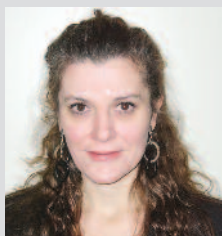


Misurare per produrre meglio

Dalla "misura giusta" alla "misura controllata"



THE PAGE OF SMART METROLOGY

Deltamu Italia is one of the leading permanent partners of the Journal, it brings together a group of experts in metrology that share an innovative vision of the profession, so that it is a carrier of added value in the company and in Laboratories. The Smart Metrology by Deltamu is a metrology that can adapt to all types of industrial facilities, from SMEs to international groups, an opportunity to gradually move from the Metrology

of measurement equipment to the Metrology of processes.

RIASSUNTO

Deltamu Italia è un collaboratore stabile della Rivista, riunisce un insieme di esperti in Metrologia che condividono una visione innovatrice della professione, affinché sia portatrice di valore aggiunto in azienda e nei Laboratori. La Smart Metrology di Deltamu è una metrologia in grado di adattarsi a tutti i tipi di strutture industriali, dalla PMI ai gruppi internazionali, un'opportunità per passare gradualmente dalla Metrologia degli strumenti alla Metrologia dei processi.

CHE COS'È IL MONITORAGGIO?

Se da una parte la necessità e la rilevanza delle operazioni di monitoraggio sono sottolineate dai requisiti di Qualità (in particolare dalla ISO 9001, ma anche dalla ISO 10012), dall'altra è curioso notare come la definizione di monitoraggio non sia neanche fornita nel VIM... Forse si tratta semplicemente di una svista, o può anche essere il suggello che questa operazione non viene in realtà considerata "Metrologia".

Taratura e verifica, al contrario, sono oggetto di grande attenzione. Anche la taratura e la verifica sono, come il monitoraggio, richieste dalle norme di Qualità ma, a differenza di quest'ultimo, l'interesse nei loro confronti è cresciuto notevolmente a partire dal 1990. Operatori ed esperti si sono inseriti nel mercato per offrire questi servizi e le aziende lo hanno vissuto un po' come un passaggio obbligato per la certificazione, senza forse mai rendersi conto pienamente della loro rile-

vanza. Nella realtà però, le tarature non sono altro che fotografie di una situazione attuale, seguite a volte da regolazioni che renderebbero la misurazione coerente con le necessità proposte. Di contro le verifiche, purtroppo, sono spesso impostate in relazione a specifiche definite in modo disconnesso rispetto alle reali esigenze individuali di ogni settore.

Le operazioni di "taratura/verifica" sono praticate diligentemente fin dai primi anni delle Certificazioni di qualità e, in teoria, possono determinare errori specifici in strumenti di misurazione che possono essere corretti (ove sistematici) o presi in considerazione per il calcolo dell'incertezza. Tuttavia, entrambe queste operazioni forniscono informazioni sul passato e non possono in nessun caso realizzare di per sé previsioni sul futuro.

Pertanto, quando uno strumento viene dichiarato "conforme", vuol dire che non parteciperà oltre misura a eventuali anomalie precedenti. Tuttavia ciò non significa che sicuramente non ce

ne siano state: altri fattori d'incertezza potrebbero averle causate. Questa "conformità" dichiarata in effetti non pretende di qualificare nulla, né l'immediato presente, né tantomeno il futuro... si dovrà attendere fino alla verifica successiva per sapere se tale controllo avrà prodotto come risultato gli stessi valori per i quali alla verifica precedente si era potuto appurare che il processo non fosse stato contaminato da errori relativi al dispositivo sotto controllo!

La situazione poi diventa critica quando si tratta di avere a che fare con un falso allarme, cioè quando uno strumento viene dichiarato "Non conforme" alla sua verifica (magari rispetto a un riferimento inadatto e dunque magari perfettamente accettabile nella pratica). Di conseguenza quei prodotti, dichiarati potenzialmente non conformi, sarebbero invece stati da "lasciar passare" e non da dover ricercare negli stock o tra i clienti. Tutti coloro che hanno sperimentato l'impatto di una situazione di questo tipo capiscono chiaramente le conseguenze di un falso allarme di tal genere.

Purtroppo la valutazione dell'incertezza di misura non è ancora pienamente integrata nella maggior parte delle aziende, anche se tutti hanno fatto notevoli progressi negli ultimi anni su questo argomento (è una lunga strada da percorrere prima che questa pratica abbia trovato la sua utilità nel settore). Le operazioni di taratura/verifica si presentano spesso ancora oggi come operazioni consistenti nel garantire che la media sia ancora "accettabile" rispetto ai valori attesi, spesso proposti dalle norme. Sembra ovvio allora che l'unica soluzione sia quella di misurare i campioni (da qui la necessità di una "taratura") per garantire ciò.

