

Titolo/Title	Linee guida per l'accreditamento di laboratori per la taratura di sistemi di misura dell'energia elettrica <i>Guidelines for the accreditation of Laboratories for calibration of electrical energy measuring</i>
Sigla/Reference	DT-01-DT
Revisione/Revision	03
Data/Date	06-03-2018

Redazione	Approvazione	Autorizzazione all'emissione	Entrata in vigore
L'assistente del Responsabile del Sistema di Gestione	Il Direttore di Dipartimento	Il Direttore Generale	12-03-2018

INDICE

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	4
1.1. NOTA ALLA REVISIONE 03	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3. DEFINIZIONI	5
4. AMBITO DELL'ACCREDITAMENTO	6
5. REQUISITI A CARATTERE GENERALE	6
6. REQUISITI SPECIFICI	7
6.1. REQUISITI RELATIVI AGLI STRUMENTI CAMPIONE.....	7
6.2. REQUISITI RELATIVI ALLE TARATURE IN LABORATORIO.....	8
6.3. REQUISITI RELATIVI ALLE TARATURE E ALLE VERIFICHE SULL'IMPIANTO....	10
ALLEGATO 1: CATENE DI RIFERIBILITÀ METROLOGICA E PROCEDURE TECNICHE NEI CENTRI ACCREDITATI PER LA TARATURA DI CONTATORI DI ENERGIA ELETTRICA OPERANTI SU IMPIANTO	14
2.1. PROCEDURA DI CONFERMA METROLOGICA DEL CONTATORE DI ENERGIA UTILIZZATO NEL	18
ALLEGATO 2: STRUTTURA DEL CERTIFICATO DA UTILIZZARE QUANDO SI ESEGUE LA TARATURA SU IMPIANTO DI SISTEMI DI MISURA DELL'ENERGIA	26
ALLEGATO 3: CONTENUTO DELL'ALLEGATO AL CERTIFICATO DI ACCREDITAMENTO	30

INDICE DELLE IMMAGINI

Figura 1: Catena di riferibilità Metrologica 1 per la taratura di contatori di energia.....	15
Figura 2: Catena di riferibilità Metrologica 2 per la taratura di contatori di energia.....	16
Figura 3: Modello di Certificato - Prima pagina.....	26
Figura 4: Modello di Certificato – seconda pagina.....	27
Figura 5: Modello di Certificato – terza pagina.....	28
Figura 6: Modello di Certificato – quarta pagina.....	29
Figura 7: Modello di Allegato al Certificato – Laboratorio permanente.....	30
Figura 8: Modello di Allegato al Certificato – Tarature esterne.....	31

INDICE DELLE FORMULE

Formula 1: calcolo del Limite L_1	19
Formula 2: calcolo del Limite L_2	19
Formula 3: Relazione tra Limite ed errori.....	20
Formula 4: Relazione tra Limite ed errori in caso di regolazione	20
Formula 5: Relazione tra Limite ed errori.....	23

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Lo scopo di questo documento è di fornire una guida ai Laboratori interessati alla taratura di contatori e sistemi di misura dell'energia elettrica. Esso fornisce indicazioni pratiche sull'implementazione dei requisiti contenuti nella normativa tecnica di riferimento.

Questo documento, rispetto alle tarature, non stabilisce requisiti aggiuntivi alla norma o ad essa in contrasto, ma fornisce indicazioni per l'applicazione / interpretazione di quanto già previsto nelle norme tecniche di riferimento.

Nella redazione del documento si è tenuto conto della vigente normativa tecnica sull'argomento, che deve intendersi applicabile-

1.1. NOTA ALLA REVISIONE 03

La presente revisione del documento trova applicabilità nei casi in cui la competenza nell'eseguire la taratura di contatori e di sistemi di misura dell'energia elettrica può estendersi ad altri settori per esempio, l'ambito fiscale e le verifiche periodiche come da DM 93/2017.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente documento fa riferimento a quanto prescritto dai seguenti documenti, nella revisione/edizione in corso di validità.

- Circolari tecniche del Dipartimento Laboratori di Taratura di ACCREDIA così come pubblicate sul sito www.accredia.it;
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025: "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura";
- UNI CEI 70099: "Vocabolario Internazionale di Metrologia - Concetti fondamentali e generali e termini correlati (VIM)";
- JCGM 100:2008 "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty measurement";
- EA-4/02: "Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration" (la traduzione è riportata nel documento DT-05-DT);
- Guida CEI 13-71 "Sistemi di misura dell'energia elettrica (c.a.) – Guida alla composizione, installazione e verifica" (2015-08);
- CEI EN 62052-11: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova Parte 11: Apparato di misura";
- CEI EN 62053-11: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)";
- CEI EN 62053-21: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)";
- CEI EN 62053-22: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)";

- CEI EN 50470-1: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)";
- CEI EN 50470-2: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)";
- CEI EN 50470-3: "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)";
- CEI EN 61869-1: "Trasformatori di misura Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 61869-2: "Trasformatori di misura Parte 2: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente";
- CEI EN 61869-3: "Trasformatori di misura Parte 3: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi";
- CEI EN 61869-5: "Trasformatori di misura Parte 5: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione capacitivi";
- DA-00: "Domanda di Accredimento ACCREDIA";
- DA-05: "Domanda di accreditamento per Laboratori di Taratura";
- RT-25: "Requisiti specifici per l'accreditamento dei Laboratori di Taratura";
- RG-09: Regolamento per l'utilizzo del marchio ACCREDIA;
- IO-09-DT: Istruzione operativa sulla compilazione di un certificato di taratura per i Centri di taratura accreditati da ACCREDIA DT.

3. DEFINIZIONI

Nel presente documento si fa riferimento alle definizioni contenute nel D.l.vo 22/07 e nella norma CEI UNI 70099.

In relazione ai contenuti del presente documento si precisa ulteriormente il significato dei seguenti termini:

3.1. Sistema di misura: si intende l'insieme dei contatori e degli eventuali trasformatori di misura ad essi connessi che realizzano la misura dell'energia elettrica e che sono sottoposti a taratura e verifica.

3.2. Errore: nel presente documento il termine è da intendersi come errore di tipo relativo (adimensionale).

3.3. Taratura: in relazione al presente documento con taratura si intende il rilievo degli errori di misura di un contatore di energia o di un trasformatore di misura e dell'incertezza di misura associata.

3.4. Morsettiera di prova: si intende una morsettiera sezionabile cortocircuitabile e sigillabile.

4. AMBITO DELL'ACCREDITAMENTO

L'ambito di accreditamento interessato dal presente documento è quello relativo alla taratura di apparati di misura dell'energia elettrica attiva anche operanti in ambito fiscale.

Tali tarature possono essere effettuate:

- in laboratorio;
- sull'impianto.

Gli apparati di misura che possono essere sottoposti a taratura appartengono a due categorie:

- contatore di energia;
- trasformatore di misura (di tensione e di corrente).

L'attività di taratura, svolta all'interno del laboratorio, su contatori e trasformatori di misura che saranno utilizzati successivamente può essere effettuata anche da un altro Centro di taratura accreditato, a tale scopo, da ACCREDIA o da un equivalente laboratorio accreditato in ambito EA o ILAC o da un Istituto Metrologico Nazionale (firmatario del CIPM MRA entro le specifiche delle CMC pubblicate). Dovranno essere però seguite le modalità di taratura contenute nel successivo 6.2.

5. REQUISITI A CARATTERE GENERALE

Il processo di accreditamento come Laboratori di taratura è effettuato in conformità ai documenti ACCREDIA vigenti. Essi sono disponibili accedendo al sito: www.accredia.it.

La norma di riferimento utilizzata per l'accreditamento dei laboratori di taratura è la UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura". Nel documento ACCREDIA RT-25 sono riportati elementi per la corretta applicazione della norma e i requisiti aggiuntivi richiesti per i laboratori di taratura.

Si segnala che la UNI CEI EN ISO/IEC 17025 contiene sia requisiti a carattere tecnico che requisiti sul sistema di gestione del laboratorio. Al momento della richiesta dell'accreditamento il laboratorio deve essere già in grado di operare tecnicamente e deve disporre di un sistema di gestione attivo.

Il personale tecnico deve dimostrare di possedere adeguata formazione e addestramento con specifico riferimento alle previste attività di taratura e verifica.

La documentazione tecnica consegnata deve comprendere:

- Procedure per la taratura e conferma metrologica degli strumenti campione;
- Procedure per l'effettuazione di controlli intermedi sugli strumenti campione;
- Procedure per le tarature effettuate in laboratorio;
- Procedure per le tarature e verifiche effettuate sull'impianto.

Tutte le procedure tecniche di taratura devono essere corredate da una valutazione, per l'energia elettrica attiva, dell'incertezza redatta in conformità con la norma UNI CEI ENV 13005 e con il documento EA-4/02.

In ALLEGATO 1 sono fornite indicazioni sulle catene di riferibilità metrologica e sui contenuti da riportare nelle procedure tecniche nei Centri.

In ALLEGATO 2 è presentato il modello di certificato di taratura in caso di taratura su impianto. Nello spazio ad esso riservato il Centro può inserire il proprio marchio ovvero altro marchio identificativo, qualora previsto per lo specifico ambito di utilizzo dei risultati della taratura e comunque previa autorizzazione da parte di ACCREDIA.

In ALLEGATO 3 è riportato lo schema dell'allegato al Certificato di Accreditamento.

6. REQUISITI SPECIFICI

6.1. REQUISITI RELATIVI AGLI STRUMENTI CAMPIONE

Il laboratorio deve disporre di almeno due strumenti campione, uno dei quali dedicato alle tarature in laboratorio (campione di riferimento). Quest'ultimo consentirà non solo di svolgere l'attività di taratura in laboratorio, ma anche di effettuare i controlli intermedi sugli strumenti campione utilizzati per le tarature sull'impianto (campione di lavoro). Questi ultimi non dovranno essere caratterizzati da una incertezza di misura minore di quella del campione utilizzato in laboratorio.

