

Annarita Lazzari

## L'ottimizzazione degli intervalli di taratura

*Un problema aperto di grande impatto economico*

### OPTIMIZATION OF CALIBRATION INTERVALS: AN OPEN PROBLEM OF GREAT ECONOMIC IMPACT

Traceability of measurement results is, in theory, the main concern of Metrologists. Calibration and measurement uncertainty evaluation is required to demonstrate traceability. However calibration is only valid for the calibration interval. Since the measurement uncertainty partially depends on the calibration result, it is realistic only if the device does not change (does not evolve). Thus the question of the calibration intervals is a key issue of traceability, often neglected. This paper deals with this subject, illustrating three interesting optimization methods already encompassed in the French Std. FD X 07-014 of 2006.

### RIASSUNTO

La riferibilità dei risultati di misura è, in teoria, la principale preoccupazione di un Metrologo. Taratura e valutazione dell'incertezza di misura consentono di dimostrare questa riferibilità. Tuttavia, la taratura è valida solo al momento dell'operazione medesima. Dato che l'incertezza di misura dipende in parte dai risultati di taratura, essa è realistica solo se il dispositivo non si modifica (non evolve). Così la questione relativa agli intervalli di taratura è una questione essenziale di riferibilità troppo spesso trascurata. Questo articolo si occupa di questo argomento, illustrando tre interessanti metodi per l'ottimizzazione già considerati nella norma francese FD X 07-014 del 2006.

### L'ANALISI DEL PROBLEMA

Sono essenzialmente due le domande cui è necessario dare risposta, affinché la Metrologia in azienda possa essere efficiente e soprattutto compresa:

1. Perché tarare?
2. Quando (o meglio ogni quanto) tarare?

La risposta alla prima domanda può, in effetti, sembrare semplice: perché solo la taratura, dandoci la riferibilità al campione, ci dice quanto "giusta" (o "sbagliata") sia la nostra misura e ci dà il mezzo per correggerla. Ci sono vari vincoli dettati dalla normativa e dalla regolamentazione vigente. Tutti ormai conosciamo la definizione di "Taratura" fornita dal Vocabolario Internazionale di Metrologia (CEI UNI 70099 – VIM 3 par. 2.39), che individua nella taratura l'"operazione eseguita in condizioni specificate" e propone due step:

– una prima fase stabilisce una relazione tra i valori di una grandezza, con le rispettive incertezze di misura;

– una seconda fase usa queste informazioni per stabilire una relazione che consenta di ottenere un risultato di misura a partire da un'indicazione, e di conseguenza trova un legame tra l'indicazione di un'apparecchiatura per misurazione e l'incertezza di misura.

Tale seconda fase, che in realtà è la più importante in quanto consente fattivamente di utilizzare il risultato del confronto con il campione per correggere la misura, è troppo spesso ignorata in ambito aziendale e, di solito, si ritiene che la taratura si esaurisca con il solo primo step. Lo step 1, in realtà, serve solo a ottenere il certificato di taratura da mostrare all'ispettore, ma il valore aggiunto della taratura (e quindi il suo ritorno economico) sarebbe del tutto nullo senza tutto il resto. In effetti, se la convinzione fosse quella d'interessarsi alla sola prima fase, anche il presente articolo non sarebbe di nessun aiuto. Infatti, in questo contesto l'intento è di capire come la Metrologia possa effettivamente essere un beneficio tangibile

per l'azienda e non solo una mera voce di costo, percepita come sfortunatamente ineliminabile a causa della normativa vigente.

In realtà proprio il modo in cui concepisce e utilizza una taratura distingue un Metrologo serio e competente da un Metrologo burocrate, ed è in tal modo che si fa evolvere la Metrologia verso una vera Metrologia, utile e intelligente, che costituisca un elemento di redditività e di competitività per l'azienda, la *Smart Metrology*.

