Tecnica di produzione manuale

PMBK 1L i



Testo di lettura

La sicurezza sul lavoro nella tecnica di produzione manuale 7
Preparazione del lavoro 11
Materiali 31
Attrezzatura a mano 65
Trapani 113
Tecnica di misura e controllo 159

EDIZIONE SWISSMEM

SWISSMEM

Hanno partecipato all'elaborazione di questo materiale didattico:

Direzione del progetto
Arn Hanspeter, capo progetto, Swissmem Formazione Professionale, Winterthur

Abbt Raphael, Bühler AG, Uzwil
Canonica Renzo, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Fricker Walter, Lernzentren LfW, Zurigo
Hiese Phillip, Lernzentren LfW, Zurigo
Knecht Daniel, Lernzentren LfW, Zurigo
Kaufmann Christoph, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Piraccini Boris, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Rietschin Daniel, Ridari Consulting, Elsau
Baur Daniel, Swissmem Formazione Professionale, Winterthur
Rudin Alfred, Swissmem Formazione Professionale, Winterthur
Tacelli Luca, Swissmem Formazione Professionale, Winterthur

Ringraziamo tutto il team per l'eccellente supporto tecnico e per l'ottima collaborazione.

Per il supporto con immagini e contenuti, ringraziamo:

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf
Fehlmann AG, Seon
Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas

Test di lettura

Editore: Edizioni Swissmem
3. edizione 2016

Fonti di riferimento:
Swissmem Formazione Professionale
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

Telefono servizio spedizioni 052 260 55 55
Fax servizio spedizioni 052 260 55 59

www.swissmem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch

Copyright testi, disegni e grafica:
© by Swissmem, Zurigo

Tutti i diritti riservati. L'opera con tutte le parti in essa contenute è protetta dai diritti d'autore.
La riproduzione in casi diversi rispetto a quelli prescritti dalla legge è possibile previo consenso scritto dell'editore.

SWISSMEM

Spiegazione dei simboli, struttura del contenuto

Spiegazione dei simboli



Questa variante è appropriata. Al fine di ottimizzare il prodotto, ricerchiamo la soluzione più adeguata.



Soluzione utilizzabile. È sicuramente possibile trovare varianti migliori!



Questa soluzione non è appropriata. Riflettete sui motivi per i quali questa soluzione non è soddisfacente e cercate una variante migliore.



Risolvete questo problema servendovi di strumenti ausiliari più appropriati.



Obiettivi degli studi



Indicazioni importanti



Informazione



Informazioni sul web: www.swissmem-elearning.ch

Utilizzate questi casi per annotare le informazioni pertinenti, quali le normative nazionali o internazionali, le normative in vigore nell'azienda, titoli di documentazione specializzata, guide aziendali, ecc.

Struttura del contenuto

Il ciclo di formazione è strutturato in analogia al catalogo Competenze-risorse.

La struttura delle risorse è suddivisa nel modo seguente.

Attivazione
Ogni unità di formazione inizia con domande di base che rispecchiano l'attuale stato delle conoscenze.

Teoria / esercizi
Oltre alla teoria, la parte teorica comprende anche domande e/o esercizi che le persone in formazione sono chiamate a risolvere.

Ripetizione
Al fine di consolidare quanto appresso, a conclusione della parte dedicata all'acquisizione delle risorse gli apprendisti devono rispondere a domande di ripetizione.

Test di lettura

Indice degli argomenti

La sicurezza sul lavoro nella tecnica di produzione manuale

Norme inerenti la sicurezza sul lavoro **7**
Simboli di pericolo 8

Preparazione del lavoro

Ordine di esecuzione **11**
Documenti di fabbricazione 12
Disegni 12
Elenco dei pezzi 14
Tolleranze dimensionali 15
Sistema ISO delle tolleranze 17
Tolleranze di forma e posizione 19
Stato della superficie 20
Svolgimento del lavoro **23**
Piano di lavoro (piano dell'operazione) 24
Piano di lavoro 25
Pianificazione del lavoro 26

Materiali

Introduzione alla tecnologia dei materiali **31**
Tipi di materiali 32
Classificazione dei materiali 33
Caratteristiche 33
Metalli **39**
Classificazione degli acciai 40
Acciaio 40
Acciai da costruzione 41
Acciai per utensili 43
Ghise fuse 44
Metalli non ferrosi 45
Materiali da taglio **49**
Acciai per utensili 50
Materiali sintetici **53**
Classificazione dei materiali sintetici 54
Caratteristiche ed impiego 55
Termoplastici 56
Duroplastici 58
Elastomeri 59
Lavorazione dei materiali sintetici 60
Protezione ambientale 63

Attrezzatura a mano

Attrezzatura a mano **65**
Martelli 66
Cacciavite 67
Pinze 69
Chiavi di serraggio 70
Chiave dinamometrica 71
Tracciatura, bulinatura, marcatura **73**
Tracciatura 74
Bulinatura 78
Marcatura 81
Segatura, limatura, sbavatura **83**
Segatura 84
Limatura 86
Sbavatura 96

Test di lettura

Indice degli argomenti

Taglio, piegatura, raddrizzatura **99**
Tranciatura 100
Basi delle piegature 104
Piegatura di prodotti piatti 107
Centinatura di tubi 110
Raddrizzatura 111

Trapani

Trapani **113**
Trapani 114
Cura e manutenzione dei trapani 117
Bloccaggio degli attrezzi e dei componenti **121**
Bloccaggio degli attrezzi 122
Bloccaggio dei componenti 123
Foratura, lamatura, alesatura **127**
Foratura 128
Attrezzi di foratura e lamatura 128
Punta elicoidale 129
Processo di foratura 131
Velocità di taglio e frequenza di rotazione durante la foratura 132
Avanzamento 133
Lamatura 135
Alesatura 137
Alesatori 137
Sequenza di lavoro 139
La sicurezza sul lavoro 143
Filettatura **147**
Filettatura 148
Maschiatura a mano 150
Filettatura a mano 153
Maschiatura a macchina 154

Tecnica di misura e controllo

Strumenti di misura **159**
Controllo 160
Struttura 160
Errori di misura 162
Parallasse 164
Nonio 164
Parallasse del nonio 165
Lettura della quota 165
Regoli 166
Calibro a corsoio 166
Manipolazione 168
Rapportatore d'angolo universale 170
Comparatori a quadrante 171
Comparatore a tastatore 173
Micrometro 175
Micrometro (micrometro per esterni) 177
Micrometro di profondità 178
Micrometro per interni 179
Micrometri speciali 180
Blocchetti di riscontro (SN EN ISO 3650-1998) 181
Serie di blocchetti di riscontro 183
Strumenti per misura ottica 184

Test di lettura

Indice degli argomenti

Calibri **191**
Calibri di formatura 192
Calibri di misura 192
Calibri di limitazione 193
Squadra e lineale di precisione 195
Calibro a forcella 195
Calibro filettato 196
Anello di controllo per filettatura 197
Calibro a forcella per filettatura 197
Tolleranze geometriche, rugosità superficiale **199**
Controllo della perpendicolarità 200
Controllo del parallelismo 201
Controllo della planarità 201
Controllo dell'oscillazione radiale 202
Controllo dell'oscillazione assiale 203
Controllo della circolarità e della coassialità 203
Controllo della simmetria 204
Scostamenti della forma 205
Confronto tra le superfici 205
Strumento di misura della rugosità 206
Manutenzione e cura degli strumenti di controllo, documentazione qualità **209**
Manutenzione e cura 210
Documentazione qualità 210

Test di lettura

Attività — Norme inerenti la sicurezza sul lavoro

– **Rispettare le prescrizioni relative alla sicurezza sul lavoro applicabili alle tecniche di lavorazione manuale**

1. Quali misure di protezione conoscete nell'ambito della sicurezza sul lavoro?

Occhiali protettivi, scarpe antinfortunistiche, protezione dell'udito

2. Potete lavorare con macchine sulle quali non siete ancora stati istruiti?

No, bisogna essere stati istruiti dal formatore o dai responsabili dei corsi interaziendali

3. Come vi comportate in caso d'incendio?

Chiamare i vigili del fuoco (telefono 118), procedere alle operazioni di salvataggio, chiudere tutte le porte e finestre, informare i pompieri, spegnere

Test di lettura

Teoria — Norme inerenti la sicurezza sul lavoro

Simboli di pericolo

1. Scrivete il significato dei simboli indicati di seguito. Indicate il settore dell'azienda in cui vengono utilizzati.



Obbligo di indossare occhiali protettivi per tutti i lavori in officina, ad es. lavori con trapani, lavori di pulizia, lavori con liquidi, aria compressa, incollaggio



Obbligo di proteggere l'udito; durante le operazioni che generano un rumore forte, lavori con foretto sulle lamiere



Obbligo di indossare scarpe antinfortunistiche; officina e reparto montaggio, tecnica di produzione manuale



Vietato fumare; officina di incollaggio, vapori di solventi infiammabili



Sostanze infiammabili; deposito d'olio, prodotti di pulizia quali acetone, solventi, ecc.



Vietato ai pedoni; magazzini con scaffali alti, sistemi automatizzati



Tensione pericolosa; scatole di distribuzione elettrica, armadi di comando delle macchine, impianti di comando



Via di uscita con indicazione della direzione; tutti i locali, uscita di emergenza



Locale sanitario; deposito di materiale sanitario, negli ingressi dell'azienda, farmacia nei reparti

Test di lettura

Teoria

Norme inerenti la sicurezza sul lavoro

2. Indicate dove e come, sul vostro posto di lavoro, potete chiamare un'ambulanza o i vigili del fuoco.

Ambulanza/vigili del fuoco: allarme in base alle indicazioni delle bacheche, pulsante, telefono 144; 118

Eventuali informazioni supplementari sono riportate nella rubrica "Sicurezza sul lavoro, protezione della salute, protezione ambientale".

3. Indicate le misure di protezione inerenti la sicurezza sul lavoro e la protezione della salute applicate nella vostra azienda. Quali altre misure preventive vengono applicate durante i corsi interaziendali?

Suggerimento:
i responsabili dei corsi interaziendali completano questo tema con altre informazioni essenziali.

Verifica delle risorse "Rispettare le norme di sicurezza sul lavoro nella tecnica di produzione meccanica"

Qualsiasi anomalia rilevata sugli apparecchi e sulle macchine, come ad esempio cavi scoperti, deve essere immediatamente segnalata al formatore.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze — La sicurezza sul lavoro

1. Quando è obbligatorio indossare occhiali protettivi nell'officina meccanica?

Durante i lavori effettuati con dei trapani, durante i lavori di pulizia, lavori con liquidi, durante le operazioni di incollaggio

2. Quali misure adottate in caso di incidente?

1. Rendere sicuro il luogo dell'incidente
2. Effettuare una chiamata di emergenza (telefono 144)
3. Primi soccorsi (**ABCD,** vie aeree, respirazione, circolazione, defibrillazione)
4. Guidare ed informare i soccorsi

3. Se si verifica un incidente nonostante le misure di protezione, come siete assicurati?

Assicurazione incidente obbligatoria per i dipendenti della vostra azienda (SUVA) o del centro dei corsi interaziendali, assicurazione complementare non obbligatoria contratta dalla vostra azienda

Test di lettura

Attività

Ordine di esecuzione

– Conoscere l'esecuzione dell'ordine di lavoro ed i relativi documenti
– Interpretare le indicazioni di tolleranza ed i simboli della superficie

Domande di base

1. In quali situazioni vi siete già confrontati con schemi di montaggio o ordini di fabbricazione?

Disegni, nomenclature, pianificazioni dell'organizzazione

2. Quali informazioni sono riportate sui disegni?

La forma del pezzo, i dati di fabbricazione, le funzioni

3. Cosa si trova in un cartiglio?

Nome del documento, numero del documento, data di creazione, nome dell'autore, scala, data delle modifiche

4. Tutte le indicazioni del disegno devono essere rispettate?

Sì, al fine di garantire il funzionamento impeccabile del pezzo

5. Come vi comportate se manca una delle indicazioni di misura necessarie per la fabbricazione?

Mi informo presso il costruttore o il cliente

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Documenti di fabbricazione

I documenti di fabbricazione comprendono l'insieme dei documenti necessari per la fabbricazione di pezzi, complessivi o dispositivi. In linea generale, si tratta di disegni, elenchi di pezzi, pianificazioni del lavoro, elenchi di utensili o schizzi di serraggio.
Al fine d'identificare chiaramente ciascun documento e tutte le relative versioni, ognuno di essi deve riportare le seguenti indicazioni:
– numero del documento;
– nome del documento;
– data di creazione;
– nome o iniziali dell'autore;
– indice o data delle modifiche.