Gli strumenti campione utilizzati per le tarature in laboratorio dovrebbero rimanere, tranne che per la loro taratura, all'interno degli ambienti del laboratorio stesso. Nel caso fossero eccezionalmente utilizzati per tarature sull'impianto, essi devono essere verificati, anche se il relativo certificato di taratura è ancora in corso di validità, prima che possano essere nuovamente utilizzati per la loro funzione primaria.

Il soggetto che richiede l'accreditamento dovrà disporre di un sistema di registrazione dal quale siano:

- desumibili gli apparati e i complessi di misura sottoposti a taratura e gli strumenti campione utilizzati per la verifica;
- consultabili i relativi certificati di taratura emessi;
- consultabili i certificati di taratura dei contatori campione.

Gli strumenti campione di riferimento e i campioni di lavoro utilizzati dal Centro sia per le tarature in laboratorio che per quelle sull'impianto devono essere tarati almeno con la seguente periodicità:

- Contatori di energia: 1 anno;
- Trasformatori di misura: 5 anni;
- Comparatori per trasformatori di misura: 5 anni.

I certificati di taratura dei campioni di riferimento e dei campioni di lavoro utilizzati dal Centro devono coprire tutto il campo di utilizzo previsto e devono essere emessi da un Centro di taratura accreditato a tale scopo da ACCREDIA o da un equivalente laboratorio accreditato in ambito EA o ILAC o da un Istituto Metrologico Nazionale. Le incertezze riportate nei certificati di taratura degli strumenti campione devono essere almeno 3 volte migliori delle loro incertezze d'uso.

Il soggetto che richiede l'accreditamento può tuttavia sviluppare procedure che gli consentano di effettuare la taratura dei propri campioni di lavoro (utilizzati per le tarature sull'impianto) mediante i propri campioni di riferimento, purché sia rispettata la precedente condizione sulle incertezze.

6.2. REQUISITI RELATIVI ALLE TARATURE IN LABORATORIO

La struttura degli ambienti del laboratorio utilizzati per le tarature dovrà essere descritta nei documenti di sistema del soggetto che richiede l'accreditamento.

Le condizioni ambientali dovranno essere controllate e monitorate. La temperatura di riferimento per le tarature elettriche è 23 °C. Tale temperatura deve essere assicurata nel corso delle operazioni di taratura degli strumenti e nelle 4 ore precedenti la taratura stessa. Il sistema di condizionamento deve essere in grado di assicurare la temperatura di riferimento entro un limite di ± 2 °C e un'umidità ambientale che consenta di effettuare le tarature con valori di umidità non inferiori al 20% U. R. e non superiori a 80% U. R.

Il laboratorio dovrà comunque sempre essere mantenuto ad una temperatura compresa tra 15 °C e 30 °C.

Il sistema di alimentazione elettrica del laboratorio deve essere verificato inizialmente e periodicamente con il rilievo dei valori di tensione e corrente, della distorsione delle forme d'onda e degli eventuali disturbi in esso presenti. I risultati devono essere mantenuti nelle registrazioni del Centro.

Il sistema di alimentazione elettrica del laboratorio e delle connessioni di terra deve anch'esso essere descritto nei documenti di sistema ed essere in grado di assicurare il filtraggio di eventuali disturbi elettrici. Nel corso delle tarature degli apparati di misura devono, in ogni caso, essere assicurate le condizioni di riferimento individuate dalle relative norme.

Il Centro deve essere in grado di emettere certificati di taratura su contatori di energia elettrica mono e trifase e (se previsto nell'accreditamento) su trasformatori di misura. Le incertezze riportate su tali certificati devono essere, in ogni punto di misura, almeno 3 volte migliori dell'errore massimo individuato nella norma che definisce le caratteristiche del contatore o del trasformatore (vedi par. 2).

Le operazioni di taratura sono eseguite in conformità con i contenuti presenti nelle norme di prodotto relative al componente di misura verificato (come indicato nel paragrafo 7.2 della guida CEI 13-71) e in applicazione di quanto specificato nei paragrafi seguenti.

6.2.1. Taratura in laboratorio dei contatori di energia

I contatori di energia attiva devono essere tarati con carico fittizio applicando una tensione pari a quella nominale (per i contatori con tensione nominale estesa sarà applicata una tensione pari a quella richiesta dal cliente o, in mancanza di questa, un valore centrale all'interno del campo di lavoro) e correnti tali da poter effettuare verifiche in tutti i campi previsti nelle norme.

Per contatori monofase devono essere effettuati almeno 3 punti di misura, sia a fattore di potenza (f.d.p.) = 1 che a f.d.p. = 0,5 induttivo (ind.). Nel caso di un contatore sovraccaricabile rispetto alla corrente nominale si deve eseguire anche un punto supplementare a una corrente prossima a quella massima (o quantomeno significativa nell'intervallo di sovraccaricabilità).

I contatori trifase devono essere tarati almeno in 4 punti di misura a f.d.p. = 1, in 4 punti a f.d.p. = 0,5 ind. e in 2 punti a f.d.p. = 0,8 capacitivo (cap.). Deve essere effettuato anche un punto di misura su ogni singola fase a f.d.p. = 1 al fine di controllare il corretto funzionamento del contatore.

I contatori che saranno utilizzati sull'impianto con connessione indiretta tramite trasformatori di corrente di misura devono essere tarati anche nei punti di misura corrispondenti a quelli effettuati sui trasformatori.

Per contatori a due sensi d'energia le prove devono essere effettuate per entrambi i sensi.

Per ogni punto di misura devono essere effettuate tre prove i cui risultati sono mantenuti nelle registrazioni del Centro che effettua la taratura, sul certificato comparirà solo l'errore medio e la relativa incertezza.

Deve inoltre essere effettuata la prova della marcia a vuoto, dell'avviamento e la corretta integrazione del/i numeratore/i.

Il relativo certificato di taratura (in accordo con il documento ACCREDIA IO-09-DT) deve riportare almeno le seguenti informazioni aggiuntive:

1. Caratteristiche del contatore oggetto di taratura:
 - Tipologia (statico o elettromeccanico, ad inserzione diretta o tramite trasformatore, per energia attiva o reattiva);
 - Indice di classe;
 - Norma di prodotto di riferimento;
 - Frequenza, tensione e corrente di riferimento;
 - Costante di integrazione e costante K del contatore;
 - Numero di cifre intere e decimali e unità di misura del visualizzatore.
2. Esito delle prove di:
 - Marcia a vuoto;
 - Avviamento;
 - Corretta integrazione del/i numeratore/i.
3. Valore dei registri con individuazione dei registri e relativo valore finale;
4. Elenco dei sigilli presenti.

Nel caso la taratura fosse relativa ad un contatore di energia bidirezionale (in grado di misurare l'energia in entrambe le direzioni), nelle tabelle dei risultati è necessario riportare con quale direzione dell'energia è stato determinato l'errore.

6.2.2. Taratura in laboratorio dei trasformatori di misura

I trasformatori di corrente di misura devono essere tarati come errore di rapporto e come errore d'angolo nei punti di misura indicati al par. 7.2.6.201 della norma CEI EN 61869-2.

I trasformatori di tensione di misura di tipo induttivo devono essere tarati come errore di rapporto e come errore d'angolo nei punti di misura indicati al par. 7.2.6.301 della norma CEI EN 61869-3. I trasformatori di tensione di misura di tipo capacitivo devono essere tarati come errore di rapporto e come errore d'angolo nei punti di misura indicati al par. 7.2.6.502 della norma CEI EN 61869-3.

Sui certificati di taratura degli strumenti devono essere riportati, per ogni punto di misura effettuato, gli errori rilevati, le relative incertezze e i limiti di accettabilità riportati nelle norme applicabili.

6.3. REQUISITI RELATIVI ALLE TARATURE E ALLE VERIFICHE SULL'IMPIANTO

Come indicato nel par. 7.3 della guida CEI 13-71, nel corso della taratura¹ su impianto si devono effettuare le seguenti operazioni:

- 1 Raccolta documentazione;
- 2 Verifiche sugli elementi impiantistici afferenti al sistema di misura;
- 3 Taratura delle apparecchiature di misura;
- 4 Valutazione analitica dell'errore globale del sistema di misura;
- 5 Redazione dei certificati di taratura (eventualmente anche in tempi successivi alla verifica su impianto).

6.3.1. Raccolta documentazione

In fase preliminare deve essere richiesta tutta la documentazione necessaria per consentire la corretta effettuazione delle verifiche e tarature previste:

- a) Elenco dei componenti del sistema di misura e delle eventuali resistenze zavorra presenti;
- b) Certificati relativi alle precedenti tarature effettuate sulle apparecchiature di misura coinvolte;
- c) Schema unifilare dell'impianto;
- d) Schema di inserzione del sistema di misura.

Le informazioni c) e d) possono non essere reperite se non rilevanti ai fini della corretta effettuazione dell'operazione.

Queste informazioni possono essere fornite anche immediatamente prima della taratura e della verifica e devono essere mantenute nelle registrazioni del Centro che effettua la taratura. Nel caso in cui esse non siano fornite, tale carenza dovrà essere segnalata sul certificato di taratura.

L'elenco dei componenti del sistema di misura e delle eventuali resistenze zavorra deve essere riportato sul certificato di taratura.