Oltre alla definizione del VIM da cui siamo partiti e alla riferibilità ai campioni nazionali che ne scaturisce, altro elemento importante che ci spinge a tarare è la catena di riferibilità, cioè la catena ininterrotta di confronti che dalla misura restituita dall'apparecchiatura per misurazione ci porta fino al campione nazionale e poi alla confrontabilità delle misure sulla base di un'unificazione Internazionale. Altro aspetto è poi quello che spesso la regolazione viene confusa con la taratura: una taratura non è una regolazione, o qualsiasi operazione su un sistema per misurazione, ma è soltanto un confronto con uno standard. I requisiti specificati per la verifica devono essere definiti dal Metrologo, ma la taratura al tempo  $t$  fornisce solo un'istantanea dello stato dell'apparecchiatura di misurazione in quel momento. Che cosa accade dopo? Le apparecchiature per misurazione derivano e quindi, per garantire la correttezza della misura, entro i limiti dell'incertezza dichiarata, è necessario ripetere la taratura, come peraltro suggerito dalla ISO 9001 e dalla ISO 10012. Siamo dunque spinti a tarare anche sulla base di ciò che ci viene detto dalla Norma ISO 9001 (§ 7.1.5

Direttore Tecnico e Commerciale,  
DeltaMu Italia srl  
[alazzari@deltamu.com](mailto:alazzari@deltamu.com)

vers. 2015), che c'informa di due aspetti fondamentali:

1. la taratura è necessaria, ma non viene imposta alcuna periodicità;
2. non tutto dev'essere tarato.

Solo in ambito di Metrologia Legale o per certi prodotti del settore aeronautico c'è una periodicità imposta per la taratura che deve essere obbligatoriamente rispettata.

Infine la ISO 10012 (§ 7.1 § 7.1.1 e segg.) afferma che l'ottimizzazione degli intervalli di taratura è parte del processo di conferma metrologica. La norma specifica che devono essere presi in considerazione i requisiti metrologici del processo di misurazione, vale a dire:

- necessità di conoscere il processo di misurazione (altrimenti non è non possibile l'ottimizzazione);
- frequenza modulata secondo una storia di tarature precedenti.

Si arriva così alla seconda delle due domande da cui siamo partiti: quanto frequentemente va ripetuta una taratura? Nessuna norma prescrive un intervallo fisso e precostituito. Anzi, la ISO 10012 sottolinea chiaramente che l'ottimizzazione degli intervalli di taratura è parte del processo di conferma metrologica, ed è quindi una delle funzioni che il servizio metrologia dell'azienda deve svolgere.

Il problema è sulla base di quali parametri/considerazioni si arrivi a definire gli intervalli ottimi di taratura. L'ottimizzazione delle frequenze di taratura è anche un collegamento diretto all'ottimizzazione della funzione di Metrologia in azienda. Quest'articolo si occupa d'illustrare brevemente alcuni possibili metodi.

Esistono in realtà vari suggerimenti, Norme e linee guida. Una delle più note e seguite è la Guida internazionale ILAC-G24/OIML D 10 (2007) (E) che tuttavia, come noto, offre soluzioni piuttosto generiche e pone forse più problemi di quelli che vorrebbe risolvere. In questo articolo prendiamo invece in considerazione tre metodi sviluppati prevalentemente in Francia, due dei quali ideati, applicati e diffusi da DeltaMu, con ottimi risultati in ambito aziendale. Sono tre metodi estremamente pratici, con un fondamento scientifico solido, interessanti di per sé stessi e riconosciuti utili da numerose aziende francesi, tanto che AFNOR li ha normati e li ha inseriti nella FD X 07-014 del 2006.

Sono tre metodi concreti di ottimizzazione (il terzo dei quali è presentato nell'appendice dello standard medesimo) ed è quindi auspicabile che vengano impiegati anche in Italia, non essendoci, infatti, attualmente, nulla che prescriva come arrivare alla definizione dell'intervallo di taratura ottimo.

## IL METODO DELLA DERIVA

Il primo metodo è un metodo basato sulla deriva dell'apparecchiatura per

misurazione. La prima fase di questo metodo consiste nel modellare la deriva osservata per ogni apparecchiatura con il metodo dei minimi quadrati. Tuttavia, la deriva di un'apparecchiatura per misurazione può cambiare bruscamente durante la produzione. Ad esempio si potrebbe non dover usare più l'apparecchiatura per un certo periodo, oppure avere un incremento o una diminuzione della produzione che può portare a un uso più o meno intensivo dell'apparecchiatura stessa. Una linearizzazione non terrebbe necessariamente conto di tali variazioni.