Disegni

Un disegno è una rappresentazione figurativa composta da linee.

Di seguito sono riportati i principali tipi di disegno:

Disegno d'assieme

Il disegno d'assieme è un disegno tecnico su scala che rappresenta la posizione spaziale e la forma degli elementi che costituiscono un insieme.

Disegno del singolo particolare

Il disegno del singolo particolare è un disegno tecnico che rappresenta un pezzo isolato senza interconnessioni con altri elementi.

Disegno del pezzo esterno

Il disegno del pezzo esterno include le indicazioni necessarie per il montaggio, il controllo e l'ordine dei pezzi esterni.

Vista esplosa

La vista esplosa è il disegno di un sottoinsieme i cui componenti sono rappresentati in una prospettiva assonometrica e nella loro posizione di assemblaggio corretta.

Disegno di fabbricazione

Il disegno di fabbricazione è un disegno tecnico che riporta, nella rappresentazione dell'oggetto, delle indicazioni supplementari utili, in particolare dal punto di vista della fabbricazione.

Disegno di costruzione

Il disegno di costruzione è un disegno tecnico che rappresenta lo stato finale previsto dell'oggetto dal punto di vista della costruzione.

Serie di disegni

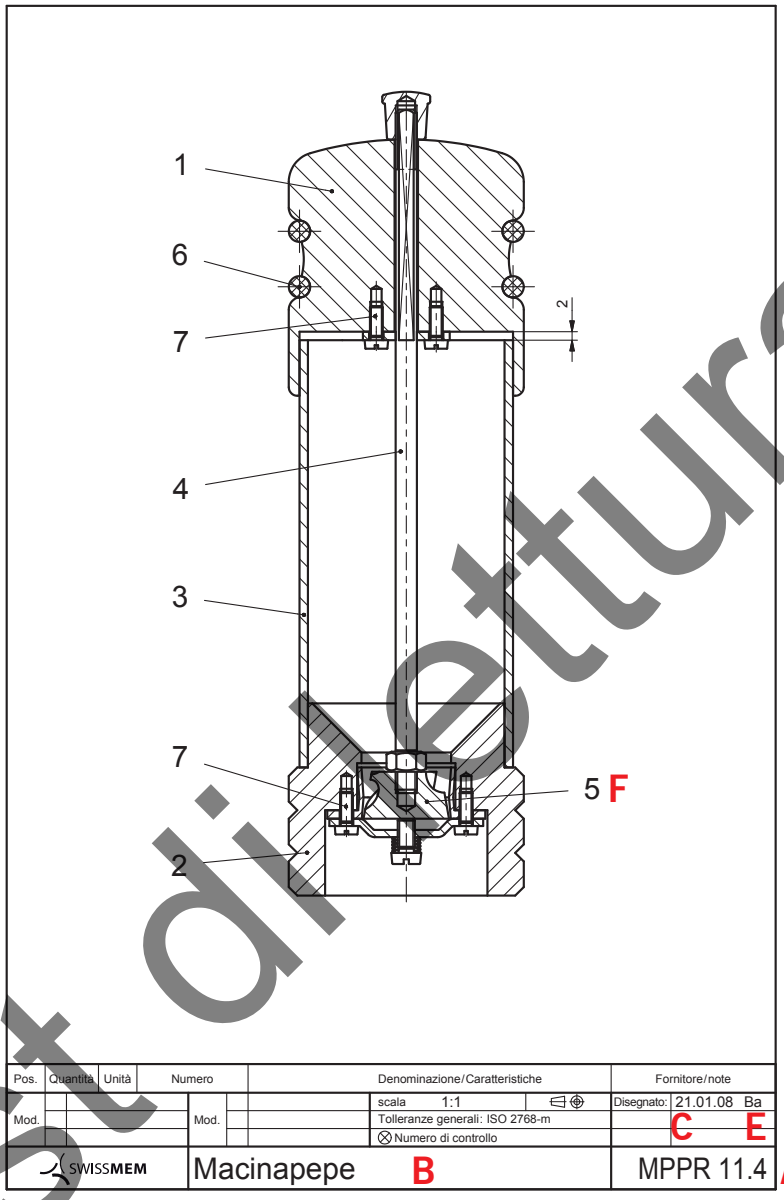
Una serie di disegni raggruppa tutti i disegni stabiliti per un determinato scopo.

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Disegno complessivo



Su questo disegno, tutti i pezzi sono visibili e possono essere individuati tramite un numero chiamato numero di posizione. Questo numero serve a ritrovare il pezzo nel relativo elenco.

Il disegno complessivo può anche riportare delle quote e delle indicazioni necessarie per il montaggio.

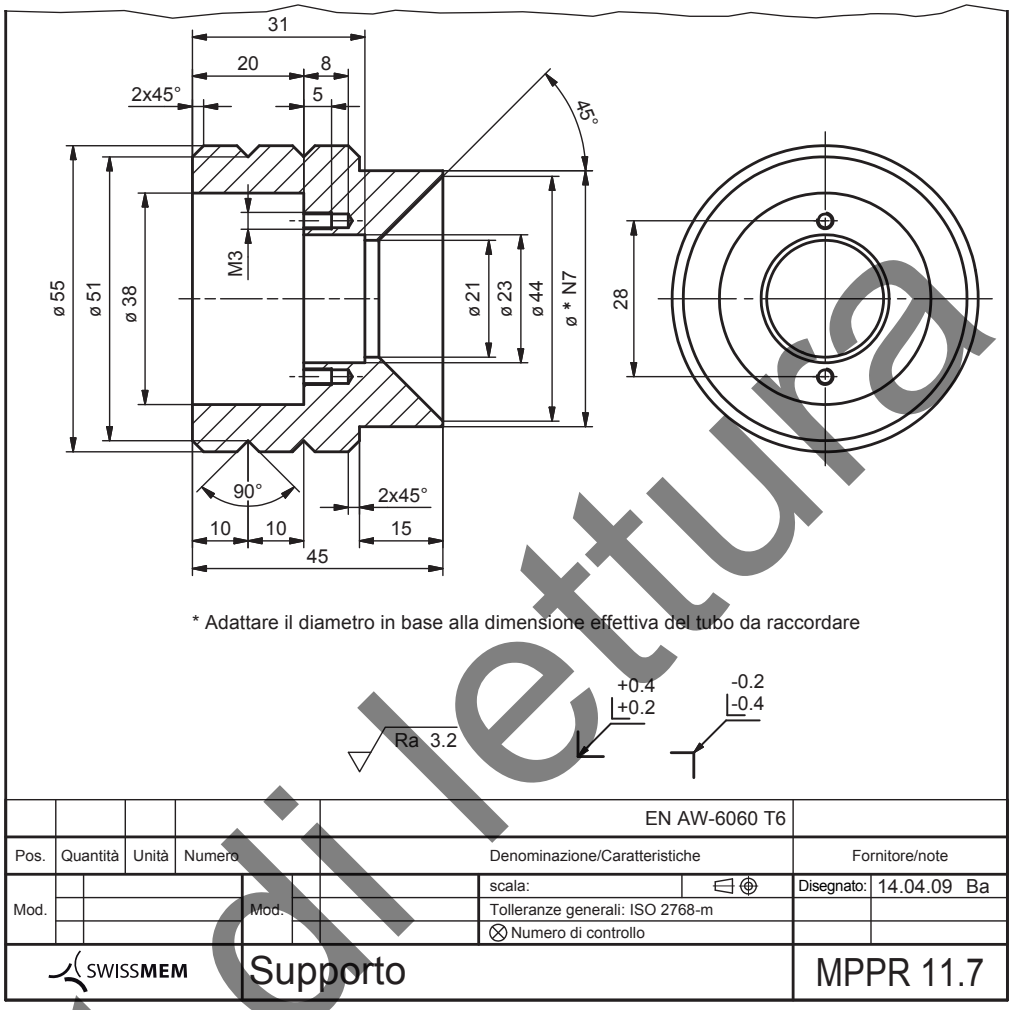
1. Sul disegno riportato sopra, cercate ed identificate i seguenti elementi tramite le lettere indicate sotto:
A ⇒ numero del documento
B ⇒ nome del prodotto
C ⇒ data di creazione
D ⇒ campo di modifica
E ⇒ nome o iniziali dell'autore
F ⇒ numeri di posizione

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Disegno del singolo particolare



Il disegno del singolo particolare include l'insieme delle quote nominali, delle tolleranze geometriche, delle indicazioni e delle norme necessarie per la fabbricazione di un pezzo.

Di seguito presenteremo i principali componenti delle tolleranze geometriche.

Elenco dei pezzi

L'elenco dei pezzi è un estratto esauriente e formale stilato per un determinato oggetto. Esso contiene tutti gli articoli che ne fanno parte, nonché delle indicazioni inerenti la descrizione, le quantità e le unità utilizzate.

Di seguito i principali tipi di elenchi dei pezzi:

Elenco dei pezzi di costruzione

L'elenco dei pezzi di costruzione comprende esclusivamente i complessivi, i pezzi ed i pezzi esterni che costituiscono un prodotto o un insieme, direttamente necessari per il montaggio di quest'ultimo. Un prodotto con più componenti richiede sempre diversi elenchi dei pezzi di costruzione.

Elenco dei pezzi in successione

L'elenco dei pezzi in successione è una forma di nomenclatura che consente di rappresentare la struttura di un prodotto con tutti i suoi complessivi ed i suoi pezzi, in cui ciascun insieme è specificato fino al suo livello più basso.

Elenco delle varianti dei pezzi

L'elenco delle varianti dei pezzi è un sommario di diversi elenchi dei pezzi su un unico modulo, che consente di numerare i diversi oggetti che generalmente comportano numerosi componenti identici.

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Indicazioni che compaiono nell'elenco dei pezzi

Normalmente, l'elenco dei pezzi è concepito come documento separato del disegno. Gli elenchi dei pezzi sono spesso elaborati dal computer. La forma e l'utilizzo delle colonne dell'elenco possono variare a seconda dell'azienda. In linea generale, gli elenchi dei pezzi descrivono i componenti in base ai seguenti dati:

Pos.	Quantità	Unità	Numero	Denominazione/Caratteristiche	Fornitore/note
5	1		MW1000.00	Meccanismo di macinazione completo	SR Rafz A)
4	1		MPPR 11.9	Barra di centraggio	
3	1		MPPR 11.8	Tubo	A)
2	1		MPPR 11.7	Supporto	
1	1		MPPR 11.5/6	Testa	
			MPPR 11M002	A) Kit	Swissmem

Mod. | Mod. | scala: 1:1 | Disegnato: 21.01.08 Ba
Tolleranze generali: ISO 2768-m
Numero di controllo

SWISSMEM | Macinapepe | MPPR 11.4

– **Numero di posizione:** questo numero si riferisce al pezzo corrispondente rappresentato nel disegno del d'assieme.

– **Quantità:** numero di pezzi necessari per il montaggio **di un** prodotto.

– **Numero:** si tratta del numero che consente di identificare l'oggetto. Può trattarsi di un numero del pezzo, di un numero del disegno, di un numero dell'articolo, ecc.

– **Denominazione/caratteristiche:** la denominazione è il nome del pezzo. Quando si tratta di pezzi normalizzati, si utilizza la denominazione abbreviata normalizzata (ad es. vite t cil per vite a testa cilindrica). Utilizzando i disegni e gli elenchi dei pezzi, vi abituerete presto alle abbreviazioni impiegate in questo settore.

Le caratteristiche dei pezzi normalizzati sono indicate con lo scopo di poterle identificare chiaramente. Generalmente si tratta:
– della normativa corrispondente (ad es. ISO 1207);
– delle dimensioni caratteristiche del pezzo (ad es. M3×8);
– del materiale da cui è composto il pezzo (ad es. 4.8).

– **Fornitore/osservazione**
Negli elenchi dei pezzi, troverete spesso una rubrica "note". Questa consente di fornire diverse informazioni complementari (ad es. fornitore).