Nelle registrazioni del Centro, al termine di ciascuna operazione di taratura e verifica, devono essere riportati:

- il personale del Centro che ha effettuato le verifiche e le tarature (se sono coinvolte più persone indicare quali operazioni hanno eseguito);
- gli strumenti campione utilizzati per la taratura;
- tutti i dati originari ottenuti nel corso della taratura e delle verifiche;
- le condizioni ambientali di effettuazione della taratura (almeno la temperatura);

¹ Se non diversamente specificato, quanto riportato nel presente paragrafo è applicabile alla taratura di primo impianto, ad ogni taratura periodica successiva alla prima e ad ogni eventuale taratura straordinaria.

- la data di effettuazione delle operazioni sull'impianto;
- i suggelli apposti, con i relativi identificativi che devono permettere l'identificazione di chi ha effettuato la taratura, e la relativa ubicazione;
- immagini fotografiche scattate durante l'esecuzione della taratura che individuino le modalità di inserzione del contatore campione utilizzato, inclusa una immagine fotografica con il contatore campione collegato al sistema di misura oggetto della taratura e i vari componenti del sistema di misura e le sigillature (in particolare dei sigilli apposti al termine della verifica). In alternativa possono essere utilizzate riprese filmate che contengano gli elementi richiesti.

6.3.2. Verifiche sugli elementi impiantistici afferenti al sistema di misura

Le verifiche sono eseguite secondo le indicazioni contenute nel par. 7.3.1 della guida CEI 13-71 e in applicazione di quanto di seguito specificato:

- Il controllo dei dati di targa previsto al punto a) deve essere sempre effettuato.
- L'operazione descritta al punto e) deve essere sempre eseguita. Nel caso in cui si effettui la prima verifica periodica, si controlla inoltre che gli eventuali trasformatori di misura posti in opera presso l'impianto siano stati debitamente tarati in laboratorio, secondo quanto riportato nel par. 6.2.1, non più di tre anni prima dell'esecuzione della verifica stessa (verifica di primo impianto).
- Al punto j) si verifica la correttezza del coefficiente di conversione nominale complessivo del sistema di misura. A tal fine si controlla se il coefficiente k interno tiene conto o meno della presenza dei trasformatori di misura.
- Le misure effettuate al punto k) dovrebbero consentire di controllare che le condizioni di funzionamento del sistema di misura rientrino nelle "Condizioni normali di funzionamento" definite nel par. 6 della guida CEI 13-71 e che il contatore operi all'interno dei campi di temperatura previsti nella relativa norma di prodotto.
- La prova di corretta integrazione prevista al punto n) deve essere sempre effettuata in conformità alle relative Norme di prodotto.

Come indicato nella guida CEI 13-71, a valle delle precedenti verifiche si eseguono inoltre il controllo delle prestazioni effettive dei TA e dei TV (par. 7.3.2.) e la verifica della caduta di tensione dovuta alle connessioni dei TV (par. 7.3.3).

In aggiunta ai risultati delle tarature di cui al successivo par. 6.3.3, sul certificato di taratura sarà riportato l'esito delle prove effettuate e segnalata ogni eventuale anomalia riscontrata nel corso dell'esecuzione delle precedenti operazioni. Le relative informazioni saranno riportate nelle registrazioni del laboratorio.

6.3.3. Taratura e verifica del sistema di misura

La taratura e la verifica del sistema di misura sono eseguite secondo le indicazioni contenute nel par. 7.3.4 della guida CEI 13-71, in accordo con quanto riportato nella "Tabella di riferimento delle prove da eseguire" contenuta nel citato paragrafo e in applicazione di quanto di seguito specificato:

- Qualora le condizioni dell'impianto lo consentano, devono essere seguite sia la taratura a carico reale sia quella a carico fittizio

- Per ogni punto di misura devono essere effettuate tre letture con un tempo di integrazione:
 - di almeno 30 secondi, nel caso di taratura a carico fittizio;
 - con le modalità riportate nel par. 7.3.4 della guida CEI 13-71, nel caso di taratura a carico reale, ovvero 4 minuti (e almeno il tempo necessario per registrare 2 impulsi/giro) per correnti di prova comprese tra I_{\min} e I_{tr} , e 1 minuto (o almeno il tempo necessario per registrare 50 impulsi/giro) per correnti comprese tra I_{tr} e I_{\max} ;
 - Tutti i valori di misura ottenuti devono essere mantenuti nelle registrazioni del Centro che effettua la taratura. Sul certificato di taratura si riporta solo l'errore medio e la relativa incertezza.
- I punti di misura suggeriti all'inizio di pag. 28 della guida CEI 13-71 sono posti in relazione alle correnti definite nelle norme della serie CEI EN 50470. Per contatori che fanno riferimento solo alle precedenti norme della serie CEI EN 62053 la selezione dei punti potrà avvenire in modo analogo tenendo conto delle equivalenze tra I_{ref} (pari a $10 I_{tr}$) e I_b (per i contatori ad inserzione diretta) e tra I_{ref} (pari a $20 I_{tr}$) e I_n (per i contatori ad inserzione indiretta).

6.3.4. Valutazione analitica dell'errore globale del sistema di misura

Nel caso in cui il sistema di misura dell'energia sia composto da contatori e da trasformatori di misura, si può effettuare sia la taratura complessiva del sistema di misura sia la sola taratura dei contatori.

In quest'ultimo caso, qualora richiesto, può essere valutato per via analitica l'errore globale del sistema di misura al fine di verificare che lo stesso sistema non superi i limiti richiesti.

L'errore globale viene valutato almeno nei sei punti di misura individuati nel par. 6.3.3. (come indicato nel par. 7.3.4. della guida CEI 13-71) ed ottenuto, analiticamente, componendo gli errori dei contatori di energia (come riscontrati nella verifica in campo) e dei trasformatori di misura (come ricavati dai relativi certificati di taratura). Le modalità con cui calcolare l'errore globale sono riportate nel par. 7.4. e nell'Allegato C della guida CEI 13-71. Le indicazioni riportate nel par. 7.4.1. della guida CEI 13-71 possono essere utilizzate per valutare l'incertezza associata all'errore globale del sistema di misura.

In relazione al valore dell'errore dei trasformatori di misura da utilizzare nel calcolo dell'errore globale, si precisa che, se uno dei valori di prestazione in cui è stata effettuata la taratura del trasformatore di misura è sufficientemente simile alla prestazione effettivamente applicata al trasformatore (vedi par. 6.3.2.), gli errori ricavati a tale prestazione possono essere direttamente utilizzati per il calcolo dell'errore globale. Se il valore effettivo è intermedio tra i due valori di prestazione in cui è stata effettuata la taratura del trasformatore, il valore di errore del trasformatore da utilizzare per il calcolo dell'errore globale può essere valutato, in modo approssimativo, mediante un'interpolazione lineare tra gli errori ricavati, per quel punto di misura, alle due prestazioni a cui è stata effettuata la taratura del trasformatore.

Se il valore effettivo della prestazione applicata non è compreso tra il 25% e il 100% della prestazione nominale, può essere utilizzato l'errore determinato con la prestazione più simile a quella effettiva, ma tale fatto deve essere segnalato sul certificato in quanto il valore così ricavato potrebbe essere significativamente differente dall'effettivo errore globale del sistema di misura.

È facoltà del Centro effettuare una più attenta ed efficace valutazione dell'errore dei trasformatori di misura basandosi sulle formule dell'elettrotecnica.

6.3.5. Valutazione dei risultati

Le modalità di una eventuale valutazione dei risultati della taratura su impianto (sui singoli componenti del sistema di misura e/o sull'errore globale ricavato sperimentalmente o per via analitica) devono essere descritte nelle procedure del Centro, in particolare per ciò che riguarda la definizione dei relativi limiti. Tali modalità possono variare in funzione dello scopo della taratura eseguita.

In mancanza di specifiche indicazioni (anche provenienti da Clienti), la valutazione dei risultati può avvenire sulla base di quanto riportato nel par. 7.5. della guida CEI 13-71 e con riferimento ai valori di errore massimo ammesso (MPE) tabulati nei par. 7.5.1., 7.5.2., 7.5.3., 7.5.4. e 7.5.5. per i diversi tipi di contatori e di sistemi di misura. Nel caso di taratura a carico reale, i limiti per la valutazione dei risultati si ottengono per interpolazione lineare dei valori di MPE disponibili.

6.3.6. Redazione dei certificati di taratura

I certificati di taratura emessi dai Centri sono redatti in conformità al presente documento e alle prescrizioni contenute nei documenti ACCREDIA RG-09 "Regolamento per l'utilizzo del marchio ACCREDIA" e IO-09-DT "Istruzione operativa sulla compilazione di un certificato di taratura per i Centri di taratura accreditati da ACCREDIA DT".

Sui certificati relativi alla taratura e alle verifiche su impianto (par. 6.3.3.) sono inoltre riportate informazioni specifiche quali:

- I risultati della taratura, comprensivi di incertezza;
- L'eventuale dichiarazione di conformità – qualora richiesta - dell'errore globale (par. 6.3.4.) rispetto a limiti prefissati,
- L'elenco dei sigilli presenti e visibili, rimossi e applicati;
- Il campo di temperatura in cui è stata effettuata la taratura.

La struttura del certificato di taratura da utilizzare quando si esegue la taratura su impianto è riportata in ALLEGATO 2.

ALLEGATO 1: CATENE DI RIFERIBILITÀ METROLOGICA E PROCEDURE TECNICHE NEI CENTRI ACCREDITATI PER LA TARATURA DI CONTATORI DI ENERGIA ELETTRICA OPERANTI SU IMPIANTO

1. CATENE DI RIFERIBILITÀ METROLOGICA

In considerazione del fatto che il Centro deve essere in grado di eseguire tarature sia nel suo laboratorio che sull'impianto, la catena di riferibilità metrologica può essere impostata secondo quanto riportato in figura 1 o secondo quanto riportato in figura 2.