Di conseguenza, in una seconda fase si decide di prendere in considerazione un'intera famiglia di derivate provenienti da apparecchiature per misurazione simili fra loro. In tal modo tutte le apparecchiature per misurazione di una stessa famiglia vengono raggruppate per determinare (statisticamente) la deriva massima della famiglia medesima. Molto qualitativamente la situazione può essere illustrata come in Fig. 1.

L'idea è che un'apparecchiatura per misurazione abbia un limite d'usura oltre il quale è fuori requisito. In corrispondenza di questo limite si traccia una retta, che rappresenta dunque la linea decisionale. Riportando sulle ascisse il tempo, cioè la data di taratura su un determinato periodo di osservazione (nell'esempio riportato nella Norma il periodo di osservazione copre 6 anni, ma potrebbe ridursi a un periodo più breve) e sulle ordinate i valori misurati, si trova che il risultato della misura decresce nel tempo secondo un andamento approssimativamente rettilineo perché si è ipotizzato, appunto, che l'apparecchiatura per misurazione si usuri come nel caso tipico di apparecchiature meccaniche. La pendenza  $\alpha$  di tale retta rappresenterà, pertanto, la deriva dell'apparecchiatura considerata. In realtà, però, occorre qui notare che l'usura, e quindi la deriva, dipende anche dall'uso che viene fatto dell'apparecchiatura medesima, e cioè (come specificato sopra) si può riscontrare inizialmente una piccola deriva perché l'apparecchiatura non viene molto usata, mentre in un secondo momento può accadere che cambino le condizioni produttive, che s'inizi a fare un uso maggiore dell'apparecchiatura e che quindi si riscontri un decadimento più veloce.

Si prende in considerazione allora la deriva di una fami-

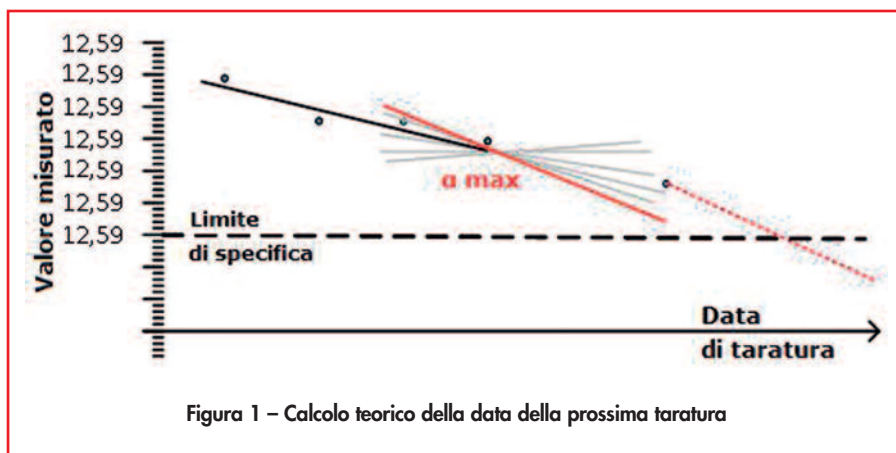


Figura 1 - Calcolo teorico della data della prossima taratura

glia di apparecchiature simili. Dopo di che, sulla scorta del Teorema del Limite Centrale, si considera la deriva (pendenza) massima calcolandola statisticamente, considerando cioè la distribuzione delle derivate delle apparecchiature della stessa famiglia e valutandone la media ( $\alpha_{media}$ ) e la deviazione standard ( $s_\alpha$ ):

$$\alpha_{max} = \alpha_{media} \pm 2s_\alpha$$

Questa deriva massima rappresenta in azienda il caso peggiore dell'usura dell'apparecchiatura per misurazione considerata. S'identifica allora con  $\alpha_{max}$  la pendenza massima e questa costituirà la deriva massima; poi si usa questo valore per identificare la successiva data di taratura mediante la seguente formula:

$$Periodicit\grave{a}_{ottima} = \frac{Limite - Misura_{taratura}}{\alpha_{max}}$$