Tolleranze dimensionali

Sul disegno MPPR 11.7 troverete la dimensione 45, ossia la lunghezza del pezzo. Tuttavia è impossibile fabbricare un pezzo avente una lunghezza esatta di 45 mm. Anche utilizzando le tecniche di lavorazione più perfezionate, si otterrà sempre uno scostamento, anche minimo. Uno scostamento, anche lieve, è sempre uno scostamento. Da una parte, la fabbricazione di un pezzo di assoluta precisione è una procedura che richiede molto tempo – e quindi estremamente onerosa – e dall'altra parte, la funzione a cui è destinato il pezzo in questione non richiede una tale precisione.

Al fine di consentire una produzione redditizia ed allo stesso tempo garantire la sicurezza di esercizio nonché l'intercambiabilità dei pezzi, i costruttori fissano delle tolleranze in base al seguente principio: **il più grossolano possibile e fine quando necessario.**

Per poter indicare gli scostamenti dimensionali ammissibili, le tolleranze, sui disegni, sono disponibili diversi sistemi presentati di seguito.

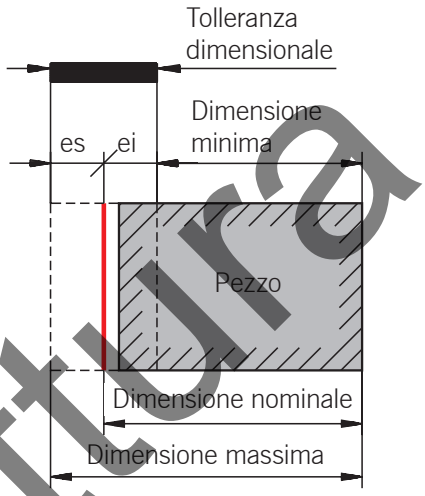
Testo di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

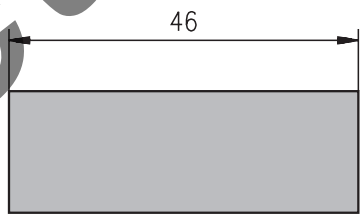
Un punto comune a tutti i sistemi è l'indicazione della **quota nominale** sul disegno. Ad esempio su MPPR 11.7, la lunghezza del pezzo è di 45, il diametro di 55 e la profondità di alesatura di 20.
Inoltre, la variazione dimensionale ammissibile è indicata da tutti i sistemi di tolleranza.

Lo scostamento superiore (*es*) nonché **lo scostamento inferiore** (*ei*) sono definiti. Aggiungendo lo scostamento superiore alla dimensione nominale, si ottiene **la dimensione massima,** ossia la dimensione più grande ancora ammissibile. Sottraendo lo scostamento inferiore dalla dimensione nominale, si ottiene **la dimensione minima,** ossia la dimensione più piccola ammissibile. Dalla somma tra lo scostamento superiore e scostamento inferiore risulta **la tolleranza dimensionale.**



Tolleranze generali

Sebbene per questa quota non sia indicata alcuna tolleranza, si tratta malgrado tutto di rispettarne una. Le quote senza tolleranza sono soggette alle tolleranze generali secondo SN EN 22768.



Le tolleranze generali applicabili al pezzo da fabbricare sono indicate nel disegno.

Cercate questa indicazione nel disegno del singolo particolare MPPR 11.7 a pagina 14

Di seguito troverete un estratto delle **tolleranze generali per quote di lunghezza** SN EN 22768-m (m sta per grado di precisione "medio"):

Dimensione nominale [mm]				
≥ 0,5... 3	> 3 ... 6	> 6 ... 30	> 30 ... 120	> 120 ... 400
Scostamento [mm]				
± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5

Esistono tabelle di questo genere in ogni officina. In caso di dubbio, utilizzate le tolleranze generali.

Esistono delle tolleranze generali non solo per le quote di lunghezza, ma anche per le dimensioni angolari, i raggi e le altezze di cianfrinatura.

Ad esempio:
La quota nominale indicata su un disegno è di 46 mm. Potete trovare lo scostamento ammissibile, pari a ± 0,3 mm, nella tabella riportata sopra, ne consegue:
– dimensione massima 46,3 mm
– dimensione minima 45,7 mm
– tolleranza dimensionale 0,6 mm

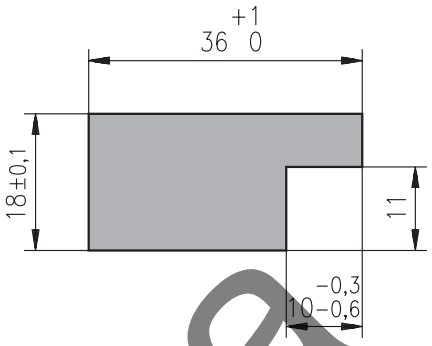
Test di lettura

Teoria

Tolleranze con valori numerici

Ordine di esecuzione

Come indica il nome, questo sistema delle tolleranze indica gli scostamenti in valori numerici. Generalmente, questi ultimi sono abbinati alla dimensione nominale. Il valore superiore corrisponde allo scostamento superiore, il valore inferiore allo scostamento inferiore. Se il valore degli scostamenti superiore ed inferiore è identico, viene indicato quindi un solo valore, preceduto dal segno "±".



Esempi:

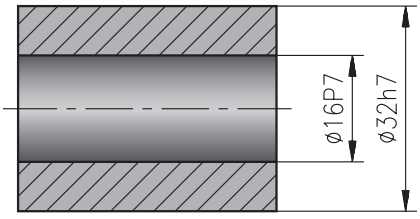
– Lunghezza del pezzo 36
Dimensione nominale 36 [mm], scostamento superiore +1 [mm], scostamento inferiore 0 [mm]. Si ottiene:
- dimensione massima 37,0 mm
- dimensione minima 36,0 mm
- tolleranza dimensionale 1,0 mm

– Larghezza del pezzo 18
Dimensione nominale 18 [mm], scostamento superiore + 0,1 [mm], scostamento inferiore – 0,1 [mm]. Si ottiene:
- dimensione massima 18,1 mm
- dimensione minima 17,9 mm
- tolleranza dimensionale 0,2 mm

– Altezza del tallone 10
Dimensione nominale 10 [mm], scostamento superiore - 0,3 [mm], scostamento inferiore – 0,6 [mm]. Si ottiene:
- dimensione massima 9,7 mm
- dimensione minima 9,4 mm
- tolleranza dimensionale 0,3 mm

Sistema ISO delle tolleranze

Nel sistema ISO, gli scostamenti, rappresentati da una lettera ed un numero, sono indicati dopo la dimensione nominale. Le lettere maiuscole si riferiscono alle dimensioni interne (ad es. alesatura, larghezza della scanalatura), le lettere minuscole si riferiscono alle dimensioni esterne (ad es. albero, spessore della piastra).



Per ottenere maggiori informazioni su questo sistema, consultate la documentazione specializzata.

In ogni officina sono presenti delle tabelle che indicano gli scostamenti corrispondenti alle rispettive tolleranze. Indicate dove si trovano nella vostra azienda.

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Estratto della tabella degli **scostamenti delle alesature** (SN EN 2086-2)

Dimensione nominale [mm]		**Scostamento superiore ed inferiore** [µm] [1µm = 1 micron = 0,001 mm]				
da	a	F8	H6	H8	JS7	P7
–	3	+ 20 + 6	+ 6 0	+ 14 0	± 5	– 6 – 16
3	6	+ 28 + 10	+ 8 0	+ 18 0	± 6	– 8 – 20
6	10	+ 35 + 13	+ 9 0	+ 22 0	± 7,5	– 9 – 24
10	18	+ 43 + 16	+ 11 0	+ 27 0	± 9	– 11 – 29
18	30	+ 53 + 20	+ 13 0	+ 33 0	± 10,5	– 14 – 35
30	50	+ 64 + 25	+ 16 0	+ 39 0	± 12,5	– 17 – 42

Ad esempio:
Diametro di alesatura 16 P7

Dimensione nominale 16 [mm]
Scostamento superiore – 11 [µm] = – 0,011 [mm]
Scostamento inferiore – 29 [µm] = 0,029 [mm].

Si ottiene:
– dimensione massima 15,989 mm
– dimensione minima 15,971 mm
– tolleranza dimensionale 0,018 mm

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Tolleranze di forma e posizione

Le tolleranze geometriche definiscono gli scostamenti ammissibili di un elemento rispetto alla sua forma geometrica ideale. Creare una forma geometrica ideale è impossibile. Così, ad esempio, un foro non può mai essere perfettamente circolare e cilindrico. Allo stesso modo, una superficie non è mai assolutamente piana.

Un esempio:

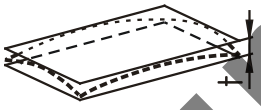
Planarità ▱

Planarità di una superficie

Indicazione sul disegno



Significato



La superficie tollerata deve trovarsi tra due piani paralleli ad una distanza di ***t*** = 0,08.

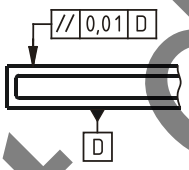
Lo stesso vale per la posizione relativa di due elementi geometrici.
Due superfici non sono mai perfettamente perpendicolari o parallele.
Lo scostamento della posizione ammessa è definita dalla **tolleranza della posizione**.

Due esempi:

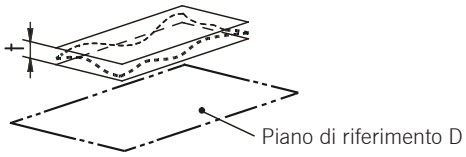
Parallelismo //

Parallelismo di una superficie rispetto ad un piano di riferimento

Indicazione sul disegno



Significato

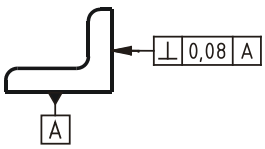


La superficie misurata deve trovarsi tra due piani paralleli ad una distanza di ***t*** = 0,01 mm. Questi piani sono paralleli al piano di riferimento ***D***.

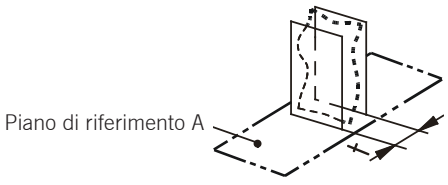
Perpendicolarità ⊥

Perpendicolarità di una superficie rispetto ad un piano di riferimento

Indicazione sul disegno



Significato



La superficie perpendicolare deve trovarsi tra due piani paralleli ad una distanza di ***t*** = 0,08 mm. Questi piani sono perpendicolari al piano di riferimento ***A***.

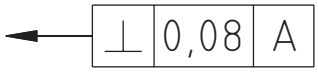
Come emerge dagli esempi riportati sopra, esistono due possibilità di indicare i piani di riferimento: direttamente, come nell'esempio del parallelismo, o indirettamente, tramite una lettera come nell'esempio di perpendicolarità.

Test di lettura

Teoria

Ordine di esecuzione

Ora sapete come specificare una tolleranza di forma e posizione, ossia tramite un riquadro rettangolare suddiviso in diverse caselle.
Determinate ciò che è indicato in ciascuna casella. Dove potete trovare il significato di una tolleranza di forma o di posizione che non conoscete ancora?



Simbolo di tolleranza, tolleranza, riferimento, estratto delle normative, normative in vigore in azienda

Stato della superficie

Quando lavorate una superficie, constatate che non è perfettamente liscia, ma che è più o meno rugosa. Per rendervene conto, è sufficiente passare un'unghia su questa superficie. Poiché alcuni pezzi, affinché possano svolgere la loro funzione, necessitano di uno stato superficiale migliore rispetto agli altri, la rugosità può essere specificata sui disegni. Inoltre, è anche possibile specificare il processo di lavorazione da utilizzare e di impedirne degli altri.

– Il **simbolo di base** a tal fine utilizzato è il seguente:



– Se una superficie non deve **essere lavorata mediante asporto di trucioli,** si utilizza questo simbolo:

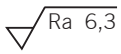


– la **lavorazione mediante asporto di trucioli** è segnalata da questo simbolo:

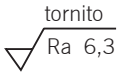


La rugosità si suddivide in classi che vanno da Ra 0,025 a Ra 50. Quest'ultima rappresenta la rugosità più grossolana.