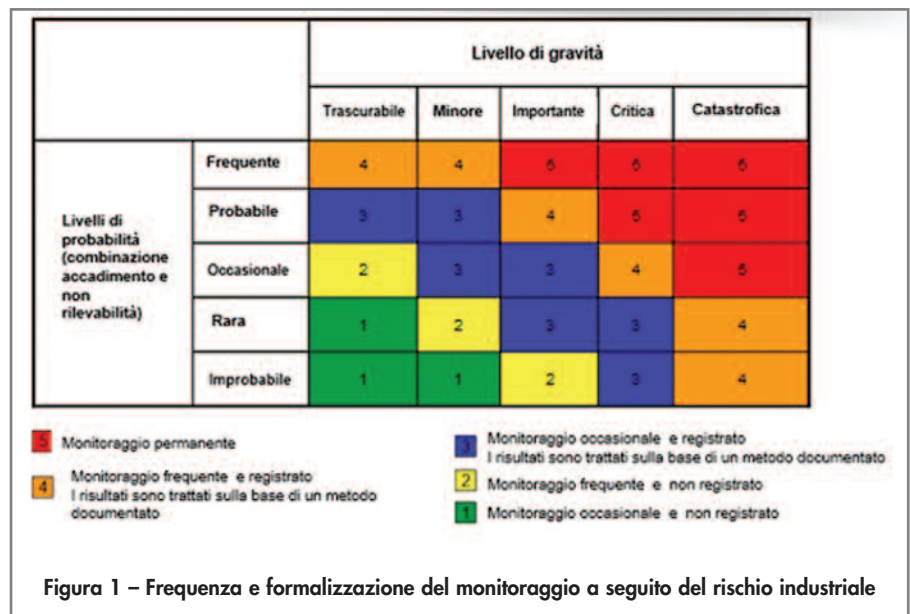
Nonostante questo, e sfruttando i dati

delle tarature accumulati nel corso degli anni, è possibile agire sugli intervalli di taratura (che non possono essere sempre di uno o due anni per tutti gli strumenti!). Il fascicolo tecnico FD X 07-014 (*Optimisation des intervalles de confirmation métrologique des équipements de mesure*. 2006) fornisce informazioni in questo settore. Senza questo tipo di analisi, il lavoro delle aziende è "cieco" riguardo al rischio di malfunzionamento degli strumenti di misura, e di conseguenza queste potrebbero forse produrre in modo "non conforme" senza neanche rendersene conto. Molto spesso ci si affida semplicemente a intervalli di taratura, definiti grossolanamente, in genere del periodo di un anno e senza magari tenere conto della usura/deriva degli strumenti di misura.

In ogni caso, anche con una corretta analisi e implementazione degli intervalli ottimali di taratura, le tarature/verifiche non possono sicuramente essere la soluzione per evitare rischi industriali (Produrre e/o consegnare il "Non conforme"). L'interesse dovrebbe essere di garantire la qualità reale, quotidiana (e non solo quindi quella a un singolo istante), di essere interessati di conseguenza a strategie alternative più efficaci in quest'ambito: i monitoraggi sembrano tutti indicati a tale scopo. Il monitoraggio è una tecnica diversa per garantire il carattere "accettabile" di una media di misura, anche senza l'utilizzo di un campione. Il rilevamento di un'anomalia su un dispositivo è molto superiore a quello che può fare una taratura, la quale non può essere intrinsecamente permanente mentre alcune situazioni lo rendono necessario (Caso 5 della matrice in Fig. 1).

MA CHE COS'È ESATTAMENTE IL MONITORAGGIO?

Poiché non vi era alcuna documentazione dedicata a questo problema, il Collège Français De Métrologie se n'è interessato e ha pubblicato una guida dettagliata circa le modalità di attua-



zione con l'applicazione di esempi pratici (*Surveillance des Processus de mesure*). Il gruppo incaricato di elaborare questa guida era costituito principalmente da produttori provenienti da tutti i campi in modo da garantire l'applicabilità dei metodi proposti.

Il monitoraggio di un processo di misura è costituito da un insieme di azioni che intervengono a seguito di diverse fasi prima della sua scelta e utilizzo (validazione del processo di misura, stima dell'incertezza di misura, della capacità, del rischio industriale...) ed è volto ad assicurare il mantenimento (la sostenibilità) delle prestazioni del processo nel tempo. Esso opera tra le operazioni di taratura/verifica. Sono dunque esclusi dal dominio di applicazione i processi i cui strumenti di misura non sono soggetti a taratura/verifica periodica, anche se è sempre possibile ispirarsi ai metodi che vengono proposti nella guida per controllare anche i processi di misura non direttamente coinvolti.