Quindi la frequenza di taratura (periodicit\grave{a}, nella Norma) di ogni apparecchiatura per misurazione pu\`o essere calcolata in base al suo ultimo valore di taratura e alla pendenza di deriva massima della sua famiglia di appartenenza. Naturalmente poi il tutto dovr\`a essere convertito in anni o in mesi. Tuttavia, poich\`e quella che stiamo considerando \`e una deriva massima statistica, ci possono essere apparecchiature con deriva maggiore e quindi si procede all'aggiunta di un fattore di sicurezza pari all'80% (o al 50%) che consente di anticipare un po' la data della prossima taratura calcolata:

$$Periodicit\grave{a} = 0,8 \times Periodicit\grave{a}_{ottima}$$

Questo metodo fornisce una visione fisica e realistica della deriva delle apparecchiature in azienda e fornisce molte informazioni sul proprio processo di misura, consentendo di reagire all'eventuale problema prima ancora che questo si verifichi. Se, ad esempio, si notasse che un'apparecchiatura per misurazione presenta una deriva massima molto pi\`u elevata di quella calcolata, significherebbe che qualcosa \`e cambiato (ad esempio nel processo produttivo in cui l'apparecchiatura medesima viene utilizzata) e sarebbe dunque il caso d'indagare. \`E un metodo semplice, basato sul buon senso e addirittura pedagogico, in quanto spinge il Metrologo a capire cosa effettivamente stia succedendo nel proprio processo produttivo e di misura e ad analizzare i risultati stessi della taratura. Se, ad esempio, l'apparecchiatura per misurazione \`e molto obsoleta e usurata, la taratura successiva sar\`a molto ravvicinata, e questo pu\`o spingere a valutare se convenga sostituirla o, invece, procedere a successive tarature, ecc. Tuttavia, in generale, questo metodo \`e particolarmente adatto ad apparecchiature per misurazione soggette a usura meccanica o deriva nel tempo, e di conseguenza presenta lo svantaggio di funzionare molto bene solo con i tipi di campioni materiali: anelli, tamponi, blocchetti pianparalleli, ecc. Inoltre \`e un metodo che discende dall'analisi statistica di differenti apparecchiature per misurazione, e dunque occorre valutarne un certo numero prima di avere una buona base statistica perch\`e il metodo funzioni, almeno 10.

## METODO DEL RAPPORTO PER IL CALCOLO DELLA PERIODICIT\`A

Il secondo metodo consiste nel determinare l'intervallo di taratura di un'apparecchiatura per misurazione secondo la parte che essa rappresenta nell'incertezza di misura del processo in cui opera. Pi\`u il contributo dell'apparecchiatura nel processo di misurazione \`e basso, meno la periodicit\grave{a} pu\`o essere importante e viceversa. Questo metodo nasce dalla considerazione che la dichiarazione di conformit\`a della produzione comporta l'analisi dell'incertezza di tutto il processo di misura, e non solo quindi la valutazione della conformit\`a dell'apparecchiatura per misurazione durante la taratura.

L'apparecchiatura per misurazione viene usata nel processo di misura e, come sappiamo, nel processo di misura sono essenzialmente 5 le cause che ne determinano l'incertezza: (i) ambiente, (ii) operatore, (iii) apparecchiatura per misurazione, (iv) metodo e (v) campione. S'identifica quindi il peso che assume l'incertezza introdotta dall'apparecchiatura per misurazione su tutto il processo. Ci\`o viene espresso attraverso l' $R_{per}$ , ci\`o\`e il rapporto per la valutazione della periodicit\grave{a}, espresso dalla seguente formula:

$$R_{per} = \frac{u_{inst}^2}{\sum_{i=1}^n u_i^2} \times 100$$

La somma quadratica delle incertezze a denominatore \`e (con le dovute approssimazioni) l'incertezza combinata (al quadrato) del processo di misura. Pi\`u il contributo dell'apparecchiatura di misurazione \`e basso ( $R_{per}$  prossimo a 0), meno la periodicit\grave{a} \`e importante: infatti, anche se lo strumento derivasse un po', non avrebbe troppa influenza nel processo di misura, e quindi si potrebbe tollerare una periodicit\grave{a} pi\`u alta; viceversa per  $R_{per}$  vicino a 100. Questo consente di percepire il peso dell'apparecchiatura per misurazione nel processo di misura.

Sperimentalmente \`e stata determinata una relazione fra la periodicit\grave{a} e  $R_{per}$ . La Fig. 2 mostra l'evoluzione dell'incertezza totale del processo di misura in funzione dell'evoluzione dell'errore dell'apparecchiatura. L'asse delle ordinate mostra l'evoluzione del Rapporto di Periodicit\grave{a}, espresso in %.