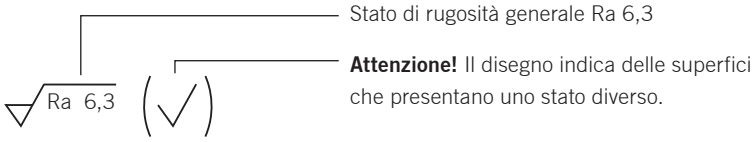
– La rugosità minima da assicurare è indicata a destra del simbolo. Questo significa che la superficie considerata può essere più fine del valore indicato, ma in alcun caso più grossolana.

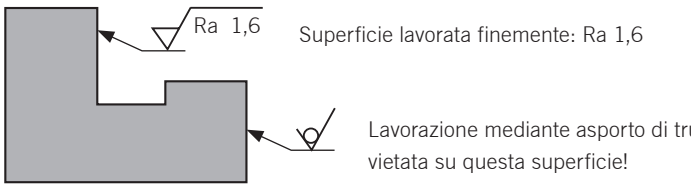


– **Il processo di lavorazione** prescritto è indicato nel seguente modo:



La qualità di ciascuna superficie è una grandezza specificata. Affinché non sia necessario identificare separatamente ciascuna superficie, lo stato più ricorrente della superficie è specificato dal simbolo generale. Soltanto i simboli divergenti sono riportati direttamente sulla superficie. In tal caso, si aggiunge al simbolo generale un simbolo di base posto tra parentesi.



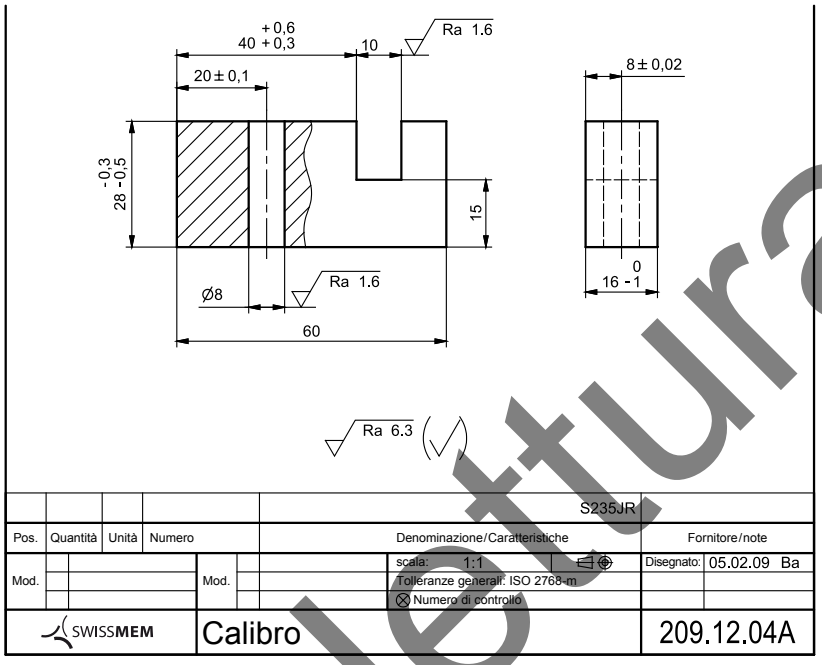


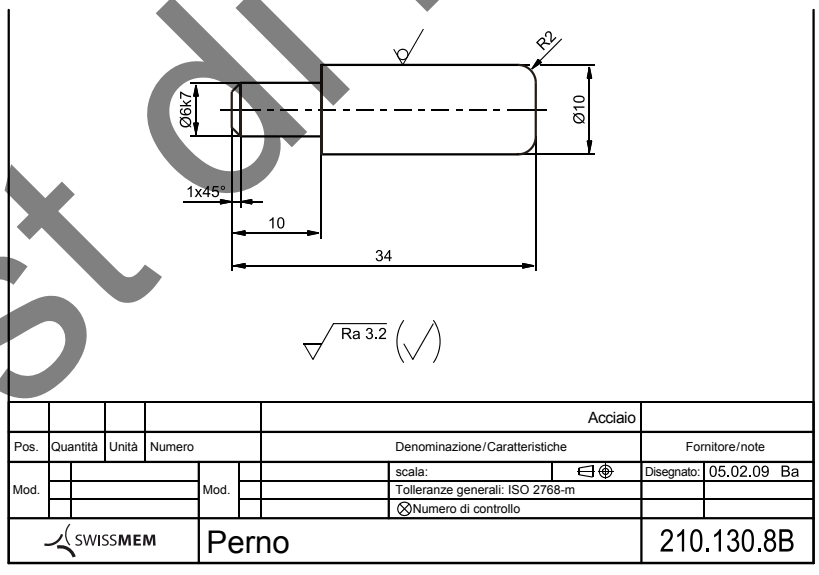
Test di lettura

Esercizi

Ordine di esecuzione

1. Nei due esempi riportati di seguito, calcolate, per ciascuna quota, dimensione massima e minima, nonché le tolleranze dimensionali.





2. Procuratevi un campione dello stato superficiale. Si tratta di una piastra su cui si trovano più campionature di rugosità ottenute con diversi processi di lavorazione. Fatevi un'idea sulle diverse classi di rugosità passando l'unghia su ciascuna campionatura.

3. Cosa consultate quando trovate un simbolo relativo allo stato superficiale che ancora non conoscete?

Un estratto delle normative oppure le normative in vigore nell'azienda

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Ordine di esecuzione

Domande di verifica

1. Quali documenti fanno parte di quelli di fabbricazione?

Disegni, elenco dei pezzi, pianificazioni dell'operazione, elenchi dell'attrezzatura, schizzi di serraggio, protocolli di misurazione

2. Citate le differenze che emergono tra un disegno del singolo particolare ed un disegno d'assieme.

Un disegno del singolo particolare indica l'ordinamento geometrico dell'elemento riprodotto con gli altri pezzi. Esso deve comprendere tutte le indicazioni necessarie per la fabbricazione.

3. Quando si utilizzano principalmente le viste esplose?

Per conoscere il montaggio, l'elenco dei pezzi di ricambio, le istruzioni proprie dell'azienda o le istruzioni di montaggio

4. Quali sono le tolleranze non indicate in un disegno del singolo particolare?

Le tolleranze generali ISO 2768

5. Interpretate le indicazioni riportate di seguito.

– ISO 2768-mK: tolleranze generali ISO 2768
Dimensioni degli angoli e delle lunghezze: classe di tolleranza media m
Elementi sagomati classe di tolleranza K



Perpendicolarità: rispetto alla superficie di riferimento A, la superficie perpendicolare deve trovarsi tra due piani paralleli ad una distanza di 0,08 mm.

6. Quali rugosità superficiali si possono ottenere mediante a normale procedimento d'officina

Segatura:	Ra 25 … 12,5
Limatura:	Ra 12,5 … 0,8
Tornitura:	Ra 12,5 … 3,2
Fresatura frontale:	Ra 12,5 … 3,2
Rettifica cilindrica:	Ra 1,6 … 0,4

Test di lettura

Attività

Svolgimento del lavoro



– Interpretare un piano di lavoro
– Preparare la lavorazione di un pezzo
– Elaborare diversi documenti di fabbricazione

Domande di base



1. Cos'è un piano di lavoro?

Si tratta di un insieme di documenti contenenti delle indicazioni sul pezzo, sui processi di lavorazione, gli utensili e le macchine utilizzati.

2. Perché occorre elaborare un piano di lavoro?

Al fine di evitare disguidi durante la fabbricazione/ costruzione. Il pezzo può essere fabbricato in modo più efficace e la ripetizione del processo di lavoro è altrettanto documentata e rintracciabile.

3. Quali sono i punti di cui tenere conto in un piano di lavoro?

Disegno, la sequenza delle operazioni, elenco dell'attrezzatura, eventuali informazioni di fabbricazione. Se si utilizzano altri utensili e macchine, i dati tecnici devono essere modificati.

4. Cercate tutti i documenti utilizzati nella vostra azienda per elaborare la panificazione del lavoro. Raggruppateli e classificateli alla fine della presente unità didattica.

Test di lettura

Teoria

Svolgimento del lavoro

Piano di lavoro (piano dell'operazione)

Il piano di lavoro è uno dei documenti più importanti per la fabbricazione e l'assemblaggio. Esso descrive la procedura di fabbricazione passo dopo passo. Il piano di lavoro funge da base per l'elaborazione dei documenti di lavoro relativi all'ordine di esecuzione.

Prima di iniziare la fabbricazione, stabilite un piano di lavoro ben ponderato per ciascun pezzo. In tal modo potrete evitare i problemi di lavorazione, produrre dei pezzi in modo razionale e documentare indiscutibilmente le operazioni.

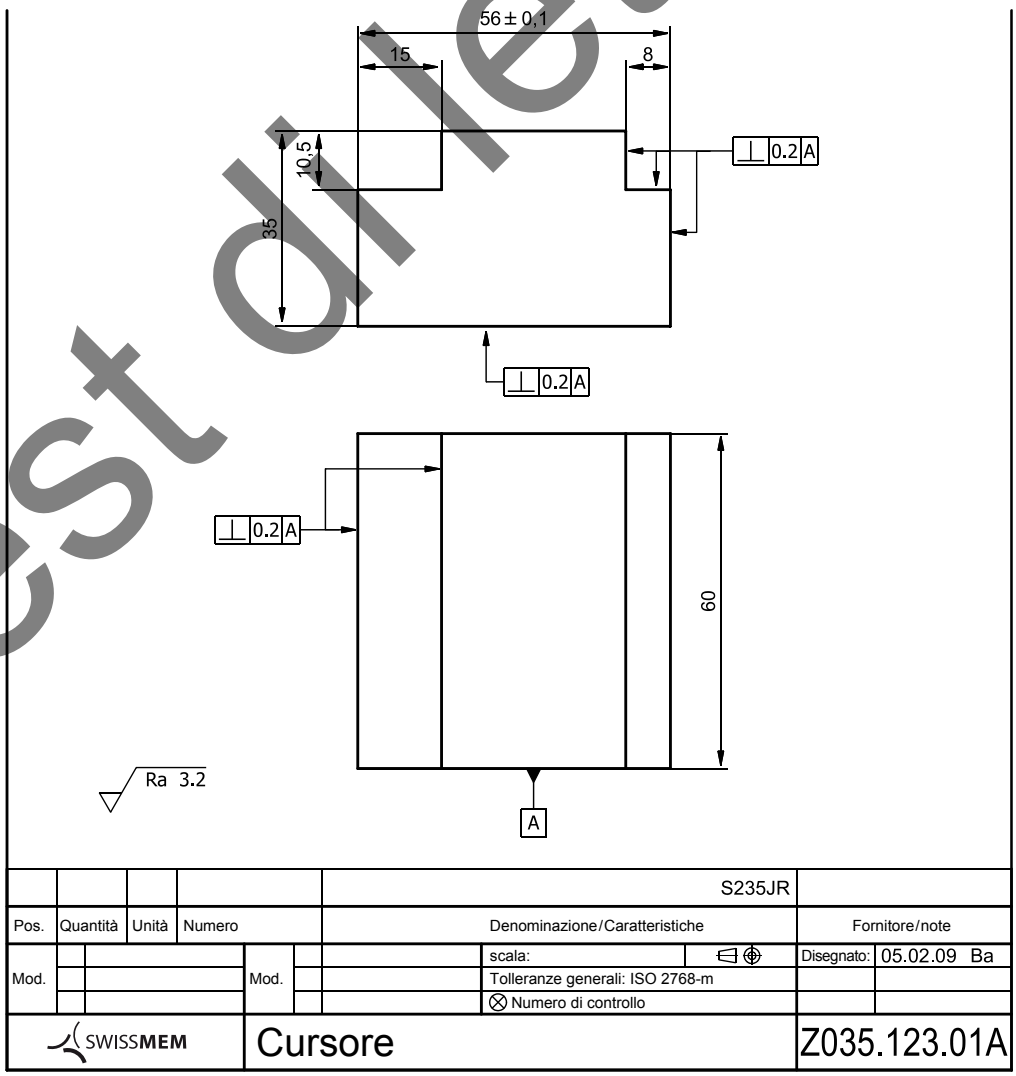
Le informazioni principali contenute nel piano di lavoro sono:
– le indicazioni inerenti il pezzo;
– le indicazioni inerenti il processo di fabbricazione;
– le indicazioni inerenti l'attrezzatura e le macchine.

