



## Elenco dei corsi

# Metrologia

### M01. INTRODUZIONE ALLA METROLOGIA

**Durata:** 4 ore

#### Obiettivi

Fornire gli elementi basilari della metrologia inquadrata nel suo contesto nazionale ed internazionale.

#### Destinatari

Personale tecnico di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda, tecnici dell'assicurazione qualità.

#### Contenuti

- Misure e misurazioni - concetti base
- Metodi di misura
- Il Sistema Internazionale di unità (SI)
- La riferibilità delle misure
- Il Sistema Nazionale di Taratura
- Il quadro internazionale della metrologia
- Terminologia. Il Vocabolario Internazionale di Metrologia

### M02. CARATTERISTICHE METROLOGICHE DELLE APPARECCHIATURE PER MISURAZIONE

**Durata:** 4 ore

#### Obiettivi

Conoscere la terminologia di riferimento e le caratteristiche tecniche dei campioni e degli strumenti per misurazione al fine di razionalizzarne la scelta, l'utilizzo e la gestione.

#### Destinatari

Personale tecnico di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda, tecnici dell'assicurazione qualità.

#### Contenuti

- Generalità
- Il VIM e la UNI 4546
- Categorie delle caratteristiche
- Caratteristiche metrologiche invarianti
- Caratteristiche metrologiche varianti
- Rassegna dei principali termini e definizioni
- Prestazioni strumentali e prestazioni operative
- Le prestazioni in condizioni di riferimento ed i contributi di:
  - ambiente
  - operatore
  - metodo
  - oggetto in misurazione

### M03. CAMPIONI ED APPARECCHIATURE PER MISURAZIONI DIMENSIONALI E GEOMETRICHE

**Durata:** 4 ore

#### Obiettivi

Conoscere le principali tipologie di campioni e strumenti per misurazione dimensionale e geometrica, le loro caratteristiche

e prestazionali, la normativa di riferimento, al fine di razionalizzarne la scelta, l'utilizzo e la gestione.

#### Destinatari

Personale tecnico di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda, tecnici dell'assicurazione qualità.

#### Contenuti

- Generalità (campioni di riferimento, strumenti per attributi, strumenti a lettura)
- Presentazione delle principali tipologie di campioni e strumenti
- Campioni di riferimento dimensionali (blocchetti pianparalleli, anelli, calibri a passi, righe graduate, reticoli)
- Campioni di riferimento di forma e orientamento (squadre, squadre cilindriche, squadre a blocco, righe, piani di riscontro, sfere)
- Campioni angolari: blocchetti, poligoni
- Calibri per attributi: (calibri fissi, calibri a tampone, calibri a forchetta lisci, calibri ad anello)
- Strumenti a lettura (assoluti ed a comparazione; rassegna dei principali tipi)

### M04. IL SISTEMA DI CONTROLLO DELLA MISURAZIONE E LA GESTIONE DELLE APPARECCHIATURE IN REGIME DI QUALITÀ

**Durata:** 8 ore

#### Obiettivi

Saper attuare e gestire, in conformità alla normativa di riferimento (ISO 9001 e ISO 10012) un completo sistema di controllo della misurazione in azienda, attraverso i processi di scelta delle apparecchiature, conferma metrologica, controllo della misurazione e verifica di conformità del prodotto.

#### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, personale tecnico e gestionale di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda.

#### Contenuti

- Sistema di Scelta delle apparecchiature per misurazione.*
  - Criteri per la scelta delle apparecchiature in funzione della destinazione d'uso
  - Cenni sull'incertezza di misura strumentale ed operativa
  - Apparecchiature universali e mezzi di controllo specifici
- Sistema di Conferma Metrologica delle apparecchiature per misurazione.*
  - Riferibilità delle misure
  - Normativa di riferimento (ISO 10012)
  - Gestione delle apparecchiature in regime di qualità
  - Attività basilari della conferma metrologica
  - Verifica e taratura delle apparecchiature (quando è necessaria la taratura e quando è sufficiente la verifica delle prestazioni)
  - Intervalli di taratura e di verifica per eseguire la conferma metrologica
  - Controlli intermedi

- Manutenzione e conservazione delle apparecchiature

### 3. Sistema di controllo dei Processi di Misurazione.

- Verifica iniziale (validazione del processo di misurazione)
- Riverifiche periodiche (mantenimento nel tempo delle prestazioni)

### 4. Verifiche di conformità a requisiti specificati.

## M05. ANALISI DEI SISTEMI DI MISURAZIONE IN AMBI-TO AUTOMOTIVE

Corso base

**Durata:** 4 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi basilari per analizzare e verificare la capacità dei sistemi di misurazione secondo le metodologie previste dalle linee guida MSA (Measuring Systems Analysis) come richiesto da ISO/TS 16949, nell'ambito dell'industria automobilistica e dei suoi fornitori.

### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, personale tecnico e gestionale di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in aziende del comparto automotive.

### Contenuti

- Requisiti dei processi di misurazione
- Capacità degli strumenti di misura
- Studio di tipo 1
- Capacità dei processi di misurazione
- Studio di tipo 2
- Studio di tipo 3
- Azioni correttive per strumenti e processi inadeguati

## M06. ANALISI DEI SISTEMI DI MISURAZIONE IN AMBI-TO AUTOMOTIVE

Corso base ed approfondimenti

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi per analizzare e verificare la capacità dei sistemi di misurazione secondo le metodologie previste dalle linee guida MSA (Measuring Systems Analysis) come richiesto da ISO/TS 16949, nell'ambito dell'industria automobilistica e dei suoi fornitori.

### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, personale tecnico e gestionale di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in aziende del comparto automotive.

### Contenuti

- Requisiti dei processi di misurazione
- Capacità degli strumenti di misura
- Studio di tipo 1
- Capacità dei processi di misurazione

- Studio di tipo 2
- Studio di tipo 3
- Azioni correttive per strumenti e processi inadeguati

## M07. METODOLOGIE DI TARATURA DELLE APPAREC-CHIATURE PER MISURAZIONE

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire i concetti generali e le istruzioni tecniche necessarie per tarare autonomamente le principali apparecchiature per misurazione.

### Destinatari

Personale tecnico di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda, tecnici dell'assicurazione qualità.

### Contenuti

- Normativa di riferimento
- Criteri generali
- Passi di una procedura tipo di taratura
- Esempi applicativi da definire in funzione delle specifiche esigenze:
  - Calibri a corsoio, micrometri per esterni, comparatori, anelli e tamponi;
  - Macchine di misura a coordinate, rotondimetri, rugosimetri;
  - Manometri, termometri, bilance;
  - Altra strumentazione da concordare con il committente.

## M08. INCERTEZZA DI MISURA: concetti base ed ap-plicazione dell'incertezza

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Saper gestire l'incertezza di misura nelle attività di assicurazione qualità e verifica della conformità di prodotti e processi.

### Destinatari

Personale operante negli ambiti dell'assicurazione e controllo qualità che devono gestire i risultati di misura.

### Contenuti

- Concetti base
- Cause d'errore e fonti d'incertezza
- Cenni di statistica
- Metodi di stima dell'incertezza
- Incertezza composta ed incertezza estesa; fattori di copertura
- Dichiarazione dell'incertezza
- Certificati di taratura e dichiarazioni di conformità: interpretazione dei contenuti
- Esempio di calcolo dell'incertezza di una misura
- Gestione dell'incertezza di misura nelle verifiche di conformità.
- La norma ISO 14253-1

## M09. STIMA DELL'INCERTEZZA DI MISURA PER LE VERIFICHE DI CONFORMITÀ

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Saper stimare l'incertezza da associare alle misure nelle verifiche di conformità di prodotti, processi ed apparecchiature per misurazione in ambito industriale.

### Destinatari

Personale tecnico di laboratorio metrologico, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda, tecnici dell'assicurazione qualità.

### Contenuti

- Concetti base
- Cause d'errore e fonti d'incertezza
- Cenni di statistica
- Metodi di stima dell'incertezza di misura
- Valutazione dell'incertezza tipo
- Incertezza di ingresso (tipo A e tipo B)
- Incertezza composta ed incertezza estesa
- Dichiarazione dell'incertezza
- Effetti termici nella metrologia dimensionale
- Esempi pratici di calcolo dell'incertezza di una misura
- Gestione dell'incertezza di misura nelle verifiche di conformità. La norma ISO 14253-1
- La procedura PUMA della norma ISO 14253-2

## M10. INCERTEZZA DI MISURA E RIFERIBILITÀ

**Durata:** 16 ore

### Obiettivi

Saper stimare l'incertezza da associare alle misure nelle attività di taratura di campioni e strumenti e nella attività metrologiche industriali.

### Destinatari

Personale tecnico di laboratorio metrologico, responsabili della funzione metrologica aziendale, tecnici del collaudo metrologico e del controllo qualità, tecnici dell'assicurazione Qualità.