Il grafico indica che al di sotto del 50% del rapporto di periodicit\grave{a} l'impatto delle apparecchiature \`e basso. Inoltre, qualsiasi deriva dell'apparecchiatura provoca una deriva dello stes-

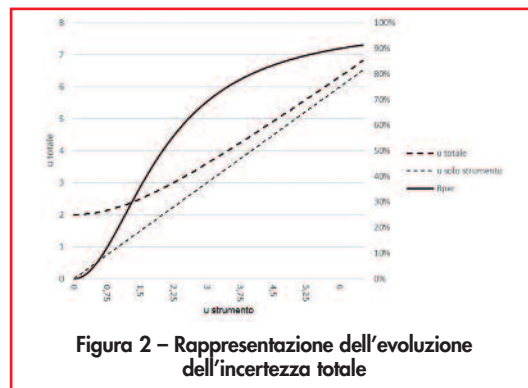


Figura 2 - Rappresentazione dell'evoluzione dell'incertezza totale

so ordine per il processo di misura. Idealmente, la frequenza di taratura (periodicità) può essere impostata a un valore elevato se il rapporto di periodicità è pari a zero, mentre dovrebbe essere posta uguale a zero (taratura permanente) se il rapporto di periodicità è pari al 100%:

$$\begin{cases} R_{per} = 0\% \Rightarrow \text{Valore del parametro periodicità} \\ R_{per} = 50\% \Rightarrow \text{Valore del parametro periodicità} \\ R_{per} = 100\% \Rightarrow \text{Periodicità} = 0 \end{cases}$$

Da questo punto di vista è possibile la modellazione della periodicità con il metodo dei minimi quadrati in funzione del valore del rapporto di periodicità. La Norma preferisce un modello basato su una funzione "esponenziale non crescente" caratteristica di fenomeni fisici a deriva temporale. Nella Fig. 3, è mostrato un esempio di modellazione stabilito in base alle seguenti impostazioni:

$$\begin{cases} R_{per} = 0\% \Rightarrow per = 10 \text{ anni} \\ R_{per} = 50\% \Rightarrow per = 1 \text{ anno} \\ R_{per} = 100\% \Rightarrow per = 0 \end{cases}$$

$$per = 10 \cdot e^{-\left(\frac{R_{per}}{21,715}\right)}$$

La frequenza di taratura dovrebbe essere determinata per ogni processo che coinvolge l'apparecchiatura per misurazione in esame, il suo peso può essere diverso in ogni situazione. In tal caso si seleziona la minore periodicità risultante. Questo metodo presenta vari vantaggi:

1. propone un collegamento matematico fra  $R_{per}$  e Periodicità e questo collegamento può essere ottimizzato per i diversi settori industriali;
2. è adattato a qualsiasi apparecchiatura per misurazione;
3. spinge non solo a valutare l'incertezza di misura (come richiesto da normative e regolamentazioni vigenti), ma anche ad analizzarla, a metterla in relazione con l'incertezza globale del processo di misura e a utilizzarla per arrivare a prendere decisioni ottimali dal punto di vista sia economico sia tecnico. Tutto ciò comporta un atteggiamento consapevole del Metrologo all'interno dell'azienda e a un uso della funzione Metrologia che porti a un effettivo valore aggiunto.

Tuttavia, la valutazione dell'incertezza di misura, se da una parte costituisce il vantaggio più consistente di questo metodo, è anche a volte percepita dalle aziende come il suo principale svantaggio: il metodo è adattato

solo ad apparecchiature per misurazione per cui sia stata valutata l'incertezza di misura e questa dovrà dunque essere valutata in azienda.

### METODO OPPERET

Questo terzo metodo è stato proposto per la prima volta dalla società EDAS, successivamente è stato inserito in una guida pubblicata dal CFM (Collège Français de Métrologie) nel settembre 2005, per poi essere inserito in appendice alla FD X 07-014. È l'unico dei metodi della FD X 07-014 non ideato da DeltaMu, ma alla cui definizione DeltaMu ha partecipato attivamente nel relativo Gruppo di lavoro AFNOR. Esso consente di determinare gli intervalli di taratura delle apparecchiature per misurazione considerando diversi criteri. Non si limita a seguire la deriva dell'apparecchiatura per misurazione, ma incorpora anche il concetto di rischio derivante da fattori che possono degradare o migliorare la qualità della misura. Esso, inoltre, non dimentica i vincoli di copertura o dell'organizzazione e la capacità di rilevare o meno un'anomalia. I fattori da considerare sono da analizzare singolarmente secondo ogni contesto industriale.