Determinazione del tempo di fabbricazione

Il piano di lavoro consente di calcolare il tempo necessario per la realizzazione di ciascun processo di fabbricazione di un pezzo, tempo che è sufficiente moltiplicare per il numero delle fasi di lavoro e per la quantità dei pezzi da fabbricare per ottenere il tempo di fabbricazione totale.

Esempio di cursore

Disegno dettagliato del cursore:



Test di lettura

Teoria

Svolgimento del lavoro

Piano di lavoro

Piano di lavoro possibile per la fabbricazione del cursore:

Piano di lavoro Data: 6.2.09

Numero del disegno: Z 035 123 01 A Vidimazione: PM

Denominazione: Cursore Indice di modif.: A

Sequenza	Operazioni	Accessori, utensili T
10	Lettura del disegno	
20	Controllo dimensionale del pezzo grezzo (materiale e dimensioni)	
30	Preparazione utensili e accessori	Morsa
40	Fresatura di sgrossatura delle quote esterne con sovrametallo di 0,3 mm su ciascun lato	T 001
50	Fresatura di finitura quote esterne	T 002
60	Controllo quote esterne e perpendicolarità dei lati	Calibro a corsoio, squadretta
70	Fresatura di sgrossatura degli spallamenti con sovrametallo di 0,3 mm	T 003
80	Fresatura di finitura spallamenti	T 004
90	Sbavatura	
100	Controllo finale (tolleranze dimensionali, geometriche, di posizione, stati superficiali, pulizia)	Strumenti di misura e controllo

Elenco dell'attrezzatura

Il piano di lavoro è accompagnato dall'elenco dell'attrezzatura corrispondente:

Elenco dell'attrezzatura Data: 6.2.09

Numero del disegno: Z 035 123 01 A Vidimazione: PM

Denominazione: Cursore Indice di modif.: A

Utensili T	Denominazione	Dimensioni	Avanzamento f	Velocità s	Note
T 001	Fresa cilindrica frontale NR	D 63	60	120	
T 002	Fresa cilindrica frontale N	D 63	150	170	
T 003	Fresa cilindrica NR	D 20 × 38	540	110	
T 004	Fresa cilindrica N	D 20 × 38	540	310	

Test di lettura

Teoria

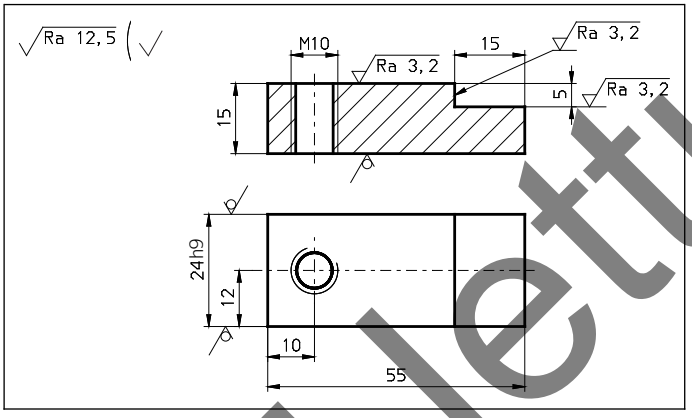
Svolgimento del lavoro

Pianificazione del lavoro

Prima di cominciare la fabbricazione di un pezzo, si tratta generalmente di pianificare e determinare:
– le dimensioni del pezzo grezzo;
– i processi di fabbricazione e le fasi di lavoro;
– le macchine e gli utensili da utilizzare;
– le velocità di taglio, gli avanzamenti e le profondità di taglio;
– gli strumenti e le posizioni di serraggio.

Queste operazioni di preparazione consentono di elaborare i documenti di fabbricazione, come il piano di lavoro, l'elenco dell'attrezzatura, gli schizzi di serraggio e, se necessario, definire il software del controllo numerico.

Esempio



Dimensioni del pezzo grezzo

Come si può constatare sul disegno, occorre esclusivamente un sovraspessore in altezza (15 mm). Si può quindi utilizzare, come pezzo grezzo, un acciaio piatto trafilato S235JRG2 le cui dimensioni sono di 24×16 mm.

Processo di fabbricazione e fasi del lavoro

La prima operazione consisterà ovviamente nel segare il pezzo grezzo. Inizialmente dovrete eventualmente raddrizzare e segare ad angolo la barra d'acciaio piatta. Successivamente il pezzo grezzo verrà segato ad una lunghezza di 55 mm. L'operazione successiva consisterà nel fresare il pezzo a 15 mm di altezza. Ma sarà innanzitutto necessario sgrossare il tallone, quindi fresarlo alla dimensione desiderata. Il centraggio, la foratura, la svasatura e la filettatura saranno le operazioni da eseguire successivamente. Per svasare la maschiatura sul lato posteriore, dovrete rimontare il pezzo, oppure svasare la maschiatura tramite una punta per svasatura manuale. In tal caso, scegliete la soluzione più economica. Infine, il pezzo deve ancora essere sbavato e sottoposto al controllo finale. Riportate tutte queste operazioni di lavoro nella sequenza esatta sul piano di lavoro. Se desiderate anche programmare un software a controllo numerico tramite il piano di lavoro, occorre inoltre indicare i vari cambiamenti di utensili.

Nel corso di formazione troverete informazioni supplementari sui diversi processi di fabbricazione:
– **tecnica di produzione manuale;**
– **tecnica di lavorazione meccanica.**

Test di lettura

Teoria

Svolgimento del lavoro

Macchine utensili ed attrezzatura

Per segare il pezzo grezzo, utilizzare preferibilmente una sega circolare. Per fresare il pezzo ed il tallone, scegliete una fresatrice le cui dimensioni e prestazioni si adattano al pezzo da lavorare. Per quanto riguarda gli utensili, scegliete una fresa cilindrica frontale con cui potrete effettuare tutte le operazioni di fresatura. La foratura e la maschiatura possono essere effettuate con una foratrice, ma anche con una fresatrice. In tal caso si consiglia di non cambiare la macchina. Gli utensili necessari sono una foratrice con banco a coordinate, una punta elicoidale, una punta per svasare ed un maschio. Riportate tutti gli utensili necessari sull'elenco dell'attrezzatura e sul piano di lavoro. Su quest'ultimo, annotate anche le macchine previste.

Nel corso di formazione troverete informazioni supplementari sulle macchine e sull'attrezzatura:
– **tecnica di produzione manuale;**
– **tecnica di lavorazione meccanica.**

Parametri di taglio

Dovete definire i parametri di taglio adatti a ciascun utensile. Questi dati riguardano l'avanzamento, la velocità di taglio o la velocità di rotazione e la profondità di taglio. La profondità di taglio autorizzata indica se potete sgrossare il tallone in un passo. Annotate i parametri di taglio per quanto riguarda gli utensili corrispondenti nell'elenco dell'attrezzatura.

Nel corso di formazione troverete una guida per determinare i parametri di taglio:
– **tecnica di produzione manuale;**
– **tecnica di lavorazione meccanica.**

Utensili e posizione di serraggio

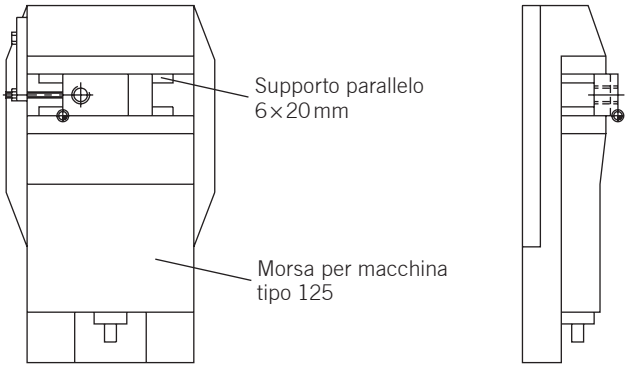
L'unico utensile di serraggio necessario per fabbricare questo pezzo è una morsa per macchina. Durante il serraggio, abbiate cura che il pezzo sporga dalla morsa di almeno 7 mm, in modo da poter fresare il tallone senza difficoltà. Prestare inoltre attenzione a lasciare uno spazio libero sotto la punta, in modo che non penetri nel distanziale o nella morsa.

Nel corso di formazione troverete informazioni supplementari sui diversi dispositivi di serraggio:
– **tecnica di lavorazione meccanica.**

Schizzi di serraggio

Schizzi di serraggio

Numero del disegno:	*K25-7-01*	Data:	*17.2.09*
N. d'ordine:	*A4539*	Vidimazione:	*GS*



⊕ : : punto zero del pezzo

Test di lettura

Esercizi

Svolgimento del lavoro

Compiti

1. Completate il piano di lavoro con le indicazioni mancanti (esempio a pagina 28).

Piano di lavoro

Numero del disegno M25-7-01 Data: 17.2.09
Numero d'ordine: A4530 Vidimazione: GS

	Operazione	Macchina	Utensile	Durata	Eseguito
10	Segare la barra in linea verticale	Sega circolare			
20	Serrare (K25-7-01)	Morsa			
30	Fresare la superficie ad uno spessore di 15 mm	Fresatrice	T001		
40	Fresatura del tallone	Fresatrice	T001		
50	Centraggio	Fresatrice	T002		
70	Foratura	Fresatrice	T003		
80	Svasatura	Fresatrice	T004		
90	Maschiatura	Fresatrice	T005		
	Allentamento				
100	Cianfrinatura lato posteriore		Punta per cianfrinatura manuale		
110	Sbavatura		Lima		
120	Controllo finale		Calibro a corsoio		
			Durata totale		

2. Completate l'elenco dell'attrezzatura con le indicazioni mancanti.

Tabella utensili

Numero del disegno K25-7-01 Data: 17.2.09
Numero d'ordine: A4539 Vidimazione: GS

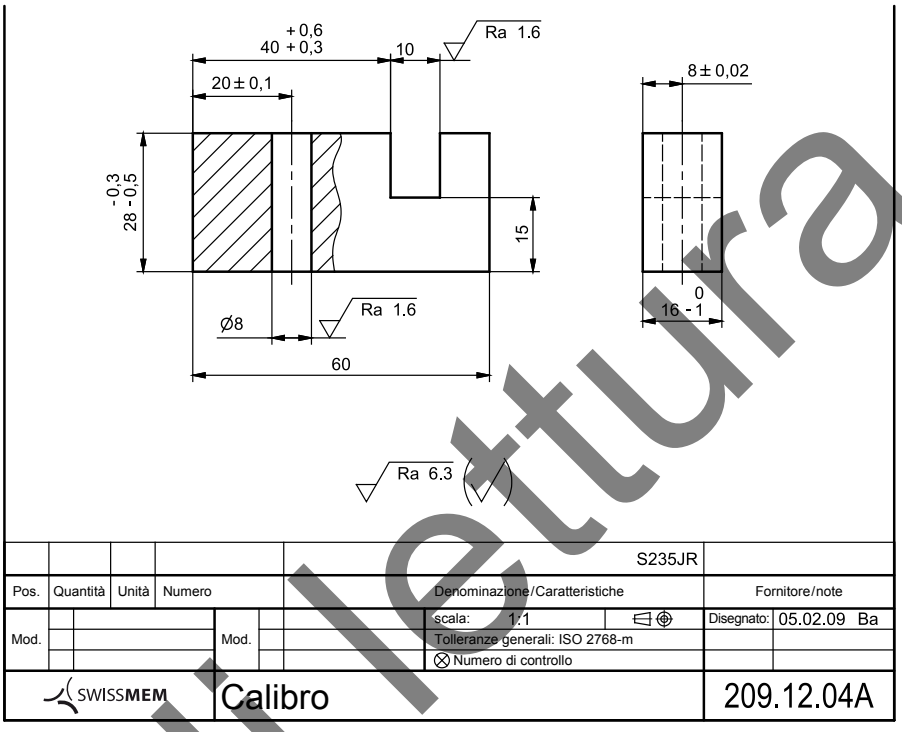
Utensile	Operazione	Dim.	Avanzamento	Velocità	Nota
T001	Fresa cil. frontale tipo N	ø 63 mm	100 mm/min 30 mm/min	300 U/min 152 1/min	Param. di sgrossatura e di livellamento
T002	Punta di centraggio a controllo numerico	ø 6/3	0,2 mm/U	4244 1/min	
T003	Punta elicoidale	ø 8,5 mm	0,2 mm/U	1500 1/min	
T004	Fresa a testa conica 90°	ø 16,5	0,2 mm/U	232 1/min	
T005	Maschio per filettare	M10	1,5 mm/U	445 1/min	Utilizzare un apparecchio di filettatura!