Per semplicità gli schemi riportati sono riferiti ad una situazione in cui il Centro dispone solo di due contatori campione, uno per utilizzo in laboratorio e un altro dedicato all'impiego sull'impianto (condizione minima). Gli schemi possono essere estrapolati a situazioni in cui il Centro dispone di più contatori campione sia per le tarature all'interno del laboratorio, sia per le tarature e verifiche sull'impianto.

Nella catena di riferibilità descritta in fig. 1 sia il contatore campione A che esegue tarature in laboratorio, sia il contatore campione B che le effettua sull'impianto sono tarati presso un laboratorio di riferimento in grado di assicurare una incertezza di taratura adeguata (almeno tre volte migliore di quella assegnata al contatore campione da esso tarato. Il contatore A dovendo effettuare anche i controlli intermedi sul contatore (o contatori) B deve essere caratterizzato da un'accuratezza migliore o uguale al contatore B.

Nella catena di riferibilità descritta in fig. 2 solo il contatore campione A che esegue tarature in laboratorio è tarato presso un laboratorio di riferimento. Il contatore (o contatori) campione B che effettua tarature sull'impianto è invece tarato dallo stesso Centro per confronto con il Contatore A. In questo caso il Contatore A assume la funzione di campione di riferimento del Centro e deve essere caratterizzato da una accuratezza migliore del Contatore B (che svolge la funzione di campione di lavoro) e comunque mai, in nessun punto, peggiore. Il laboratorio del Centro deve, inoltre, essere in grado di assicurare condizioni ambientali adeguate alla taratura di contatori campione.

La prima catena di riferibilità ha il vantaggio di essere particolarmente semplice in quanto non impegna il Centro nella taratura dei contatori campioni utilizzati per le tarature su impianto (operazione che può presentare delle difficoltà).

La seconda catena di riferibilità a fronte di un maggior impegno del personale, una maggiore complessità della documentazione tecnica e a caratteristiche ambientali del laboratorio più restrittive, consente di ridurre i costi di taratura dei propri contatori campione e può essere vantaggiosa specialmente nei casi in cui il Centro dispone di diversi contatori campione.

Al fine di effettuare le tarature è necessario che il Centro disponga non solo dei contatori campione ma anche dei generatori di potenza fittizia sia per le tarature in laboratorio che per quelle sull'impianto. È possibile utilizzare apparati che integrano la funzione di contatore campione con quella di generatore di potenza fittizia a patto che esso sia trasportabile per l'invio al laboratorio di riferimento.

Nelle catene di riferibilità riportate nelle figure 1 e 2 sono anche individuate le procedure tecniche richieste per assicurare una corretta riferibilità alle tarature effettuate. Nel paragrafo 2 esse sono descritte in dettaglio.

Come laboratorio di riferimento può essere utilizzato un Centro di taratura accreditato da ACCREDIA DT per la taratura di contatori campione o un equivalente laboratorio accreditato in ambito EA o ILAC o un Istituto Metrologico Nazionale (firmatario del CIPM MRA entro le specifiche delle CMC pubblicate). I certificati emessi dai laboratori accreditati devono riportare il logo dell'organismo di accreditamento.

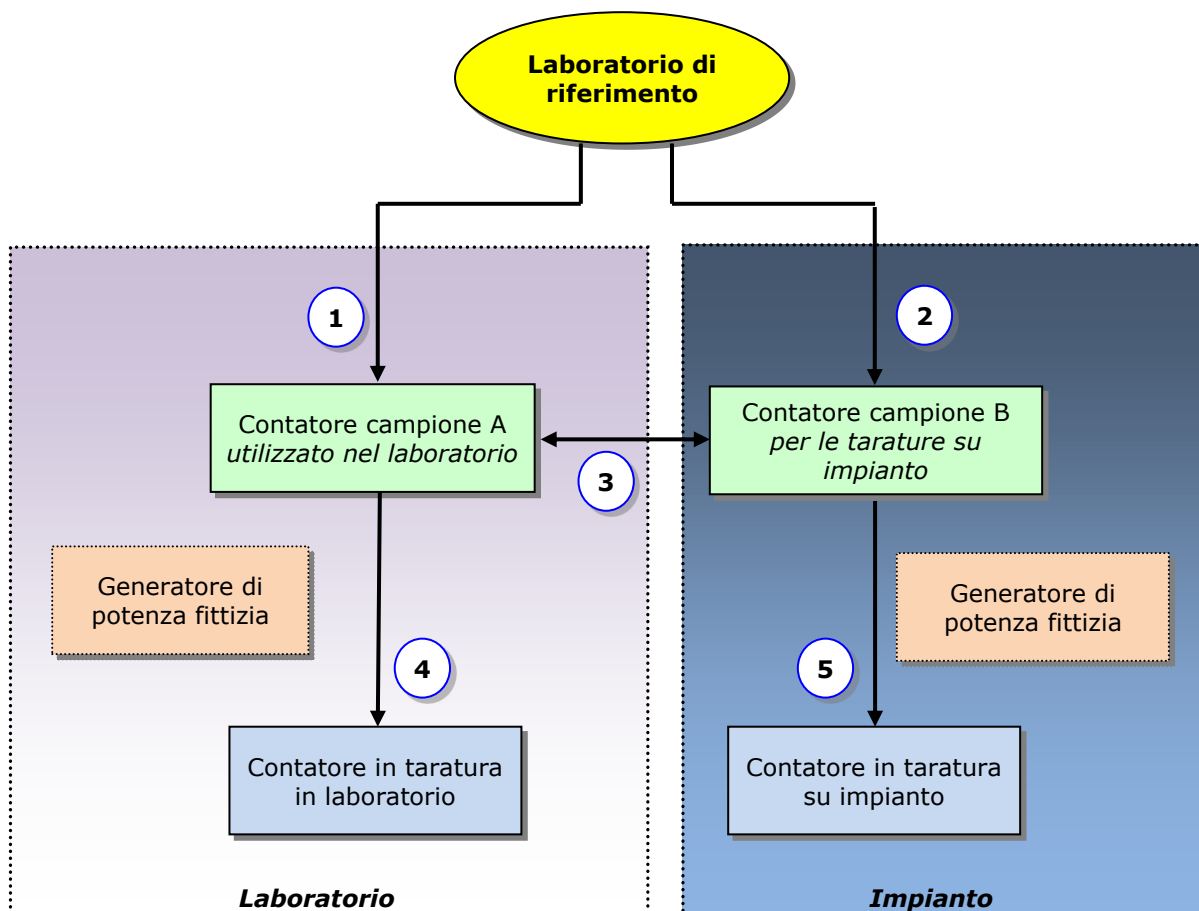


Figura 1: Catena di riferibilità Metrologica 1 per la taratura di contatori di energia.

- ① Procedura di **conferma** metrologica del contatore di energia utilizzato nel laboratorio.
- ② Procedura di **conferma** metrologica del contatore (o contatori) di energia utilizzato per tarature su impianto.
- ③ Procedura per la **verifica intermedia** dei contatori di energia campione utilizzati dal Centro.
- ④ Procedura per la **taratura** di contatori di energia in laboratorio.
- ⑤ Procedura per la **taratura** di contatori di energia su impianto.

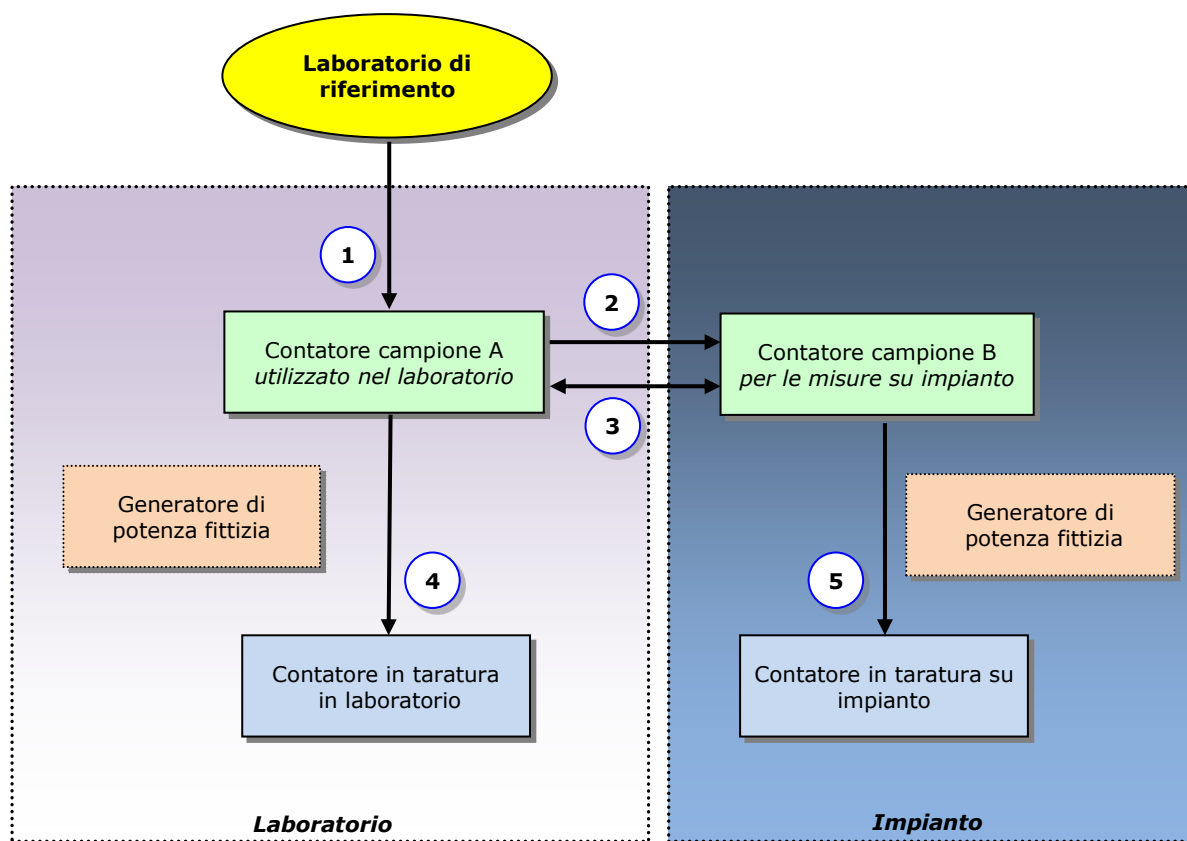


Figura 2: Catena di riferibilità Metrologica 2 per la taratura di contatori di energia.