Questo metodo è diverso dagli altri due perché non è basato sulle caratteristiche tecniche dell'apparecchiatura per misurazione ma su informazioni qualitative, come ad esempio (i) se lo strumento è usato molto oppure no, (ii) se è usato per un solo tipo di misura oppure no, (iii) se la misura è critica, (iv) se la taratura è costosa, ecc.

Per prima cosa, quindi, si passa alla definizione di criteri, come ad esempio:

- Criterio 1: Gravità di una misurazione errata;
- Criterio 2: Esigenze di prestazioni metrologiche;
- Criterio 3: Deriva strumentale e/o robustezza dello strumento;
- Criterio 4: Fattori aggravanti;
- Criterio 5: Costo della taratura.

Per far ciò il Metrologo deve coinvolgere tutti i reparti aziendali rilevando le relative criticità ed esigenze. Pertanto l'analisi non deve essere confinata alla sola funzione Metrologia, ma richiede dati d'ingresso provenienti da tutti i reparti. Al termine si passa a dare un punteggio a ogni criterio individuato e a stabilire una base di ponderazione. Da qui scaturisce un punteggio assegnato all'apparecchiatura per misurazione da cui discende il calcolo della periodicità associata.

Le criticità importanti di questo metodo sono:

- la criticità della misura;
- il monitoraggio.

Queste dovranno sempre essere prese in considerazione, e avranno poi il maggior impatto nella fase di attribuzione del peso ai vari criteri: ad esempio, il criterio relativo al costo della taratura (seppur presente e preso giustamente in considerazione) non potrà mai avere un peso maggiore rispetto a quello di ciascuno dei due criteri sopra elencati. Proprio per questo motivo devono essere prese in considerazione

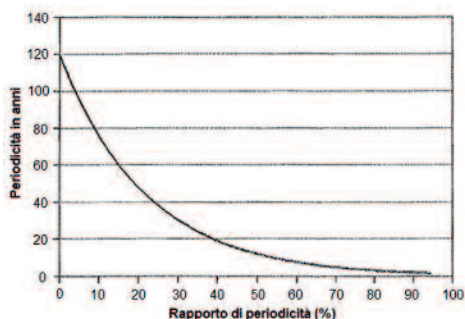


Figura 3 - Curva rappresentativa di un esempio di modellazione

tutte le possibili criticità coinvolgendo nell'analisi i vari reparti aziendali, per tenere conto di tutte le esigenze, assegnando però a ognuna il giusto peso e arrivando infine alla valutazione ottimale.

Questo metodo è un tipo di metodo "six sigma" che tiene conto di tutti i fattori che influenzano la qualità della misura. I criteri di *rating* sono cinque. Il punteggio deve essere obiettivo: la ponderazione va fatta in seguito all'esame dei criteri di criticità. Non è basato su caratteristiche tecniche, ma in ultima analisi sul buon senso e quindi sostanzialmente si fonda sull'idea di "matematicizzare" il buon senso.

Da questo punto di vista questo metodo può essere pensato come la versione riveduta e corretta del metodo FMECA, generalmente ben conosciuto in azienda.

Vediamone allora vantaggi e svantaggi.

Vantaggi:

1. È un metodo pragmatico e non tecnico, ma è un metodo che usa una statistica semplice per elaborare i punteggi assegnati ai vari criteri scelti;
2. Permette di determinare gli intervalli di taratura delle apparecchiature per misurazione considerando diversi criteri. Non si limita a seguire la deriva dello strumento, ma incorpora anche il concetto di rischio derivante da fattori che possono degradare o migliorare la qualità della misura;
3. La Metrologia è coinvolta nella scelta dei criteri, ma tutta l'azienda viene coinvolta, e si crea un gruppo di lavoro che li definisce, coordinato dal Metrologo. La Metrologia diventa il *link* fra tutte le problematiche di ogni servizio, acquistando valore e significato per ogni reparto aziendale;
4. Non dimentica i vincoli dell'organizzazione e la capacità di rilevare o meno un'anomalia. I fattori da considerare sono da analizzare singolarmente secondo ogni contesto industriale;
5. Può essere usato per tutti gli strumenti.