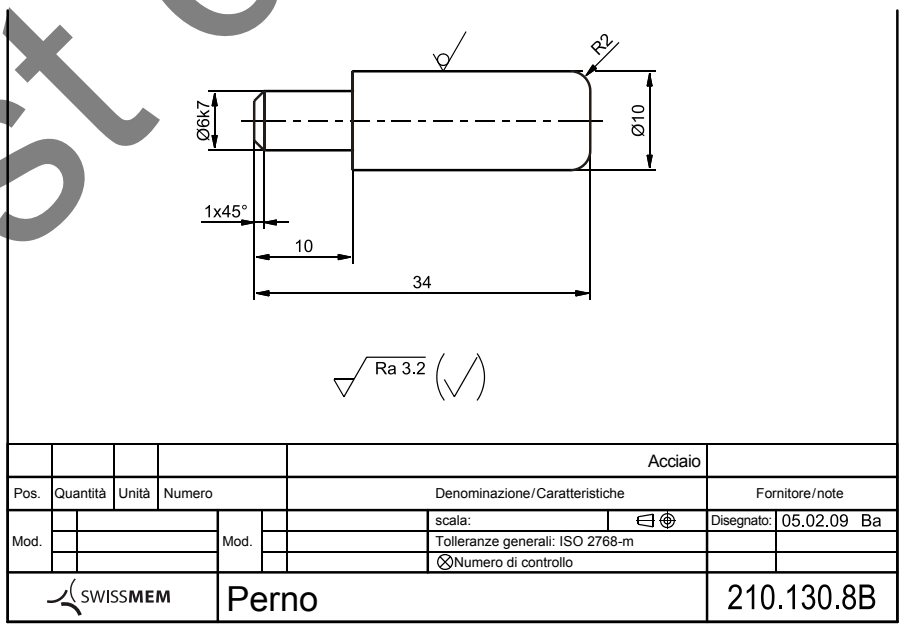
Test di lettura

Esercizi

Svolgimento del lavoro

3. Informatevi in merito alle direttive presenti nella vostra azienda che riguardano l'elaborazione degli schizzi di serraggio, del piano di lavoro e dell'elenco dell'attrezzatura. Elaborate i vari documenti per i pezzi di seguito indicati, in base alle presenti direttive.





Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Svolgimento del lavoro

Domande di verifica

1. Cosa dovete definire prima di fabbricare un pezzo?

Le dimensioni del pezzo grezzo, il processo e le fasi di fabbricazione, le macchine e l'attrezzatura, i dati tecnici, gli strumenti e la situazione di serraggio

2. Cosa deve contenere un piano di lavoro?

Le indicazioni inerenti il pezzo, lo svolgimento del lavoro, l'attrezzatura e le macchine

3. La materia prima deve figurare su un piano di lavoro?

Sì, al fine di controllare se i materiali sono disponibili nelle dimensioni corrette.

4. Dove occorre annotare i parametri di taglio degli utensili necessari per la realizzazione di un ordine?

Sulla tabella utensili

5. Cosa si definisce tramite sulla tabella utensili?

Il tipo di attrezzatura con i relativi dati tecnici

6. Dove sono numerati gli utensili necessari per la realizzazione di un ordine?

Sul piano di lavoro e sulla tabella utensili

7. Cosa si può garantire grazie ad una pianificazione ponderata del lavoro e a dei documenti di pianificazione correttamente elaborati?

Lo svolgimento efficiente della fabbricazione

Test di lettura

SWISSMEM

Attività — Introduzione alla tecnologia dei materiali

– **Conoscere le basi delle caratteristiche dei materiali**

Domande di base

1. Un litro d'acqua ha una densità pari a 1 kg/dm3 (a 4 °C).
Stimate la densità approssimativa del legno e dell'alluminio.

Legno: da 0,2 a 0,72 kg/dm^3

Alluminio: 2,7 kg/dm^3

2. Per quale motivo i corpi dei telefoni cellulari sono in materiale plastico?

Perché si tratta di un materiale leggero, facile da produrre, che può essere colorato.
Economico da produrre in grande quantità e piacevole al tatto

3. Citate alcune applicazioni per le quali il materiale sintetico non è adatto.

Sistemi di scarico ⇒ calore,
elementi conduttori di elettricità, componenti ad alta resistenza

4. Citate le caratteristiche dell'oro, del vetro, dell'acciaio.

Oro: Costoso, pesante, non si ossida, tenero, facilmente deformabile, buona conducibilità termica

Vetro: Duro, fragile, trasparente, poco lavorabile, resistente alla temperatura

Acciaio: Si ossida, facilmente lavorabile, non così pesante come l'oro, facilmente deformabile, resistenza elevata

5. Quali sono le caratteristiche negative del materiale sintetico?

Sono poco resistenti alla temperatura, meno solidi dell'acciaio, in parte infiammabili ed in parte instabili a contatto con solventi.

Test di lettura

Teoria — Introduzione alla tecnologia dei materiali

Tipi di materiali

I metalli sono i materiali più utilizzati nelle applicazioni tecniche. Il loro settore d'applicazione è ampio tanto quanto la molteplicità delle loro caratteristiche. Nella costruzione meccanica, i metalli ferrosi sono i più comunemente utilizzati. L'acciaio e la ghisa sono esempi tipici.
Tuttavia, i materiali sintetici moderni sostituiscono sempre di più i metalli.

Esempi di applicazione



1. Completate la tabella:

Pezzo	Caratteristiche	Materiale
Telaio	Leggerezza, elevata rigidità, saldabilità	Lega d'alluminio, (carbonio)
Raggi	Elevata resistenza alla trazione, alla corrosione, elevata rigidità	Acciaio inossidabile
Nippli dei raggi	Facilità di lavorazione, resistenza alla corrosione	Acciaio inossidabile, ottone
Cuscinetti a rotolamento	Durezza elevata, elevata resistenza all'usura	Acciaio per utensili
Asse, mozzo della ruota libera	Elevata resistenza, leggerezza, resistenza alla corrosione	Lega di titanio
Disco del freno	Elevata resistenza all'usura, alla corrosione, al surriscaldamento	Acciaio inossidabile

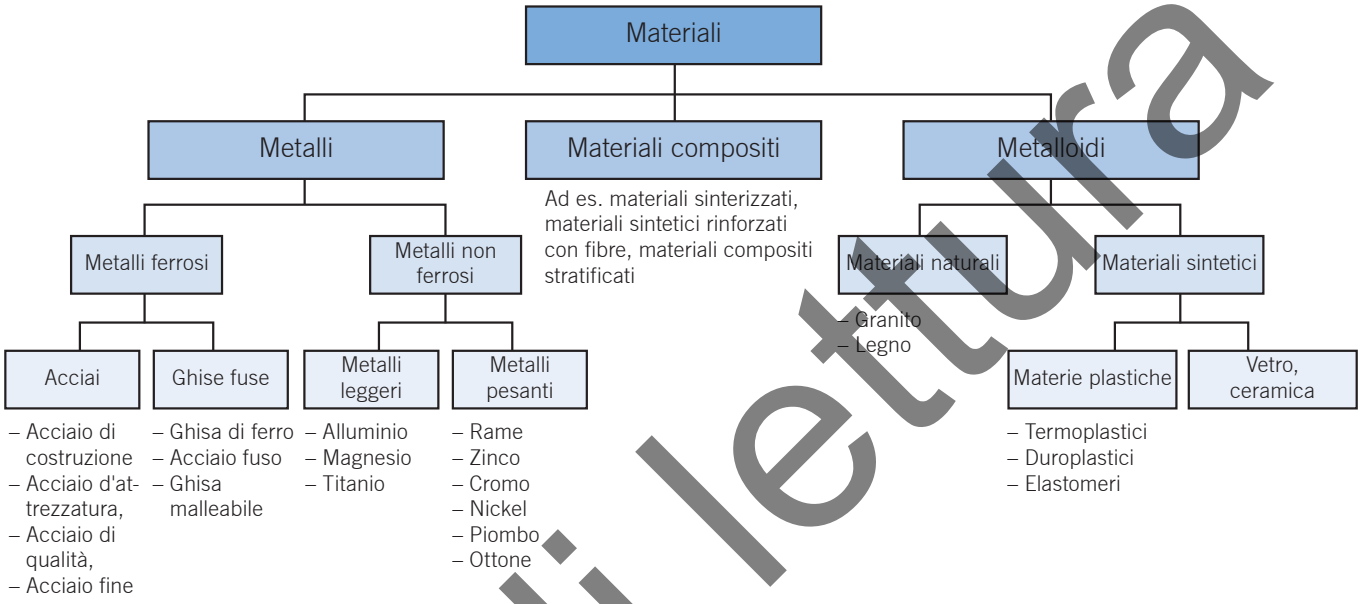
Test di lettura

SWISSMEM

Teoria — Introduzione alla tecnologia dei materiali

Classificazione dei materiali

I materiali sono suddivisi in tre gruppi principali:
– i metalli;
– i materiali compositi;
– i metalloidi.
Queste categorie si suddividono a loro volta in sottogruppi, come ad esempio i metalli ferrosi, in acciaio e ghise fuse.



Ciascun materiale presenta diverse caratteristiche che lo distinguono dagli altri.

Caratteristiche

L'esempio di applicazione a pagina 34 mostra che le caratteristiche dei materiali influenzano significativamente la loro scelta:

– **caratteristiche fisiche,** quali la densità, la resistenza termica o la conducibilità elettrica, il punto di fusione

– **caratteristiche meccaniche,** quali la resistenza, la solidità, la malleabilità e l'elasticità, la resistenza all'usura

– **caratteristiche tecniche di lavorazione,** quali l'asporto di trucioli, colabilità e saldabilità

– **caratteristiche chimiche,** quali la resistenza alla corrosione, agli acidi

– **caratteristiche di ecocompatibilità,** quali l'attitudine al riciclaggio, allo smaltimento

Test di lettura

Esercizi

Introduzione alla tecnologia dei materiali

Malleabilità, elasticità

1. I materiali sono descritti con termini che indicano le loro caratteristiche. Studiate i testi ed abbinate i numeri ai termini nella tabella riportata a fondo pagina.



Test di lettura

Num.	Caratteristiche
7	Resistenza alla trazione
10	Durezza
11	Resistenza all'usura
6	Punto di fusione
2	Densità
4	Conducibilità elettrica

Num.	Caratteristiche
9	Conducibilità termica
1	Coefficiente di dilatazione termica
3	Caratteristiche di asporto di trucioli
8	Capacità di lavorazione, malleabilità
5	Resistenza alla corrosione
12	Colabilità, saldabilità

Esercizi

Introduzione alla tecnologia dei materiali

Densità

La densità è il rapporto tra massa e volume. Noterete che un pezzo di alluminio è molto più leggero di un pezzo d'acciaio avente le stesse dimensioni. Ciò significa che l'acciaio ha una densità maggiore dell'alluminio.



2. Prendete delle campionature di ciascuno di questi materiali. Tentate di classificarle ordinandole in base alla loro densità. Per effettuare questo esercizio fate riferimento alle tabelle presenti per i materiali più in uso.

Resistenza, caratteristica di asporto di trucioli

3. Lavorate le varie campionature mediante asporto di trucioli, segandole o limandole. Quali differenze emergono?

L'alluminio è tenero: ogni passaggio dell'utensile asporta una grande quantità di residui metallici

L'acciaio è più duro: asporto esiguo di residui metallici ad ogni passaggio

Durezza

4. Graffiate la superficie delle campionature con una punta per tracciare. Quali differenze emergono?

Alluminio: creazione di fessurazioni profonde

Acciaio: occorre esercitare una forza maggiore

Malleabilità, elasticità

5. Piegate diversi pezzi di alluminio e d'acciaio. Per quali materiali occorre esercitare una forza maggiore? Quali riassumono perfettamente la loro forma originale? Alcune campionature si sono rotte?