- ① Procedura di **conferma** metrologica del contatore di energia utilizzato nel laboratorio.
- ② Procedura di **taratura e conferma** del contatore di energia (o contatori) utilizzato per tarature su impianto.
- ③ Procedura per la **verifica intermedia** dei contatori di energia campione utilizzati dal Centro.
- ④ Procedura per la **taratura** di contatori di energia in laboratorio.

2. LE PROCEDURE TECNICHE

Le procedure di taratura utilizzate dai Centri di taratura accreditati devono essere documenti a carattere operativo che individuano e definiscono tutte le operazioni che consentono al personale del Centro di effettuare tutte le operazioni necessarie per assicurare una sicura riferibilità delle misure effettuate e una corretta redazione del certificato di taratura.

La descrizione delle operazioni deve essere dettagliata e deve consentire a tecnici di adeguata formazione l'esecuzione delle operazioni con modalità analoghe. Tutte le elaborazioni dei dati che dai risultati delle misure consentono di individuare i valori da riportare sul certificato di taratura devono essere individuate e descritte in maniera non equivoca.

Le procedure tecniche che devono essere redatte dal Laboratorio di taratura che richiede l'accreditamento possono essere suddivise in due categorie:

- **Procedure per la taratura e conferma dei campioni e degli apparati** utilizzati dal laboratorio stesso (individuate con i simboli ①, ② e ③ nelle catene di riferibilità del precedente paragrafo);
- **Procedure per la taratura degli strumenti dei clienti** (individuate con i simboli ④ e ⑤ nelle catene di riferibilità del precedente paragrafo).

Oltre a tali procedure, al fine di consentire una valutazione complessiva dell'ambito di accreditamento, è opportuno che sia presente un **Manuale Operativo** in cui vengano riportate le catene di riferibilità per le diverse grandezze, le migliori capacità metrologiche del Centro (CMC, distinguendo tra tarature in laboratorio e taratura su impianto), l'elenco degli strumenti campione e degli apparati ausiliari utilizzati e l'elenco delle procedure tecniche.

Devono essere, inoltre previste procedure per la manutenzione e il controllo del corretto funzionamento degli apparati ausiliari quali, in particolare il generatore di potenza fittizia.

Informazioni a carattere generale su come redigere le procedure, o parti di esse, sono riportate su alcuni documenti disponibili in rete.

Dal sito di ACCREDIA www.accredia.it seguendo il percorso:

Dipartimento **Laboratori di taratura** => **Guide di applicazione**

è possibile scaricare Il documento [DT-03-DT](#) "Guida per la stesura delle procedure tecniche dei Laboratori Accreditati di Taratura" che descrive **la struttura e i contenuti** che devono essere implementati nelle procedure di taratura dei Centri di taratura accreditati.

Per quanto riguarda il Manuale Operativo è possibile trovare un esempio di struttura (seppur relativo ad altre grandezze elettriche) nell'Allegato 1 al documento SIT/Tec-015/07 scaricabile dal sito ACCREDIA seguendo il percorso:

Dipartimento **Laboratori di taratura** => **Guide di applicazione** =>
Documenti Informativi Tecnici

Le modalità da utilizzare per la **valutazione dell'incertezza di taratura** per i Centri accreditati sono riportate nel documento europeo [EA-4/02](#) "Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration" reperibile dall'indirizzo: www.european-accreditation.org/publications

il documento è stato tradotto in italiano nel documento [DT-05-DT](#) "Introduzione ai Criteri di Valutazione della Incertezza di Misura nelle Tarature" che è reperibile anch'esso sul sito di ACCREDIA nelle Guide di applicazione.

Per quanto riguarda le affermazioni di **conformità a specifiche**, indicazioni sono contenute nel documento internazionale ILAC-G8:03/2009 "Guidelines on the Reporting of Compliance with Specification" reperibile all'indirizzo: www.ilac.org/documents/ILAC_G8_03_2009.pdf

Le indicazioni contenute nel documento sono anche utilizzabili al fine di individuare i **limiti di accettazione**.

Nei successivi sottoparagrafi si riportano indicazioni specifiche per la stesura delle procedure individuate nelle catene di riferibilità riportate nel precedente paragrafo alle figure 1 e 2. La numerazione dei sottoparagrafi è coerente con quella contenuta nei simboli riportati nelle figure.

2.1. PROCEDURA DI CONFERMA METROLOGICA DEL CONTATORE DI ENERGIA UTILIZZATO NEL LABORATORIO

Questa procedura è individuata dal simbolo ① sia in fig. 1 che in fig. 2. Essa è relativa al contatore campione utilizzato in laboratorio come riferimento che può a sua volta utilizzato:

- per tarare contatori dei clienti (procedura ④ nelle figure 1 e 2);
- per tarare, se si implementa la catena di riferibilità 2 (procedura ② in fig. 2), il contatore campione (o i contatori) utilizzati dal Centro per le tarature sull'impianto;
- per tarare eventualmente altri contatori campione utilizzati per l'attività all'interno del laboratorio del Centro (non presenti negli schemi delle figure 1 e 2) se non sono caratterizzati da una maggiore accuratezza.

Le indicazioni riportate in questo paragrafo sono, inoltre, utilizzabili per sviluppare la procedura di conferma metrologica del contatore campione utilizzato per le tarature e le verifiche sull'impianto nel caso in cui esso sia tarato da un laboratorio di riferimento (procedura ② in fig. 1).

Nella procedura per la gestione del contatore campione, utilizzato come riferimento dal centro, devono essere presenti i seguenti elementi:

- Esame dei risultati della taratura;
- Controllo dell'effetto del trasporto;
- Valutazione dell'incertezza strumentale (incertezza d'uso) del contatore.

2.1.a. Esame dei risultati della taratura

La taratura dello strumento campione presso un laboratorio di riferimento è l'operazione che consente al Centro di effettuare misure riferibili.

Nella procedura devono essere individuate le modalità con cui il contatore campione deve essere tarato, ovvero in quali punti di misura e con quali incertezze. Tali valori devono essere presenti nei certificati di taratura del contatore campione (l'incertezza può essere minore ma non maggiore di quella prevista) affinché essi possano essere ritenuti validi.

I risultati riportati nel certificato di taratura devono essere utilizzati per verificare il corretto funzionamento dello strumento ovvero che:

- a) abbia eseguito, dalla precedente taratura, misurazioni con un errore non superiore al livello di incertezza che è associato al suo impiego (vedi incertezza strumentale al 2.1.c);

- b) sia prevedibile che effettuerà misurazioni con un errore non superiore al livello di incertezza che è associato al suo impiego sino alla prossima operazione di taratura e conferma metrologica.

La verifica per quanto riguarda a) può essere effettuata controllando che l'errore rilevato nella taratura è inferiore ad un limite L_1 pari a:

$$L_1 = U_s - U_T$$

Formula 1: calcolo del Limite L_1

dove U_s è l'incertezza strumentale del contatore e U_T è l'incertezza della sua taratura. Ambedue le incertezze sono valutate come incertezze estese espresse al 95% di livello di fiducia.

La verifica per quanto riguarda b) può essere effettuata controllando che l'errore rilevato nella taratura è inferiore ad un limite L_2 pari a:

$$L_2 = U_s - \sqrt{U_T^2 + U_D^2}$$

Formula 2: calcolo del Limite L_2 .

dove U_D è ricavata dalla possibile deriva a 1 anno (tempo tra due successive tarature) del contatore.

Nella procedura devono essere riportate tabelle che individuino i punti in cui viene effettuata la verifica (tipicamente tutti quelli in cui si prevede di effettuare la taratura) e i corrispondenti valori dei due limiti.

In caso di superamento del limite L_2 è messa in discussione la capacità del centro di effettuare tarature con la prevista incertezza nel tempo intercorrente sino alla prossima taratura. In questo caso è possibile seguire due differenti approcci.

La prima possibilità è quella di far eseguire una regolazione (messa a punto) del contatore campione, verificando, mediante una successiva taratura che gli errori rilevati rientrano entro i limiti L_2 .

La seconda possibilità è quella di aumentare l'incertezza strumentale associata all'uso del contatore campione, allargando, di conseguenza i limiti L_2 . In questo caso è necessario modificare le procedure di taratura coinvolte e la tabella di accreditamento del Centro.

È bene, infine, precisare che, in caso di regolazione del contatore campione, per il controllo a) deve essere utilizzato l'errore determinato nella taratura prima della regolazione e per il controllo b) l'errore rilevato nella taratura dopo la regolazione. In caso di regolazione è quindi necessario disporre dei valori di entrambe le tarature.

2.1.b. Controllo dell'effetto del trasporto

Assicurato il corretto trasferimento di riferibilità mediante l'esame dei risultati della taratura, è necessario controllare che il contatore non abbia subito alterazioni nel trasporto tra il Laboratorio di riferimento (Centro di taratura o l'Istituto Metrologico Nazionale) che ne ha effettuato la taratura e il Centro che lo utilizza come campione di riferimento nelle proprie attività.