### Contenuti

- Riferibilità delle misure
- Cause d'errore e fonti d'incertezza
- Cenni di statistica
- Metodi di stima dell'incertezza di misura (ISO Guide 98, ISO 14253-2)
- Incertezza di ingresso (tipo A e tipo B)
- Distribuzioni
- Coefficienti di sensibilità
- Incertezza composta ed incertezza estesa
- Effetti termici nella metrologia dimensionale
- Esempi di calcolo dell'incertezza nelle tarature e nelle misurazioni industriali
- Gestione dell'incertezza di misura nelle verifiche di conformità.
- La norma ISO 14253-1

- La procedura PUMA della norma ISO 14253-2

## M11. METROLOGIA A COORDINATE 1

(Introduzione)

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi basilari di complemento ai corsi di istruzione all'utilizzo delle CMM. Fornire indicazioni utili per la scelta della CMM adeguata alle proprie esigenze.

### Destinatari

Personale addetto all'utilizzazione di CMM, tecnici del controllo qualità. Personale addetto alla gestione di risultati di misurazione con CMM.

### Contenuti

- Principio di funzionamento di una CMM
- Elementi costitutivi della CMM: sistema macchina, sistema tastatore, sistema software
- Rassegna delle tipologie di CMM
- Tipologie di sistemi tastatore e soluzioni tecniche
- Elementi di geometria euclidea
- Sistemi di riferimento nella metrologia a coordinate
- Come sono definite le prestazioni della CMM: i massimi errori permessi

## M12. METROLOGIA A COORDINATE 2

(Implementazione)

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi per migliorare l'utilizzo della CMM. Fornire gli elementi per un inserimento ottimale della CMM in un sistema di gestione per la qualità.

### Destinatari

Personale addetto all'utilizzazione di CMM, tecnici del controllo qualità

### Contenuti

- Qualificazione del sistema tastatore
- Definizione del sistema di riferimento pezzo
- Miglioramento delle prestazioni
- Normativa di riferimento per le CMM
- Verifica di prestazioni ISO 10360-2 (accettazione, verifiche periodiche, verifiche saltuarie)
- Stima dell'incertezza di misura nella metrologia dimensionale

## M.13 METROLOGIA DELLO STATO DELLE SUPERFICI

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Saper attribuire, interpretare e verificare le caratteristiche dello stato delle superfici funzionali dei pezzi meccanici

#### Destinatari

Disegnatori e progettisti meccanici, tecnici dell'industrializzazione di prodotto, addetti al collaudo meccanico e controllo qualità in azienda

#### Contenuti

- Introduzione e concetti generali
- Cenni storici e normativa di riferimento
- Il rilevamento del profilo e le apparecchiature di misura
- Concetti e definizioni di base
- I parametri dello stato delle superfici
- Rappresentazione dei requisiti nei disegni tecnici
- Metodologie operative per la valutazione della rugosità
- Conferma metrologica dei rugosimetri

### M14. INTRODUZIONE ALLA DIRETTIVA 2014/32/UE SUGLI STRUMENTI DI MISURA

**Durata:** 8 ore

#### Obiettivi

Fornire un quadro generale sui requisiti della direttiva 2014/32/UE (MID) sugli strumenti di misura impiegati in ambito legale (transazioni commerciali, salute pubblica, ambiente, sicurezza, ordine pubblico...).

#### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, progettisti, tecnici di produzione, addetti al collaudo e controllo qualità in aziende produttrici di strumenti legali.

#### Contenuti

*Introduzione alla metrologia (brevi richiami)*

- Misure e misurazioni - concetti base
- Il Sistema Internazionale di unità (SI)
- La riferibilità delle misure
- L'organizzazione internazionale per la metrologia
- OIML: Organizzazione Internazionale di Metrologia Legale
- Il ruolo di WELMEC

*La Direttiva MID 2014/32/UE*

- Nuovo approccio
- Requisiti essenziali
- Requisiti specifici (cenni sulle diverse tipologie di strumenti contemplati dalla direttiva)
- La documentazione tecnica dello strumento di misura (fascicolo tecnico)
- La dichiarazione della conformità (le diverse procedure per la dichiarazione della conformità dello strumento)
- Il ruolo degli Organismi Notificati
- Il sistema di gestione per la qualità del fabbricante metrico
- Contenuti della dichiarazione di conformità