Alluminio: effetto molla meno marcato, può rompersi

Acciaio: occorre esercitare una forza maggiore, effetto molla limitato, non si rompe

Test di lettura

Esercizi

Introduzione alla tecnologia dei materiali

6. Riassumete le vostre conoscenze relative alle caratteristiche dei materiali nella tabella riportata di seguito.

Materiale	**Valutazione peso** *Densità*	**Densità δ** *kg/dm³*	**Asporto di trucioli** *Capacità di lavorazione*	**Prova di raschiatura** *Durezza*	**Prova di piegatura**		**Smaltimento**
					Capacità di deformazione	*Elasticità*	
Acciaio per costruzioni	pesante	7,9	buona	elevata	esigua	elevata	punto di raccolta separato
Rame	pesante	8,9	buona	media	elevata	media	punto di raccolta separato
Ottone	pesante	8,4	buona	esigua	media	media	punto di raccolta separato
Lega d'alluminio	esigua	2,7	buona	esigua	elevata	media	punto di raccolta separato

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Introduzione alla tecnologia dei materiali

Domande di verifica

1. A quale gruppo di materiali appartiene il titanio?

Metalli non ferrosi, leghe leggere

2. Parlando di materiali, cosa s'intende per "caratteristiche meccaniche"?

Si tratta delle caratteristiche che definiscono il modo in cui un materiale può essere sollecitato, come può essere deformato, la sua elasticità, il modo d'impiego

3. Cercate, nella documentazione tecnica, le densità dei materiali indicati di seguito.

Pb	11,3 kg/dm^3
Ti	4,5 kg/dm^3
Acciaio legato	7,9 kg/dm^3

4. Cosa indica la designazione S235?

Acciaio con un limite apparente di elasticità di R_e = 235 N/mm^2

5. Cercate, nella documentazione tecnica, la composizione del 16MnCr5.

Acciaio di cementazione con 0,16% di C e 1,25% di Mn, presenza di Cr

Test di lettura

Appunti



Attività Metalli

– Conoscere i metalli più in uso
– Conoscere le caratteristiche e le possibilità di lavorazione dei metalli

Domande di base

1. Di quali materiali è composto l'acciaio?

Ferro + carbonio

2. Quali metalli conoscete?

3. Cosa s'intende per "leghe"?

Le leghe derivano dalla miscela di due o più metalli allo stato liquido

4. Quali componenti automobilistici vengono fabbricati in colati? Citate alcuni esempi.

Carter del motore, carter del cambio, cerchi.

5. Rispetto al materiale lavorato, a quali sollecitazioni è sottoposta la punta?

Pressione e torsione

Test di lettura

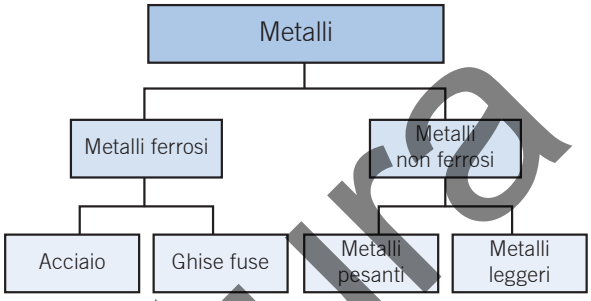
Teoria — Metalli

Classificazione degli acciai

Gli acciai si distinguono in acciai **non legati** ed acciai **legati,** in base alla loro composizione ed anche al loro impiego.
Numerosi materiali a base d'acciaio o di ghisa sono stati sviluppati per potersi adattare agli impieghi ed alle esigenze di tipo diverso.

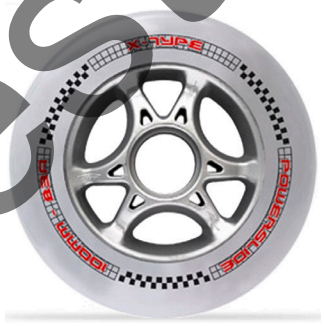
Acciaio

L'acciaio è un materiale metallico. I metalli si suddividono in metalli ferrosi e non ferrosi (metalli NF) ed i metalli ferrosi si suddividono a loro volta in acciaio e ghisa di ferro.

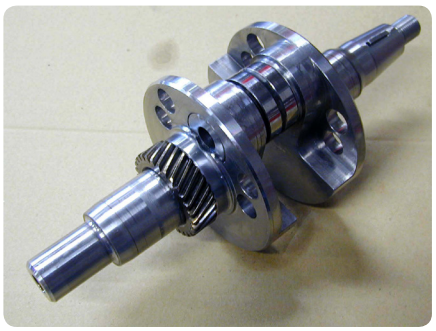


Gli acciai sono i materiali metallici più utilizzati. Grazie a delle leghe appropriate con carbonio o altri elementi di lega ed in combinazione con trattamenti termici e termomeccanici, come la tempra ed il rinvenimento, è possibile soddisfare moltissime esigenze sui diversi materiali. La durezza, la malleabilità, la resistenza all'impatto sono solo alcune delle caratteristiche eccellenti che consentono di utilizzare l'acciaio in numerose applicazioni.
L'acciaio, ad esempio, può essere prodotto in modo da essere estremamente tenero e quindi facilmente malleabile, come nel caso della lamiera con cui si producono i barattoli per la conserva, oppure estremamente duro e quindi fragile, come l'acciaio con il quale si fanno i coltelli.

I tre metodi principali che consentono di modificare le caratteristiche dell'acciaio sono le seguenti:
– la lega;
– i trattamenti termici (tempra, rinvenimento, ecc.);
– la deformazione a freddo (laminatura, trafilatura).



Ruota temprata dello skateboard

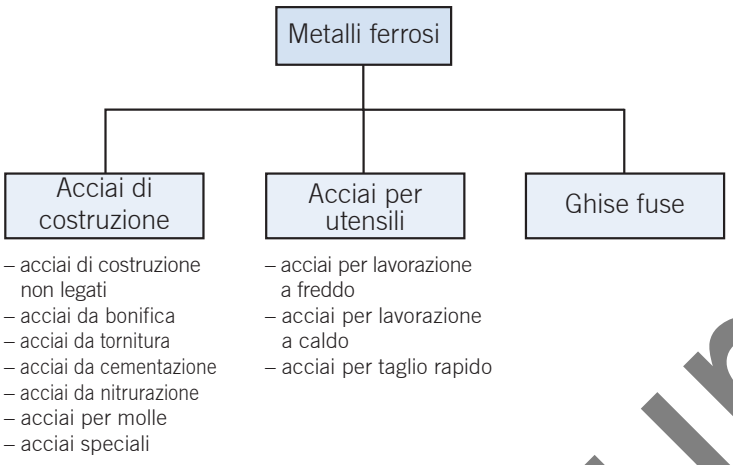

Albero motore temprato

Test di lettura

SWISSMEM

Teoria Metalli

Acciai da costruzione



Acciai di costruzione non legati

Gli acciai di costruzione non legati hanno un tenore di carbonio di C = 0,10 … 0,5%. Sono adatti agli elementi di costruzione sottoposti a temperature normali e dimostrano una resistenza ed un limite apparente di elasticità di media entità. Essi sono adatti alla saldatura e sono relativamente economici.



Esempi di denominazione: S235JR e S275JR, S355J0, DC01

Impiego: costruzioni in generale, barre, profilati e lamiere

Acciai da bonifica

Gli acciai da bonifica hanno un tenore di carbonio di C = 0,25 … 0,65% e sono in parte legati con Cr, Ni, Mo e V. Grazie alla tempra, questi acciai dimostrano elevata resistenza ed un'ottima durezza. Il rinvenimento che ne consegue fa ridurre in parte le tensioni interne all'acciaio.



Esempi di denominazione: 42CrMoS4V e 25CrMo4, 51CrV4, C35

Impiego: alberi, mandrini di fresatrici, bulloni, ruote dentate, valvole

Test di lettura

SWISSMEM

Teoria

Metalli

Acciai da tornitura



Gli acciai da tornitura hanno un tenore di zolfo elevato e contengono inoltre una certa quantità di piombo. Sono quindi particolarmente adatti alla fabbricazione di un numero elevato di pezzi torniti su macchine di fabbricazione, come ad esempio i torni automatici. I trucioli che derivano dal processo di lavorazione sono corti e non bloccano le macchine. Gli acciai da tornitura non sono adatti alla saldatura e più il loro tenore di carbonio è elevato, meno possono essere lavorati mediante asporto di trucioli.

Esempi di denominazione: 35S20 e 10SPb20, 9SMnPb28, 15S10

Impiego: pezzi lavorati mediante asporto di trucioli per la produzione continua, viti, coppiglie, bulloni

Acciai da cementazione



Gli acciai da cementazione hanno un tenore di carbonio di C = 0,05 … 2% e sono in parte legati con Cr, Mn, Mo e Ni. Sono adatti alla tempra mediante cementazione. In tal caso, presentano una superficie ricca di carbonio e quindi risulta molto dura. Il nucleo rimane tenero e molle.

Esempi di denominazione: 20MoCr4 e C10, 21NiCrMo2, 17CrNiMo6

Impiego: pezzi solidi con superficie resistente all'usura e duri, come bulloni, boccole, perni, elementi del motore, pignoni, camme, catene

Acciai da nitrurazione



Gli acciai da nitrurazione fanno parte degli acciai legati (elementi di lega: Al, Cr, Mo, Ni, V). Durante la nitrurazione, la superficie è trattata con l'azoto.

Esempi di denominazione: 31CrMoV9 e 34CrAlNi7, 34CrAlMo5

Impiego: pezzi resistenti all'usura con resistenza elevata alla fatica, come mandrini, bulloni, camme radiali

Acciai per molle



Una volta temprati, gli acciai per molle dimostrano un limite apparente di elasticità elevato e quindi un'ottima elasticità. Essi sono generalmente legati con cromo, silicio e vanadio.

Esempi di denominazione: 36Si6, e 61SiCr7, 51CrV4

Impiego: molle per la costruzione di macchine e di veicoli anelli elastici, molle a tazza, coppiglie elastiche, molle per l'orologiera

Test di lettura

Teoria — Metalli

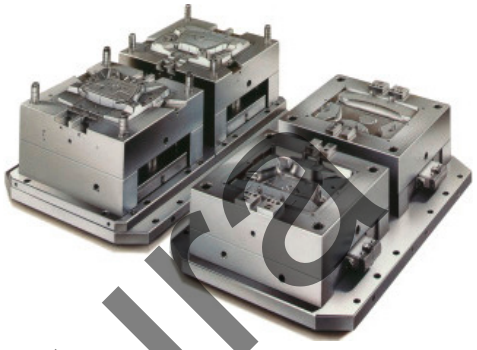
Acciai per utensili

In base alla temperatura, gli acciai per utensili si suddividono in acciai per lavorazione a freddo, acciai per lavorazione a caldo ed acciai rapidi.

Acciai per lavorazione a freddo

Impiego fino a 200 °C:
stampi a iniezione, pinze, attrezzatura manuale

Esempi di denominazione:
X42Cr13, 81MoCrV42-16, 85Cr1



Acciai per lavorazione a caldo

Impiego superiore a 200 °C:
stampi a iniezione, stampi

Esempi di denominazione:
X38CrMoV5-3
X6NiCrTi26-15, 32CrMoV12-28



Acciai rapidi

Impiego fino a 600 °C:
utensili per asporto di trucioli e da taglio

Esempi di denominazione:
HS6-5-2, HS10-4-3-10, HS12-1-4



Test di lettura

Teoria — Metalli

Ghise fuse

Contrariamente agli acciai, per ghisa fusa si intendono leghe contenenti una percentuale di carbonio che va generalmente da 2,1% a max 4,5% e che si adattano al processo di fusione della ghisa. La ghisa è economica, facile da fondere e da lavorare, ma è meno resistente dell'acciaio.
La sua struttura e le sue caratteristiche dipendono fortemente dalla velocità di raffreddamento durante la sua fabbricazione.

Ghisa a grafite lamellare

Si ottiene la ghisa a grafite lamellare (ghisa grigia) a partire dalla ghisa di prima fusione a cui si aggiungono degli additivi. Durante il lento raffreddamento della ghisa fusa, il carbonio si separa dalla ghisa di prima fusione formando della grafite lamellare.
Caratteristiche: ottima colabilità, lavorazione estremamente facile, antivibranti, sensibile agli urti, buone caratteristiche di scorrimento.