Svantaggi:

1. È basato sull'impiego della statistica, generalmente poco amata nell'industria, anche se un suo uso sapiente non può che portare grandi vantaggi;
  2. Perché funzioni è necessario analizzare un gran numero di apparecchiature (~50);
  3. Necessità di apparecchiature diverse fra loro.
- Tuttavia in realtà questi svantaggi possono tramutarsi in opportunità:

a) una volta che il progetto sia stato sviluppato (in modo indipendente o con un aiuto esterno) può essere sempre utilizzato per tutte le apparecchiature aziendali sia presenti sia future, che dovranno quindi solo essere inserite in un sistema già costruito *ad hoc* per le esigenze dell'azienda medesima.  
b) Come per l'analisi FMECA si possono usare dati presenti in letteratura per casi analoghi e si può usare l'esperienza. La *Smart Metrology* già citata ha proprio come obiettivo quello di creare una base comune di dati nel *cloud*.

Ultimo aspetto importante da sottolineare in relazione alla Norma che stiamo esaminando è che la linea guida FD X 07-014 spinge anche a realizzare, oltre alla taratura tradizionale, alcuni monitoraggi periodici delle apparecchiature per misurazione qualunque sia il metodo di ottimizzazione scel-

to (monitoraggio che può a volte essere limitato anche a un solo controllo visivo) e presenta anche un esempio di monitoraggio che può essere avviato con un grafico di controllo. Tutto ciò sottolinea l'approccio verso una maggiore qualità della funzione del Metrologo, visto non più come il mero esecutore (o talvolta archivist) delle tarature, ma come colui che ha piena coscienza e consapevolezza delle dinamiche insite nel processo di produzione/misura, e ha la giusta conoscenza e competenza per proporre soluzioni ottimali.

## CONCLUSIONI

La FD X 07-014 fornisce dettagliate indicazioni sui metodi che possono essere utilizzati a seconda delle apparecchiature coinvolte. È interessante notare che gli intervalli di taratura di tutti i dispositivi di una Società possono essere ottimizzati attraverso almeno uno dei tre metodi offerti, o dalla combinazione di due o più di essi. Si tratta di metodi molto più dettagliati di quelli proposti dalla D10 ILAC-G24/OIML e molto più facilmente applicabili. Sarebbe dunque auspicabile riferirsi alla FD X 07-014 anche al di fuori della Francia. Quanto affermato è confortato dagli ottimi risultati che DeltaMu ha avuto applicando con successo tali metodi in molte aziende clienti, che ne hanno tratto subito un grande beneficio sia economico, sia di migliore gestione della Metrologia in azienda.

Tutti i metodi qui illustrati implicano una visione della Metrologia sempre più indirizzata verso la *Smart Metrology*, una Metrologia utile, efficace ed efficiente, una Metrologia intelligente che spinga il Metrologo a interagire con tutti i sistemi aziendali per rendere la funzione Metrologia imprescindibile protagonista della riduzione dei costi e del miglioramento della qualità e competitività. *Smart Metrology* è l'obiettivo principale (non a caso assunto come *slogan*) di DeltaMu, che si presenta come attore di grande esperienza per sostenere le aziende in questo processo di continuo miglioramento. Esperienza maturata nell'aver progettato, ideato e messo a punto, proprio per le aziende, i vari metodi di ottimizzazione su esposti, che hanno trovato un riscontro tangibile della loro efficienza nell'applicazione nei più diversi settori aziendali.



**Annarita Lazzari**, Ingegnere Elettronica, ha conseguito un Dottorato di Ricerca con specializzazione in Metrologia, valutazione dell'incertezza di misura e controllo statistico di processo. Ha ricoperto ruoli di sempre maggiore responsabilità in grandi realtà multinazionali e in contesti diversi come fornitore di servizi e soluzioni per la Metrologia, il controllo di processo (sia di misura sia di produzione), la Gestione di Sistemi di Qualità e Controllo, Gestione Rischi e processi aziendali, gestione di un Istituto di formazione tecnica in ambito di Metrologia, Qualità e statistica e attività di consulenza aziendale. Ha partecipato con propri lavori di ricerca scientifica a vari Congressi Nazionali e Internazionali. Attualmente è Direttore Tecnico e Commerciale di DeltaMu Italia srl.