Per effettuare tale controllo è necessario utilizzare un contatore campione di appoggio del Centro dotato di adeguata stabilità. Nelle catene metrologiche riportate nelle figure 1 e 2 è ipotizzato l'uso del contatore campione impiegato per le tarature sull'impianto ma, se è disponibile, è preferibile utilizzare un contatore campione che rimanga all'interno del laboratorio quantomeno nel periodo intercorrente tra l'invio del contatore campione al Laboratorio di riferimento e il suo ritorno.

Dovrebbero essere effettuati due confronti tra il contatore campione di riferimento e quello di appoggio prima dell'invio e dopo il ritorno. La verifica può essere effettuata utilizzando una relazione del tipo:

$$L_T > \Delta E_1 - \Delta E_2$$

Formula 3: Relazione tra Limite ed errori

dove ΔE_1 è la differenza tra gli errori dei contatore rilevate nel primo confronto, ΔE_2 è la differenza tra gli errori dei contatore rilevate nel secondo confronto e L_T è il valore limite della possibile reciproca deriva tra i due contatori nel periodo intercorrente tra i due confronti. Tale limite può essere valutato sperimentalmente confrontando periodicamente i due contatori. Il suo valore dovrebbe, in ogni caso, essere sensibilmente inferiore all'incertezza strumentale.

Nel caso in cui il Laboratorio di riferimento abbia provveduto non solo alla taratura ma anche alla regolazione del contatore campione, è necessario introdurre un termine correttivo Δ_R che tenga conto dell'alterazione introdotta dalla regolazione. In questo caso:

$$L_T > \Delta E_1 + \Delta_R - \Delta E_2$$

Formula 4: Relazione tra Limite ed errori in caso di regolazione

Il valore di Δ_R è ricavato dalla differenza tra gli errori ricavati nella taratura prima della regolazione e quelli determinati nella taratura eseguita dopo della regolazione.

Il controllo dell'effetto del trasporto deve essere effettuato in punti in cui è stata effettuata la taratura del contatore. È possibile selezionare un sottoinsieme di tali punti ma bisogna assicurare che la verifica coinvolga tutte le portate dello strumento.

Se i limiti sono superati, può essere necessario far ripetere la taratura e/o procedere alla riparazione del contatore.

2.1.c. Valutazione dell'incertezza strumentale (incertezza d'uso) del contatore

Con incertezza strumentale di uno strumento campione si definisce l'incertezza che si può associare all'utilizzo di un determinato strumento campione durante il periodo di validità della sua conferma metrologica.

La valutazione dell'incertezza strumentale è tipicamente ricavata dai dati (specifiche) forniti dal costruttore ma può essere modificata basandosi sull'esame dei certificati di taratura.

L'incertezza strumentale può essere espressa come scarto tipo o, nel caso in cui si può ipotizzare una distribuzione di tipo normale, come incertezza estesa espressa al 95 % di livello di fiducia per fornire un dato di immediata comprensione. Il Centro per poter ricavare questa componente di incertezza dai valori riportati nelle specifiche deve quindi (a meno che il costruttore non lo riporti) dichiarare come valuta questi valori, ovvero quale tipo di distribuzione esso ritiene di assegnargli e con quale livello di fiducia.

Definire l'incertezza strumentale del contatore campione è un elemento essenziale per mantenere sotto controllo il processo di trasferimento della riferibilità che passa attraverso lo strumento. In effetti essa è utilizzata in due differenti fasi:

- 1) definizione dell'incertezza strumentale del contatore nelle tarature che utilizzano lo strumento come campione (vedi par. 2.4.);
- 2) esame dei risultati di taratura (vedi par. 2.1.a.).

È, quindi, la stessa quantità che da un lato è utilizzata e dall'altra è verificata.

Come già accennato in 2.1.a un eventuale superamento dei limiti di accettazione può significare che il contatore non è in grado di assicurare l'accuratezza riportata nelle specifiche. A meno che ciò non sia dovuto ad un malfunzionamento, può essere conseguentemente necessario aumentare l'incertezza strumentale del contatore al fine di una corretta valutazione delle componenti di incertezza che incidono sulla taratura.

2.2. PROCEDURA DI TARATURA E CONFERMA DEL CONTATORE DI ENERGIA UTILIZZATO PER TARATURE SU IMPIANTO

Nelle catene di riferibilità questa procedura è individuata dal simbolo ②. Siccome nello schema di fig. 1 il contatore campione utilizzato per tarature su impianto è tarato direttamente da un laboratorio di riferimento, le indicazioni per la sua stesura sono analoghe a quelle già riportate nel paragrafo 2.1 per il contatore utilizzato per le tarature in laboratorio. Nella valutazione dell'incertezza strumentale bisognerà, però tenere conto delle differenti condizioni ambientali in cui si troverà ad operare il contatore.

Se inserita nella catena di riferibilità individuata in fig. 2 questa procedura deve essere, invece, integrata dalle informazioni relative al processo di taratura effettuato all'interno del laboratorio del Centro. In questo caso la procedura per la taratura e conferma del contatore campione utilizzato per tarature su impianto, dovrà, quindi, trattare i seguenti argomenti:

- a) Operazioni di taratura;
- b) Valutazione dell'incertezza di taratura;
- c) Stesura del certificato di taratura;
- d) Esame dei risultati della taratura;
- e) Valutazione dell'incertezza strumentale (incertezza d'uso) del contatore.

Per quanto riguarda i punti d) ed e) si rimanda rispettivamente ai precedenti paragrafi 2.1.a. e 2.1.c. I punti a), b) e c) sono approfonditi nei prossimi sottoparagrafi.

2.2.a. Operazioni di taratura

La taratura del contatore campione utilizzato per la taratura sull'impianto deve essere effettuata per confronto con il contatore campione di riferimento del Centro utilizzando il metodo del carico fittizio.

La procedura deve descrivere in dettaglio tutte le operazioni effettuate. Come guida per la stesura di questa parte della procedura può essere utilizzato il documento DT-03-DT precedentemente citato ed in particolare i contenuti dei paragrafi da 5.1. a 5.9.

Nella procedura devono essere riportate in particolare le seguenti informazioni:

- **Scopo della taratura** ovvero la funzione che essa svolge all'interno delle attività del Centro;
- **Descrizione dell'oggetto in taratura** con modello e numero di serie;
- **Elenco degli strumenti e degli apparati utilizzati per la taratura** in cui sono riportati gli strumenti campione, gli strumenti ausiliari e tutti gli apparati coinvolti nella taratura;
- **Condizioni ambientali e periodo di stabilizzazione richiesto** in cui riportare i campi di temperatura e umidità in cui è prevista che si svolga la taratura e il periodo di tempo che

deve intercorrere tra il trasporto del contatore all'interno del laboratorio con controllo ambientale e la sua taratura.

- **Modalità di effettuazione della taratura** in cui riportare le seguenti informazioni:
 - **Operazioni preliminari** da effettuare sul contatore in taratura, su quello campione, sugli strumenti ausiliari e sugli apparati ausiliari per assicurarne il corretto funzionamento;
 - **Circuiti di misura** da realizzare per effettuare le diverse tarature previste nella procedura (anche al variare dei diversi tipi di connessione trifase). Gli schemi devono consentire di individuare in modo chiaro tutte le connessioni elettriche da effettuare;
 - **Operazioni tecniche** che devono essere descritte in dettaglio al fine di consentire a tutti gli operatori di effettuare le operazioni in modo corretto e analogo. Devono essere indicati tutti i punti di taratura da effettuare e per ognuno di essi deve essere individuato il circuito di misura da utilizzare, le impostazioni da realizzare sugli strumenti, i tempi di stabilizzazione con segnale di misura applicato, le modalità di individuazione dei tempi di misura e quante misure sono effettuate per ogni punto di taratura;
 - **Elaborazione dei dati** in cui riportare il procedimento con cui ricavare i valori da riportare sul certificato partendo dai dati sperimentali ricavati;
 - **Modalità di registrazione dei dati e delle elaborazioni** ovvero in quali registrazioni del Centro esse vengono riportate che esse siano sia su carta che su file;
 - È necessario segnalare che la norma richiede che nelle registrazioni siano mantenuti i dati originali ricavati dalla taratura e che gli eventuali dati errati non siano cancellati;
 - Apposizione di etichette, marchi e sigilli.

2.2.b. Valutazione dell'incertezza di taratura

La valutazione dell'incertezza di misura deve essere effettuata in accordo con il documento EA-4/02.

In essa devono essere quindi presenti un modello della misura ovvero la relazione che definisce l'errore di misura e quindi l'elaborazione che consente di individuare l'incertezza complessiva a partire dalle singole componenti di incertezza. Di ogni componente dovrà essere individuato il valore a livello scarto tipo, il tipo di distribuzione e il coefficiente di sensibilità.

Le componenti di incertezza che intervengono nel processo sono:

- a) **Incerteze dovute allo strumento campione** pari alla sua incertezza strumentale definita nella procedura di conferma metrologica del campione e valutata in accordo con quanto riportato in 2.1.c;
- b) **Incerteze dovute alla definibilità del contatore in taratura** e che sono dovute alla stabilità a breve termine del contatore in taratura, alla sua risoluzione (tenendo conto anche dei tempi di misura precedentemente stabiliti) e al suo coefficiente di temperatura. La stabilità può essere ricavata ripetendo più volte la misura;
- c) **Incerteze dovute al circuito e metodo di misura** che possono essere spesso trascurabili per questo genere di tarature.

L'incertezza della taratura dovrà essere dichiarata come incertezza estesa al valore di fiducia del 95%. Dovrà essere disponibile una tabella conclusiva che indichi, per tutti i punti di taratura previsti, la relativa incertezza di taratura.