Il monitoraggio deve permettere di rilevare i cambiamenti nel processo di misura (e non solo nei dispositivi di misura) in base ai due seguenti criteri:

1. La deriva (evoluzione dell'errore di giustezza, nel senso di errore sistematico);
2. La precisione di misura.

In sostanza lo scopo del monitoraggio è quello di controllare a ogni operazione che queste due variabili non siano cambiate. In caso contrario verrà effettuata un'analisi delle ragioni che sono all'origine di tale evoluzione, seguendo un protocollo definito in generale per ciascun metodo. L'obiettivo del documento del Collège Français De Métrologie non è quello di descrivere la metodologia di analisi (cioè come fare per determinare l'origine del problema individuato), ma piuttosto di proporre metodi che consentano d'individuare gli eventuali problemi.

Sono state identificate diverse strategie di controllo, che vanno dalla semplice carta di controllo alla ricerca di correlazione tra le misurazioni effettuate e fenomeni fisici. Se la carta di controllo istituita con l'ormai famoso "sasso sulla bilancia" che può assicurarci che la bilancia oggi fornisce risultati simili a ieri (nessuna necessità di standard!) è relativamente ben noto, la correlazione merita invece qualche ulteriore spiegazione. Per questo, abbiamo bisogno di chiarire alcuni concetti statistici.

La probabilità di un'ipotesi è generalmente espressa in percentuale, ma è talvolta indicata in ppm (parti per milione) o ppb (parte per bilione), o altre frazioni. Questo valore rappre-

senta il numero di realizzazioni per centinaia di opportunità (quando si realizzano dei pezzi, ad esempio, ogni pezzo rappresenta una tale opportunità), rispettivamente per milione per trilioni di... Così, un fenomeno che avrebbe una probabilità dello 0,1% si sarebbe verificato una volta ogni mille pezzi prodotti. Ovviamente ciò non è così semplice, perché questo potrebbe essere accaduto, eccezionalmente, più volte in mille pezzi osservati, oppure per niente. Infatti, questa probabilità è data, in effetti, assumendo un numero infinito di pezzi prodotti.

La statistica purtroppo non prevede il futuro (sarebbe troppo facile!), ma stima la probabilità che si verifichi un fenomeno, non sapendo esattamente quando accadrà. Per rendere più semplice il concetto, un dado ha una su sei possibilità di produrre un "5", per esempio. Ma è possibile lanciare venti volte il dado senza che "5" appaia e, al contrario, che appaia tre volte su cinque che si sia lanciato il dado. Il campione osservato (venti oppure cinque lanci) non è la rappresentazione rigorosa della realtà che è infinita (è possibile tirare i dadi tutte le volte che si vuole, non solo una ventina di volte o cinque volte). Tuttavia, se il dado venisse lanciando un'infinità di volte, l'osservatore si renderebbe conto che, in effetti, la frequenza di occorrenza "5" è uguale a 1/6.

Dovrebbe poi essere menzionata un'altra proprietà della statistica. Quando si formula l'ipotesi con "o", le probabilità si sommano. Quando si parla con "e", si moltiplicano. Così, se cerchiamo la probabilità di ottenere in un lancio un "5" o un "3", la probabilità di vedere questa ipotesi realizzata è pari a 1/6 (probabilità di "5") + 1/6 (probabilità di "3") cioè 1/3 (vale a dire una probabilità su tre, circa il 33%, di ottenere un "5" o un "3"). Ma se provo a stimare la probabilità di "5" in un primo lancio, e "3" in un secondo, la probabilità è $1/6 \times 1/6 = 1/36$, pari a circa 2,8% di probabilità. Questa proprietà additiva o moltiplicativa è vera quando i due fenomeni osservati sono indipendenti (il valore di uno non dipende dal

valore dell'altro), ed è quindi necessario garantire prima di tutto questa ipotesi.

Per impostare il contesto di utilizzo di queste proprietà, si può citare ad esempio il caso di sistemi con un regolatore (temperatura di solito) e con un sensore ambientale (regolatore indipendente, altrimenti non si rispettano i requisiti d'indipendenza).