*Verifica prima e verifiche successive: i decreti nazionali*

### M15. I REQUISITI SPECIFICI DEGLI STRUMENTI DI MISURA DELLA DIRETTIVA 2014/32/UE LA LORO VERIFICA

**Durata:** Moduli di 4 ore (per ogni specifico allegato: MI-005, MI-006, MI-008 e MI-009)

#### Obiettivi

Fornire gli elementi di base per l'interpretazione e la verifica dei requisiti specifici degli strumenti di misura legali contemplati negli allegati MI-005, MI-006, MI-008 e MI-009 della direttiva 2014/32/UE (MID). Fornire i criteri basilari per la definizione delle procedure di collaudo e verifica metrologica in conformità ai pertinenti documenti di riferimento OIML.

#### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, progettisti, tecnici di produzione, addetti al collaudo e controllo qualità in aziende produttrici di strumenti legali.

#### Contenuti

- Concetti generali di metrologia
- I requisiti specifici della MID (allegati MI-005, MI-006, MI-008 e MI-009)
- Criteri generali per la stesura delle procedure di verifica metrologica legale
- Condizioni ambientali, campioni ed apparecchiature di riferimento
- Procedimenti operativi
- Raccolta, registrazione ed elaborazione dei dati
- Validazione della procedura
- Rapporto di prova

### M16. REGOLE DECISIONALI NELLE VERIFICHE DI CONFORMITÀ

**Durata:** 4 ore

#### Obiettivi

Illustrare come l'incertezza di misura influisca sulla decisione in merito alla conformità o non conformità di un prodotto, un processo o un servizio, ovvero nella verifica di un'apparecchiatura per misurazione. Fornire un quadro generale sulle possibili regole decisionali applicabili nei diversi contesti operativi.

#### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, addetti al collaudo e controllo qualità, tecnici di laboratorio di prova o taratura, responsabili della funzione metrologica in azienda.

#### Contenuti

- Misurare per decidere la conformità di un prodotto, un processo o un servizio
- Incertezza di misura e sua ricaduta nelle verifiche di conformità
- Regole decisionali per le verifiche di conformità:
  - MSA (settore automotive)
  - Metrologia legale
  - ISO 14253-1
  - ASME B89.7.3.1

# Qualità

## Q01. IL SISTEMA DI GESTIONE DEL LABORATORIO

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi necessari per organizzare e gestire un laboratorio prove o metrologico in conformità ai requisiti della norma ISO/IEC 17025.

### Destinatari

Personale tecnico e gestionale di laboratorio prove e metrologico, tecnici dell'assicurazione qualità.

### Contenuti

- La norma ISO/IEC 17025 per la gestione di un laboratorio di metrologia
- Struttura ed organizzazione del laboratorio
- Requisiti gestionali
- Requisiti tecnici
- Organizzazione di un confronto tecnico nel laboratorio

## Q02. FONDAMENTI DI CONTROLLO STATISTICO DI PROCESSO

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi basilari ed i metodi di misurazione, controllo e miglioramento dei processi produttivi per verificarne la capacità e per rispettare con maggiore facilità le tolleranze specifiche.

### Destinatari

Tecnici dell'assicurazione qualità, tecnici di produzione, addetti al collaudo e controllo qualità in azienda.

### Contenuti

- Concetti generali e cenni storici
- Variabilità nei processi produttivi
- Conformità e valore target
- Concetti basilari di statistica
- Studi di capacità (di macchina e di processo)
- Applicazione di SPC
- Carte di controllo
- Miglioramento continuo

## Q03. LA VALUTAZIONE SU CAMPO DEL FORNITORE DI SERVIZI METROLOGICI

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire gli elementi per condurre un audit di seconda parte al fornitore di servizi metrologici (laboratori di prova e taratura, servizi di collaudo e reverse engineering, fornitori di particolari e prodotti collaudati...).

### Destinatari

Addetti dell'assicurazione e controllo qualità, auditor di seconda parte, addetti ufficio acquisti.

### Contenuti

- Accredитamento e certificazione
- Termini e definizioni
- Obiettivi
- Fondamenti
- Requisiti di ISO/IEC 17025 (gestionali e tecnici)
- Programma e piano di audit
- Conduzione dell'audit
- Verifica orizzontale e verifica verticale
- Check list di riferimento
- Accertamento sperimentale
- Rilievi: non conformità ed osservazioni
- Conclusione: riunione finale e rapporto finale

# Teoria

## T01. FONDAMENTI DI DISEGNO MECCANICO

**Durata:** 16 ore

### Obiettivi

Saper leggere ed interpretare i disegni meccanici nella fase di verifica e collaudo dei particolari meccanici.