2.2.c. Stesura del certificato di taratura

La redazione del certificato, in ambito accreditato, deve essere effettuata in accordo con il documento ACCREDIA IO-09-DT.

Tra le altre cose, in esso devono essere fornite le seguenti informazioni:

- l'identificativo della procedura di taratura;
- le condizioni ambientali del laboratorio di taratura;
- tutte le operazioni, le verifiche (con relativo esito) e le impostazioni realizzate sul contatore in taratura;
- le modalità di esecuzione della taratura;
- i risultati ottenuti in tutti i punti di taratura effettuati, con le relative incertezze.

Le informazioni e i valori riportati sul certificato devono essere in accordo con quanto previsto nella relativa procedura di taratura.

Alla procedura è opportuno allegare un esempio di certificato emesso con quella procedura.

2.3. PROCEDURA PER LA VERIFICA INTERMEDIA DEI CONTATORI DI ENERGIA CAMPIONE UTILIZZATI DAL CENTRO

Lo scopo di questa procedura (individuata dal simbolo ③ sia in fig. 1 che in fig. 2) è quello di mantenere sotto controllo tutti i contatori campione utilizzati dal Centro per l'esecuzione di tarature in ambito accreditato sia in laboratorio che presso l'impianto. Essa si applica nel periodo intercorrente tra una operazione di taratura e conferma metrologica del contatore e la successiva. La sua applicazione è necessaria al fine di evitare (o quantomeno ridurre l'effetto) che eventuali malfunzionamenti o non previste derive inducano sullo strumento errori di misura superiori alla sua incertezza strumentale e che quindi provochino l'emissione di certificati con risultati non corretti. La periodicità con cui viene effettuata questa operazione dipende dall'uso previsto del contatore. Se esso è mantenuto all'interno del laboratorio, la verifica intermedia può essere prevista ogni 3-4 mesi. Se il contatore è utilizzato per tarature sull'impianto, gli elementi di criticità aumentano anche a causa di possibili effetti dovuti al trasporto e al suo utilizzo in condizioni ambientali non controllate. La periodicità deve, in questo caso, essere ridotta tenendo conto anche dell'intensità delle operazioni effettuate con il contatore.

Le modalità di effettuazione delle verifiche intermedie possono essere analoghe a quelle utilizzate per il controllo dell'effetto del trasporto (vedi 2.1.b), operazione con cui la verifica intermedia può intrecciarsi (il confronto tra i due contatori dopo il ritorno dalla taratura può essere interpretata anche come la prima verifica intermedia, il confronto effettuato prima dell'invio in taratura può essere interpretato anche come ultima verifica intermedia).

Analogamente la verifica può essere effettuata utilizzando, per ogni punto del confronto una relazione del tipo:

$$L_T > \Delta E_1 - \Delta E_2$$

Formula 5: Relazione tra Limite ed errori

dove ΔE_1 è la differenza tra gli errori dei contatore rilevate nella verifica intermedia precedente, ΔE_2 è la differenza tra gli errori dei contatore rilevate nella verifica intermedia successiva e L_T è il valore limite della possibile reciproca deriva tra i due contatori nel periodo intercorrente tra i due confronti.

In caso di superamento del limite è in primo luogo necessario valutare se la variazione è significativa rispetto alle incertezze strumentali dei due contatori a confronto. Se è significativa bisogna individuare quale dei due contatori a confronto è la causa dell'anomalia. Purtroppo se il Centro dispone solo di due contatori può non essere possibile individuarlo ed è necessario sospendere le tarature e inviare almeno uno dei due contatori in taratura presso il Laboratorio di riferimento.

Se il Centro dispone di altri contatori campione è possibile utilizzarli per individuare quale contatore ha avuto un comportamento anomalo.

2.4. PROCEDURA PER LA TARATURA DI CONTATORI DI ENERGIA IN LABORATORIO

Questa procedura (individuata dal simbolo ④ sia in fig. 1 che in fig. 2) deve soddisfare le indicazioni riportate nel par. 6.2.1 del documento DT-01-DT. Per la stesura della procedura, è possibile utilizzare, anche in questo caso, il documento DT-03-DT come guida. Nella procedura devono essere fornite informazioni sui seguenti argomenti:

- a) Operazioni di taratura;
- b) Valutazione dell'incertezza di taratura;
- c) Stesura del certificato di taratura.

Per quanto riguarda il contenuto della procedura sono in linea di massima valide le indicazioni fornite nei paragrafi 2.2.a, 2.2.b e 2.2.c.

Esistono però delle differenze dovute al fatto che la procedura descritta al par. 2.2 è relativa alla taratura di un determinato contatore di energia utilizzato come campione dal Centro, mentre in questa procedura l'oggetto è un qualsiasi contatore di energia che può pervenire al Centro da un cliente per la sua taratura.

Nei prossimi sottoparagrafi saranno individuate solo queste differenze.

2.4.a. Operazioni di taratura

Nella **Descrizione dell'oggetto in taratura** si riporta, in questo caso, la tipologia o le tipologie di contatori di energia che si prevede di tarare con la procedura (principio di funzionamento, campo di misura, livello di accuratezza, configurazione di misura, monofase e/o trifase, ecc..).

Nelle **Operazioni preliminari** vengono riportate, per quanto riguarda il contatore in taratura, indicazioni a carattere generale e non specifico.

I **Circuiti di misura** riportati devono consentire l'effettuazione di tutte le misure che possono essere eseguite utilizzando la procedura (mono-trifase, configurazioni a 3-4 fili, inserzione Aron).

Anche nelle **Operazioni tecniche** è necessario riportare tutte le indicazioni necessarie per eseguire le tarature nelle diverse configurazioni. Le configurazioni in cui eseguire la taratura devono essere selezionate sulla base delle modalità di funzionamento del contatore campione.

In questo paragrafo devono essere riportate indicazioni non equivocate per individuare quali punti di misura sono da effettuare in funzione del tipo di contatore di energia in taratura, basandosi, eventualmente sulle norme del settore.

Devono essere, inoltre, fornite indicazioni sulle modalità utilizzate per la valutazione delle componenti di incertezza relative alla definibilità del contatore in taratura e per il successivo calcolo dell'incertezza di taratura.

2.4.b. Valutazione dell'incertezza di taratura

Rispetto a quanto riportato in 2.2.b sono presenti due significative differenze. La prima è relativa alla componente di incertezza dovuta alla definibilità dello strumento in taratura. Siccome con questa taratura possono essere tarati contatori di diverso tipo non è possibile determinare a priori il valore di questa componente. Per completare il calcolo si ipotizza di tarare il miglior contatore di energia elettrica che si prevede di poter tarare. I valori di incertezza così valutati rappresentano le migliori capacità di taratura che il Centro può assicurare (CMC - Calibration and Measurement Capabilities). Questi valori sono molto importanti in quanto essi saranno riportati sulla tabella di accreditamento del Centro.

Sulla procedura devono essere inoltre riportate le modalità per valutare la effettiva definibilità del contatore in taratura. Questo valore dovrà essere sostituito (punto per punto) a quello del miglior contatore al fine di ricavare l'incertezza di taratura del contatore sotto prova da riportare sul certificato. La definibilità può essere ricavata sperimentalmente o fatta derivare dalla classe del contatore che deve essere tarato.

Altro elemento che differenzia questa valutazione di incertezza da quella di par. 2.2.b è il fatto che, siccome non è possibile affermare a priori in quali punti sarà effettuata la taratura, la valutazione dell'incertezza dovrà essere effettuata su tutti i punti in cui potrà accadere di eseguire la taratura.

Per assicurare questo requisito è possibile sia calcolare l'incertezza per tutti i punti di misura in relazione a tutti i tipi di contatori che si intende tarare o definire l'incertezza non per punti ma per campi di misura.

2.5. PROCEDURA PER LA TARATURA DI CONTATORI DI ENERGIA SU IMPIANTO

Questa procedura (individuata dal simbolo © sia in fig. 1 che in fig. 2) deve soddisfare le indicazioni riportate nel par. 6.3 del documento DT-01-DT.

La procedura deve quindi trattare tutti i seguenti argomenti:

1. Raccolta documentazione:
 - a) Verifiche sugli elementi impiantistici afferenti al sistema di misura;
 - b) Taratura delle apparecchiature di misura;
 - c) Valutazione analitica dell'errore globale del sistema di misura;
 - d) Redazione dei certificati di taratura.

Nell'Allegato 3 è riportata la struttura del certificato da utilizzare quando si esegue la taratura di contatori di energia su impianto, che prevede di riportare anche l'esito delle verifiche previste nel par. 6.3 del documento DT-01-DT. Anche in questo caso, alla procedura è opportuno allegare un esempio di certificato.

ALLEGATO 2: STRUTTURA DEL CERTIFICATO DA UTILIZZARE QUANDO SI ESEGUE LA TARATURA SU IMPIANTO DI SISTEMI DI MISURA DELL'ENERGIA

<p>Spazio ove il Centro può inserire il suo marchio</p>	<p>Centro di Taratura LAT N° xxx Calibration Centre Laboratorio Accreditato di Taratura</p>	
		<p>LAT N° xxx Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements</p>
		<p>Pagina 1 di 4 Page 1 of 4</p>
<p>CERTIFICATO DI TARATURA LAT XXX nmm Certificate of Calibration</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - data di emissione <i>date of issue</i> - cliente: <i>customer</i> - destinatario: <i>receiver</i> - richiesta <i>application</i> - in data <i>date</i> 	<p><i>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. XXX rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA garantisce le capacità di misura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.</i></p>	
<p><u>Si riferisce a</u></p>	<p><i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. XYZ granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the measurement capability and metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.</i></p>	
<p><u>Referring to</u></p>		
<ul style="list-style-type: none"> - oggetto <i>item</i> - costruttore <i>manufacturer</i> - modello <i>model</i> - matricola <i>serial number</i> - data di ricevimento <i>date of receipt</i> - data della misura <i>date of measurements</i> - registro di laboratorio <i>laboratory reference</i> 		
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato. <i>The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</i></p>		
<p>Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2. <i>The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.</i></p>		
<p>Il Responsabile del Centro <i>Head of the Centre</i></p>		

Figura 3: Modello di Certificato - Prima pagina.