Se il regolatore ha una probabilità di 1/1.000 di subire un malfunzionamento e se il termostato ha ugualmente la possibilità di 1/1.000 di subire anch'esso un malfunzionamento simile, la probabilità che questi due casi si verifichino in concomitanza è pari a $1/1.000 \times 1/1.000$ o $1/1.000.000$ (1 ppm). È quindi del tutto improbabile (1/1.000.000!) non osservare il guasto di uno o dell'altro elemento semplicemente osservando la distanza tra le due temperature indicate (regolatore da una parte e sensore ambientale dall'altra) che, quando il sistema si è stabilizzato, dovrebbero essere identiche.

Va inoltre precisato il concetto di "identico". Infatti, non significa constatare che i due valori sono **algebricamente** gli stessi (cioè la loro differenza è pari a zero), ma che sono **statisticamente** identici. Ciò significa che lo scarto osservato in un dato tempo è coerente con gli scarti osservati abitualmente. I due valori non possono fisicamente essere sistematicamente rigorosamente uguali, se, per esempio, i sensori non sono posizionati esattamente nello stesso punto. Tuttavia, la differenza tra i due valori deve rimanere **ragionevole**.

Questo attributo (ragionevole) è determinato utilizzando strumenti statistici, come la deviazione standard. Essa viene facilmente ottenuta da una serie di osservazioni dello scarto sperimentale (e poi si affina gradualmente e in misura delle osservazioni fatte nel tempo) e può essere semplicemente usata nella pratica quotidiana per garantire il corretto funzionamento dei due sistemi, il regolatore e il sensore ambiente. In caso di anomalia, è necessario studiare per determinare quale dei due sia all'origine di detta anomalia. La metrologia trova qui tut-

to il suo interesse. Essa non è più quindi coinvolta in modo "cieco" sulla base di una frequenza arbitraria, ma agisce in modo "esperto", a seguito di una preoccupazione rilevata per correggere e garantire la continuità della Qualità del processo.

La creazione di una strategia di monitoraggio permette di:

1. ridurre i costi legati alla gestione degli strumenti di misura (in aggiunta al fascicolo tecnico FD X 07-014 che tratta della periodicità di taratura dei dispositivi di misura e alla guida OPPERET pubblicata dal Collège Français De Métrologie) diminuendo i rischi;

2. padroneggiare il processo di misura (non solo gli strumenti di misura) e, quindi, in ultima analisi, di ridurre i costi della non Qualità;

3. educare tutte le parti interessate della Società riguardo l'incertezza di misura e la capacità di osservazione, poi nel monitoraggio, nelle misure relative alle dispersioni;

4. sviluppare e promuovere una cultura di statistica relativa alla realizzazione del prodotto e/o servizio.

Con l'implementazione di un approccio pragmatico delle strategie di monitoraggio adattate al contesto, l'industria non solo riesce a ridurre i costi legati alle tarature, ma soprattutto riduce il rischio del cliente. Si ricordi che il rischio è definito come il prodotto della gravità di una misura erronea per il suo livello di probabilità, dato a sua volta dalla combinazione di probabilità di accadimento e di non rilevabilità della stessa.

Il monitoraggio aumenta la capacità di rilevamento di un processo fallito e lavora dunque in modo efficiente per ridurre il rischio del Cliente.

L'istituzione di un dispositivo di monitoraggio del processo di misurazione è dunque fondamentale per garantire la Qualità del prodotto e per controllare meglio i rischi.

D'altro canto, la pratica di taratura/verifica senza un'ulteriore modalità di monitoraggio periodico spesso porta al seguente schema: o l'apparecchiatura viene controllata troppo presto o l'apparecchiatura viene controllata troppo tardi. È invece oppor-

tuno passare da uno schema di collegamento sistematico delle apparecchiature di misura a una frequenza di controllo di conformità (taratura/verifica) condizionale basata sul rischio (sostenuto dalla Società) relativo al processo di misurazione. Le funzioni di monitoraggio sono in atto per coprire tali rischi. La frequenza d'intersezione condizionale permette allora di muoversi verso il rapporto ottimale "controllata troppo presto"/"controllata troppo tardi".

Le tarature hanno raggiunto il loro periodo di massimo splendore, e rimarranno sicuramente indispensabili per lo sviluppo di un nuovo modo: tuttavia è altresì probabile che la combinazione della loro inefficacia parziale per il quotidiano e la necessità d'in-

indagine sempre più pressante del mondo industriale stia spingendo i produttori a sfruttare altre vie per garantire la Qualità. Probabilmente anche qui esperti del settore potranno offrire i loro servizi, ma non per erogare il servizio (cioè fornire il rapporto di monitoraggio quotidiano alla società), per aiutare a implementare la strada nel modo più pertinente possibile.

