivi, come sopra esposti, non è possibile effettuare prove di verificazione.

Se il manutentore è in possesso dei requisiti sopra descritti, il funzionario incaricato controlla l'errore limite della bilancia di prova o del comparatore di massa, avvalendosi dei campioni di prova e effettua il calcolo e la stima delle incertezze di misura connesse alle operazioni di taratura come previsto dall'art. 1, comma 2 della Direttiva 4 aprile 2003, Allegato I.

Al termine delle prove, se con esito positivo, il Funzionario provvederà a contrassegnare ove possibile i pesi o le masse che hanno superato la prova di verificaione.

Il Decreto 28 marzo 2000 n. 182, prevede che ad esito positivo della verificaione periodica, bisogna apporre il contrassegno di eseguita verificaione.

Per le masse εροτρεφνι α 50kg si consiglia di non applicare nella massa il contrassegno di verificaione, perchè modificherebbe il valore convenzionale della massa, è bene che il contrassegno venga applicato al documento o all'attestazione di eseguita verificaione, che accompagna la massa o le masse di lavoro.