Spazio ove il
Centro può
inserire il suo
marchio

Centro di Taratura LAT N° xxx
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° xxx
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 2 di 4
Page 2 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT XXX nnnn
Certificate of Calibration

Contatore campione : _____ Mod: _____ N. di serie: _____
 Certificato di taratura N. : _____ Emesso da: _____
 Procedura di taratura utilizzata: _____

Codice ditta / accisa : _____
 Esercente officina: _____ Codice fiscale: _____

LUOGO DELLA TARATURA E DATI SPECIFICI:

Indirizzo:		
Servizio-Posizione:		
Comessione:	Tensione impianto:	Tipo di verifica:

COMPOSIZIONE DEL SISTEMA DI MISURA SOTTO VERIFICA:

Contatore di energia								
Tipo:		Classe:			Tensione:			
Marca:		Classe:			Corrente:			
Modello:		Frequenza:			K Contatore:			
MID:		L' Integratore ha:			interi e decimali			
Costante integrazione del contatore:			imp/kWh		Costante di lettura dell'intero gruppo di misura k =			
Trasformatori Amperometrici (TA)								
Costruttore	Modello	N° di serie	Rapporto (A/A)	Classe	Prestazione (VA)	Certificato di taratura		
						Emesso da	Data	N°
Trasformatori Voltmetrici (TV)								
Costruttore	Modello	N° di serie	Rapporto (V/V)	Classe	Prestazione (VA)	Certificato di taratura		
						Emesso da	Data	N°

SUGELLI RISCONTRATI E MOVIMENTATI:

Sugelli	Applicati - Riscontrati -	N° e posizionamento e/o descrizione	NOTA

Figura 4: Modello di Certificato – seconda pagina.

Spazio ove il
Centro può
inserire il suo
marchio

Centro di Taratura LAT N° xxx
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° xxx
Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Pagina 2 di 4
Page 2 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT XXX 1010
Certificate of Calibration

DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE:	Elenco dei componenti del sistema	SI	NO
	Certificati relativi alle precedenti tarature	SI	NO
	Schema unifilare dell'impianto	SI	NO
	Schema di inserzione del sistema di misura	SI	NO

VERIFICHE EFFETTUATE:

(CEI 13-71 par. 7.3.1)

CEI 13-71	Operazione	Eseguita	Esito	NOTA
§ 7.3.1 a)	Controllo dei dati di targa			
§ 7.3.1 e)	Verifica disponibilità e rispondenza dei certificati di taratura di contatori e TA-TV			
§ 7.3.1 f)	Esame visivo dell'integrità dei componenti del sistema di misura			
§ 7.3.1 g)	Verifica della corretta inserzione delle apparecchiature			
§ 7.3.1 h)	Controllo della corrispondenza con il circuito indicato nella documentazione			
§ 7.3.1 i)	Verifica della rispondenza del sistema di misura alle prescrizioni della CEI 13-71			
§ 7.3.1 j)	Controllo del coefficiente di conversione nominale complessivo del sistema (K)			
§ 7.3.1 k)	Verifica delle condizioni di funzionamento del sistema di misura a carico reale rispetto alle "condizioni normali" (CEI 13-71 § 6)			
§ 7.3.1 l)	Prova di marcia a vuoto			
§ 7.3.1 m)	Prova di avviamento del contatore in presenza di carico minimo			
§ 7.3.1 n)	Prova di corretta integrazione dei numeratori di energia			
§ 7.3.1 o)	Congruietà della data e dell'orario del contatore			
§ 7.3.3	Errore introdotto dai cavi tra TV e contatore < 1/10 incertezza			

VALORI MISURATI SULLE CONNESSIONI DEI TRASFORMATORI DI MISURA:

(CEI 13-71 par. 7.3.2 e 7.3.3)

Fase	TA		TV		Resistenza collegamenti di uscita dei TV (Ω)	NOTA
	Prestazione	f.d.p.	Prestazione	f.d.p.		
FASE R						
FASE S						
FASE T						

TARATURA A CARICO REALE

Eseguita su: Sistema di misura
 Contatore di energia

Ora inizio: Ora Term.: Temperatura compresa tra : 5 e 30 °C -10 e +40 °C -25 e +55 °C

Valore Registri	Totalizzatore			Totalizzatori fasce				
Tipo di registro:	Immissione	Prelievo	F1-Immis.	F1-Prelev.	F2-Immis.	F2-Prelev.	F3-Immis.	F3-Prelev.
Letture iniziale:								
Letture finale:								

Punto di misura	Fase	Tensione (V)	Corrente (A)	fdp	Errore misurato		Incertezza (%)	Limite (%)	NOTA
					A+ (%)	A- (%)			
1	R								
	S								
	T								

Punto di misura	Fase	Valori misurati		fdp	Errore misurato		Incertezza (%)	Limite (%)	NOTA
		P (kW)	L/In (%)		A+ (%)	A- (%)			
2	RST								
3	RST								
4	RST								
5	RST								

Tensione di misura: Fase R Fase S Fase T

Figura 5: Modello di Certificato – terza pagina.

Spazio ove il
Centro può
inserire il suo
marchio

Centro di Taratura LAT N° xxx
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° xxx
Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Pagina 3 di 4
Page 3 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT XXX 1010
Certificate of Calibration

TARATURA A CARICO FITTIZIO

Eseguita su: Sistema di misura
 Contatore di energia

Ora inizio: Ora Term.: Temperatura compresa tra: 5 e 30 °C -10 e +40 °C -25 e +55 °C

Tipo di registro:	Valore Registri			Totalizzatore			Totalizzatori fasce		
	Immissione	Prelievo	F1-Immis.	F1-Prelv.	F2-Immis.	F2-Prelv.	F3-Immis.	F3-Prelv.	
Lettura iniziale:									
Lettura finale:									

Punto di misura	Fase	Corrente di misura		fdp	Errore misurato		Incertezza (%)	Limite (%)	NOTA
		(A)	I/In (%)		A+ (%)	A- (%)			
1	RST								
2	RST								
3	RST								
4	RST								
5	RST								
6	RST								
7	-R-								
8	-S-								
9	-T-								

Tensione di misura: V Fornita da: RETE Carico fittizio

ERRORE GLOBALE DEL SISTEMA DI MISURA RICAVATO ANALITICAMENTE

Punto di misura	Fase	Corrente di misura		fdp	Errore misurato		Incertezza (%)	Limite (%)	NOTA
		(A)	I/In (%)		A+ (%)	A- (%)			
1	RST								
2	RST								
3	RST								
4	RST								
5	RST								
6	RST								
7	-R-								
8	-S-								
9	-T-								

NOTA	TESTO

Figura 6: Modello di Certificato – quarta pagina

ALLEGATO 3: CONTENUTO DELL'ALLEGATO AL CERTIFICATO DI ACCREDITAMENTO

In laboratorio (laboratorio permanente)

Grandezza	Strumento in taratura	Campi di misura			Incertezza (*)	Nota
		Tensione	Corrente	Fattore di potenza		
Energia attiva in regime alternato monofase (**)	Misuratori di energia Convertitori energia/impulsi					
Energia attiva in regime alternato trifase (**)	Misuratori di energia Convertitori energia/impulsi					

Figura 7: Modello di Allegato al Certificato – Laboratorio permanente.

Su impianto (tarature esterne)

Grandezza	Strumento in taratura	Campi di misura			Incertezza (*)	Nota
		Tensione	Corrente	Fattore di potenza		
Energia attiva in regime alternato monofase (**)	Sistemi di misura dell'energia elettrica					
Energia attiva in regime alternato trifase (**)	Sistemi di misura dell'energia elettrica					

Figura 8: Modello di Allegato al Certificato – Tarature esterne.

(*) L'incertezza di misura è espressa in modo relativo al valore di misura ed è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia del 95%.

(**) Taratura eseguita secondo il DT-01-DT rev.02 (che recepisce la guida CEI 13-71).

L'allegato al Certificato di Accreditamento deve essere corredato dalle seguenti note:

Testo della nota	Motivazione
Taratura eseguita in configurazione trifase a 4 fili <i>oppure</i> Taratura eseguita in configurazione trifase a 3 fili (inserzione ARON), tensione di fase <i>oppure</i> Taratura eseguita in configurazione trifase a 3 fili (inserzione ARON), tensione concatenata	Nei campi relativi alle misure trifasi bisogna distinguere le capacità di misura relative alla configurazione trifase a quattro fili da quelle relative alla configurazione trifase a tre fili (ARON). In quest'ultimo caso è necessario precisare se le tensioni riportate nel corrispondente campo sono di fase o concatenate.
Taratura su impianto eseguita con carico reale <i>oppure</i> Taratura su impianto eseguita con carico fittizio (con tensioni e correnti simmetriche ed equilibrate)	Per quanto riguarda le tarature su impianto deve essere riportato se le capacità di misura sono relative alla taratura con carico fittizio e/o con carico reale.
Taratura su impianto eseguita mediante pinze amperometriche	Le capacità di misura ottenute grazie all'impiego di pinze amperometriche devono essere distinte da quelle ottenibili mediante l'utilizzo dei morsetti dello strumento campione.
Tarature eseguite ad una frequenza compresa tra ... Hz e ... Hz <i>oppure</i> Tarature eseguite alla frequenza di ... Hz	E' necessario riportare il campo della frequenza di misura.