Affinché possa apportare tutto il suo valore aggiunto, la metrologia dev'essere dunque vista in modo diverso: le Società devono uscire dal dogma della "misura giusta" per entrare nell'era della "misura controllata". Questa evoluzione permette di considerare le cose da un punto di vista innovativo: imparare a misurare per pro-

durre "meglio", piuttosto che solamente per sapere se i prodotti sono conformi.

Comprendere gli strumenti della metrologia contribuisce a porre le domande giuste e ad analizzare i reali bisogni, dall'inizio alla fine del proprio processo produttivo qualunque esso sia. La funzione metrologia diventa dunque strategica nella gestione della Società, quali che siano il suo campo e la grandezza misurata: meccanico, elettronico, alimentare, chimico, farmaceutico, medico, ambiente, biologia, aeronautica, spazio, nucleare, agricoltura...

Quindi, un nuovo obiettivo per metrologi aziendali. In questo senso la Metrologia diventa Smart e veramente utile.

NEWS

NUOVO PROFILORUGOSIMETRO: DUE STRUMENTI IN UNO!

Cosa misurare è deciso da specifiche e disegni; come misurare è frutto dell'esperienza maturata nel corso degli anni.

Le richieste sempre più esigenti dei clienti (*in primis automotive e aerospace*, ma anche oleodinamica e settore del bianco), portano ad avere tolleranze sempre più ristrette: per essere competitivi occorre misurare in modo accurato, ripetibile e riproducibile, portando quanto più possibile l'influenza dell'operatore prossima allo zero.

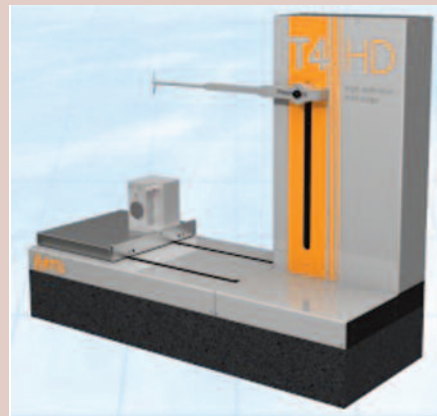
Le difficoltà sorgono quando occorre misurare dove non si vede e ciò che non si vede, vale a dire all'interno dei pezzi, e la qualità delle superfici interne ed esterne.

Per la misura dei profili interni la soluzione più semplice e meno costosa è sempre stata quella di sezionare il pezzo, metterlo sotto il proiettore ed eseguire le misure, con le incertezze del caso. Per quanto riguarda le superfici, invece, si attua un confronto con campioni di rugosità.

Quando sono richieste una maggiore precisione e l'oggettivazione delle misure eseguite, è necessario utilizza-

re due strumenti: un profilometro, per la misura dei profili, e un rugosimetro, per la misura delle superfici, che tuttavia richiedono personale qualificato e addestrato all'utilizzo di strumenti da Laboratorio, oltre a laboriose operazioni per posizionare il pezzo e azzerare lo strumento, difficilmente eseguibili in produzione.

La IMTS, azienda svizzera specializzata nella produzione di misuratori di profili e misuratori di rugosità abbinati, presenta al mercato italiano i suoi **profilorugosimetri** di alto livello tecnologico. Il **T4HD** e il **T4HD XL** sono strumenti compatti, robusti, precisi e facili da programmare. Il braccio tastatore con riconoscimento auto-



matico USB, l'azzeramento e la ricerca automatica dello zenit e la velocità dell'esecuzione delle misure, uniti

alla chiarezza della reportistica, rendono lo strumento unico nel suo genere.

La tecnologia **T4HD** permette, grazie al braccio tastatore bidirezionale con doppio pennino, di effettuare rilievi di profilo sia verso l'alto sia verso il basso, in un'unica seduta di misura, in modo da poter definire i vari profili e diametri sia interni sia esterni. L'asse Y CNC permette l'identificazione automatica dei punti più alti o più bassi su pezzi di tornitura, quindi si posiziona la tavola Y senza che l'operatore debba effettuare ulteriori operazioni manuali. La taratura dello strumento avviene con un ciclo automatico, tramite un *master* avente una sfera calibrata di 6 mm, fornita in dotazione con lo strumento.

Essendo uno strumento CNC, il software effettua misurazioni automatiche in serie senza la presenza di un operatore, riducendo in tal modo le possibilità di errore umano. Grazie alla sua robustezza e compattezza, lo strumento può essere utilizzato direttamente in produzione da qualsiasi operatore, con estrema semplicità. I prodotti IMTS vengono distribuiti in Italia dalla **RAMICO srl** di Torino, una nuova realtà nel mercato italiano degli strumenti di misura.

Per ulteriori informazioni:
www.ramicosrl.com