### Destinatari

Operatori di macchine utensili, addetti al collaudo meccanico e controllo qualità in azienda.

### Contenuti

- Introduzione e concetti generali
- Classificazione dei disegni nell'ambito del ciclo di vita del prodotto
- Normazione ed unificazione, le norme per il disegno tecnico
- Regole generali di rappresentazione (formati, tipi di linee, viste...)
- Metodi di proiezione
- Proiezione ortogografiche (metodo del primo diedro, del terzo diedro, delle frecce)
- Sezioni (piane, piani paralleli e convergenti, parziali, ribaltate)
- Convenzioni particolari di rappresentazione
- Quotatura e sistemi di quotatura
- Accoppiamenti e tolleranze dimensionali
- Tolleranze generali
- Complessivi
- Esercitazioni pratiche di lettura del disegno meccanico

## T02. LA SPECIFICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PRODOTTI

**Durata:** 16 ore

### Obiettivi

Saper attribuire, leggere ed interpretare le caratteristiche geometriche dei prodotti meccanici nelle fasi di progettazione, produzione e verifica.

### Destinatari

Disegnatori e progettisti meccanici, tecnici dell'industrializzazione di prodotto, operatori e programmatori di macchine utensili, addetti al collaudo meccanico e controllo qualità in azienda.

### Contenuti

- Introduzione e concetti generali
- Cenni storici
- Il sistema di norme integrate GPS
- Le tolleranze geometriche
- La norma ISO 1101
- Simboli ed indicazioni
- Tolleranze di forma
- Tolleranze di orientamento
- Tolleranze di posizione
- Tolleranze di oscillazione
- I principi fondamentali: la norma ISO 8015
- Principi di attribuzione delle tolleranze (indipendenza, interdipendenza, inviluppo)
- La condizione di requisito di massimo materiale
- Esempi ed esercizi di interpretazione delle tolleranze geometriche
- La rugosità delle superfici
- L'oggettività della verifica: gli operatori di specificazione
- La variabilità dell'esito del controllo senza gli operatori di specificazione

## T03. LA SPECIFICAZIONE GEOMETRICA DEI PRODOTTI SECONDO ASME 14.5

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Saper attribuire, leggere ed interpretare le caratteristiche dimensionali e geometriche dei prodotti meccanici secondo i requisiti della norma ASME Y14.5:2009.

### Destinatari

Disegnatori e progettisti meccanici, tecnici dell'industrializzazione di prodotto, operatori e programmatori di macchine utensili, addetti al collaudo meccanico e controllo qualità in azienda.

### Contenuti

- Introduzione, cenni storici e concetti generali
- Scopo, definizioni e regole generali della norma ASME Y 14.5-2009
- Attribuzione generale delle tolleranze e principi relativi
- Simboli ed indicazioni

- Modificatori (MMC, LMC, RFS)
- DRF, Datum Reference Frame
- Riferimenti, elementi di riferimento e simulatori di riferimento
- Tolleranze di forma, orientamento, posizione, profilo e oscillazione
- Confronto tra ASME GD&T e ISO GPS

## T04. LA SCRITTURA TECNICA

**Durata:** 8 ore

### Obiettivi

Fornire le indicazioni di base per scrivere correttamente un documento tecnico e in maniera da fornire le informazioni utili in modo chiaro, semplice ed inequivocabile.

### Destinatari

Chiunque debba scrivere un documento tecnico (relazione, rapporto, manuale, procedura, certificato, catalogo...). Il corso si rivolge quindi a personale di laboratorio metrologico e di prova, di uffici tecnici e documentazione prodotto, addetti alla preparazione di fascicoli tecnici, materiale pubblicitario, cataloghi, presentazioni tecniche, libri e dispense tecniche, manuali d'uso e manutenzione, ecc..

### Contenuti

- Generalità sulla scrittura tecnica
- Aspetti lessicali, stilistici e grafici
- Struttura del documento
- Redazione di una relazione tecnica, di un rapporto di prova o di un certificato di taratura
- Termini e definizioni in metrologia: vocabolario internazionale di metrologia
- SI, Sistema Internazionale di unità di misura e le regole di scrittura delle misure
- Regole ed intervalli di arrotondamento dei risultati di misura
- Impostazione delle tabelle di riepilogo dei risultati di prova e taratura