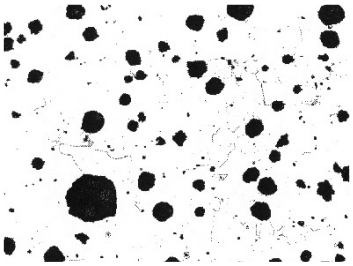
Esempi di denominazione: EN-GJL-100, EN-GJL-350

Impiego: pezzi di macchine complessi, pezzi a pareti sottili, ad es.:

carter di motori, scatole della trasmissione, basamenti, canne, fasce elastiche

Ghisa nodulare

Se si aggiunge del magnesio alla ghisa liquida, la grafite non si separa in lamelle, ma sotto forma di noduli.
Caratteristiche: facilmente lavorabile, elevata resistenza all'usura, caratteristiche simili a quelle dell'acciaio.

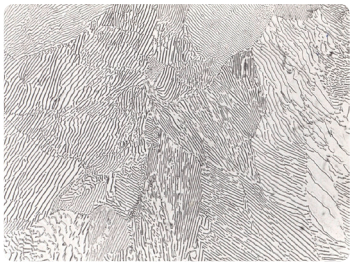


Esempi di denominazione: EN-GJS-350-22, EN-GJS-400-18

Impiego: ruote dentate, alberi a camme, rubinetteria, pistoni

Acciaio fuso

L'acciaio fuso si presenta sotto forma di acciaio ricavato di fusione. Dopo la fusione, i pezzi in acciaio fuso presentano una struttura grossolana e richiedono un trattamento termico complementare (tempratura normale, rinvenimento), al fine di conferire all'acciaio fuso le caratteristiche dell'acciaio.
Caratteristiche: paragonabili a quelle dell'acciaio



Esempi di denominazione: GS-200, GX23CrMoV12-1

Impiego: pezzi estremamente resistenti, ad es.:

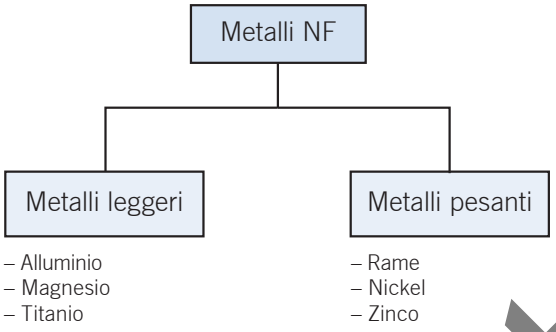
carter delle turbine, ganci traino, leve

Test di lettura

Teoria — Metalli

Metalli non ferrosi

In numerosi settori, né il ferro, né gli altri metalli consentono di soddisfare i requisiti richiesti.
I metalli non ferrosi (metalli NF) sono tutti metalli puri e le loro leghe non presentano una percentuale significativa di ferro. Grazie ai diversi colori che assumono, prendono il nome di metalli colorati.



Siccome i metalli puri sono relativamente teneri, essi sono generalmente legati (miscelati) con altri metalli, al fine di corrispondere ai requisiti specifici richiesti.

Alluminio, leghe d'alluminio

A confronto con altri metalli, l'alluminio ha un punto di fusione relativamente basso (658 °C) e può essere sagomato e lavorato perfettamente. La sua densità è di circa $^1/_3$ di quella dell'acciaio (ρ = 2,7 kg/dm^3).
Caratteristiche: ottima capacità di sagomatura e lavorazione, colabile, saldabile, ottima conducibilità elettrica e termica.



Esempi di denominazione: EN AW-1050A H14, EN AW-5083 H22, EN AW-2024 O

Impiego: imballaggi, costruzione automobilistica ed aeronautica, costruzioni leggere, elettrotecnica, costruzione di apparecchi

Magnesio, leghe di magnesio

In qualità di materiale per costruzioni, il magnesio puro è praticamente inutilizzabile. Per poterlo utilizzare, occorre legarlo, principalmente con dell'alluminio. Diventa così il materiale più leggero utilizzato nell'industria.
Caratteristiche: bassa resistenza ai prodotti chimici, trucioli facilmente infiammabili (da spegnere con estintori di classe D, mai con l'acqua!).



Esempi di denominazione: MgAl3Zn, MgAl8Zn

Impiego: cerchi per automobili, monoblocchi

Test di lettura

Teoria — Metalli

Titanio, leghe di titanio

Il titanio presenta all'incirca la stessa resistenza dell'acciaio, tuttavia è più leggero del 40%. È possibile aumentarne significativamente la resistenza legandolo, principalmente con l'alluminio.
Caratteristiche: resistenza elevata per un peso ridotto, forma uno strato superficiale di protezione mediante ossidazione.

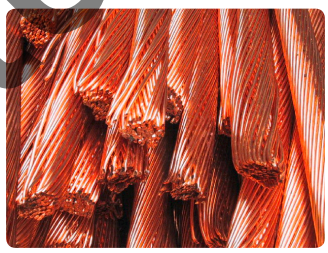


Esempi di denominazione: Ti6Al-2Sn-4Zn-6Mo, Ti3, Ti2Pd

Impiego: industria aeronautica, tecnica automobilistica, tecnica medicale, pale di turbine, casse di orologi, montature di occhiali, articoli sportivi

Rame, leghe di rame

Grazie alla sua elevata conducibilità elettrica, il rame puro (Cu) si utilizza principalmente nel settore elettrotecnico e, grazie alla sua ottima conducibilità termica, anche nella costruzione di impianti e di apparecchi (sistemi di riscaldamento e di raffreddamento, scambiatori di calore).
Caratteristiche: tenero e duttile, ottima conducibilità elettrica e termica.



Leghe rame-zinco

Rispetto al metallo di base, le leghe di rame-zinco (ottone Cu-Zn) contenenti almeno il 50% di rame mostrano caratteristiche meccaniche migliori (migliore resistenza alla trazione ed all'usura).



Esempi di denominazione: CuZn36Pb3-HA, G-CuZn33Pb2

Impiego: rubinetteria, pezzi per meccanica di precisione, eliche delle imbarcazioni, strumenti musicali

Leghe rame-stagno

Le leghe di rame-stagno (bronzo Cu-Sn) contengono fino al 50% di stagno. Esse sono particolarmente inossidabili e mostrano buone caratteristiche di scorrimento.



Esempi di denominazione: CuSn8-HA, G-CuPb15Sn8

Impiego: cuscinetti scorrevoli, ruote elicoidali, campane

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Metalli

Domande di verifica

1. In quali categorie si suddividono gli acciai?

Acciai legati, acciai non legati

2. Qual è il metallo più leggero utilizzato nell'industria?

Magnesio

3. Alcune carrozzerie delle automobili sono in lamiera di alluminio e non in lamiera d'acciaio. Quali sono i vantaggi di una carrozzeria di una autovettura in alluminio?

È più leggero e resistente alla corrosione

4. Quali sono le caratteristiche particolari del rame?

Elevata conducibilità termica ed elettrica, tenero ed estremamente duttile

5. Quali sono i componenti della lega di ottone e di bronzo?

Ottone: Rame e zinco

Bronzo: rame e stagno

6. Qual è il tenore di carbonio dell'acciaio e della ghisa.

Acciaio: meno del 2%

Ghisa: dal 3% al 4%

7. Come si possono modificare le caratteristiche dell'acciaio?

Mediante lega, mediante trattamento termico, tempra, rinvenimento

Deformazione a freddo

8. L'acciaio da tornitura è facilmente lavorabile?

Sì, poiché presenta un elevato tenore di zolfo e contiene anche del piombo.

Test di lettura

Appunti

Test di lettura

Attività — Materiali da taglio

– Conoscere i materiali da taglio relativi alle tecniche di lavorazione manuale

Domande di base

1. A quali gruppi di metalli appartengono i materiali da taglio?

Agli acciai per utensili

2. Qual è l'influenza del trattamento superficiale sulla geometria del taglio?

Elevata resistenza termica, elevata resistenza all'usura, elevata tenacità, elevata resistenza alla temperatura

3. Lavorando dei pezzi, la punta si riscalda. A cosa è dovuto questo fenomeno?

La punta non è più affilata? Occorre utilizzare un fluido di raffreddamento? Sto utilizzando la tecnica corretta?

Test di lettura

Teoria

Materiali da taglio

Introduzione

Materiali da taglio II, vedere "Tecnica di costruzione meccanica"

La scelta del materiale da taglio dipende dal materiale del pezzo, dalla velocità di taglio richiesta, dallo stato della superficie richiesto e dal processo di fabbricazione.
Il materiale da taglio deve essere duro, ma anche resistente. L'attuale tecnica di fabbricazione si concentra sempre di più sull'impiego di macchine a controllo numerico, e quindi principalmente sull'uso di metalli duri e materiali da taglio in ceramica. Il materiale da taglio principalmente utilizzato nella costruzione singola è l'acciaio rapido.

Acciai per utensili

Gli utensili da taglio sono sottoposti a forti sollecitazioni, come ad esempio:
– sforzi da taglio elevati, costanti o alternati;
– temperature da taglio elevate o fortemente fluttuanti;
– notevole abrasione e usura.

I materiali da taglio devono quindi presentare le seguenti caratteristiche:
– **Elevata durezza a caldo**
  L'utensile deve essere sensibilmente più duro del materiale da lavorare e non deve perdere la sua durezza a temperatura elevata.
– **Elevata resistenza all'usura**
  I trucioli che scivolano sulla superficie dell'utensile non devono trasportare particelle.
– **Elevata tenacità e resistenza alla flessione**
  Il tagliente dell'utensile deve resistere alle sollecitazioni della flessione alternate e non deve rompersi.
– **Elevata resistenza alle variazioni di temperatura**
  Sul tagliente dell'utensile non devono formarsi fessurazioni, neanche in caso di eccessive variazioni della temperatura in un lasso di tempo estremamente corto.

Si distinguono tre gruppi di acciai per utensili:
– gli acciai per lavorazione a freddo;
– gli acciai per lavorazione a caldo;
– gli acciai rapidi.

Acciai per lavorazione a freddo

Si tratta di acciai non legati o poco legati, previsti per impieghi in cui la temperatura superficiale rimane generalmente inferiore a 200 °C.

Sono prodotti con acciai **non legati** per lavorazione a freddo, ad esempio:
– gli utensili manuali come le lime, punte per tracciare;
– i portautensili a piastre mobili.

Sono prodotti con acciai **legati** per lavorazione a freddo, ad esempio:
– le lame delle forbici;
– gli strumenti di misura, calibri.

Acciai per lavorazione a caldo

Si tratta di acciai legati previsti per impieghi in cui la temperatura superficiale è generalmente superiore a 200 °C. Come materiali per utensili da taglio essi sono irrilevanti. Gli acciai per la lavorazione a caldo si utilizzano essenzialmente per la fabbricazione di stampi per la lavorazione a caldo. Ad esempio:
– matrici di stampaggio;
– stampi ad iniezione.

Test di lettura

Teoria

Materiali da taglio

Acciai rapidi (HSS)

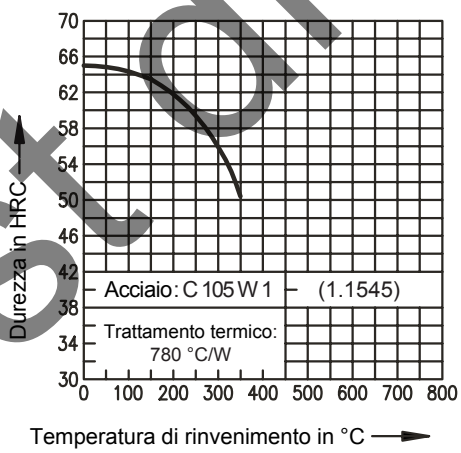
HSS è un acronimo tedesco che significa "acciaio rapido ad alte prestazioni" (Hochleistungs-Schnellschnitt-Stahl). Anche se nella pratica tale sigla si è imposta, in realtà si tratta di acciai rapidi conformi alle normative.

Per la loro composizione chimica, gli acciai rapidi sono dei materiali che presentano i valori più elevati di durezza a caldo e di temperatura di rinvenimento. Per tale motivo possono essere utilizzati fino a circa 600 °C.

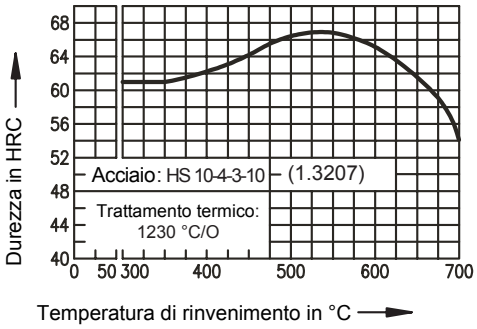
Gli acciai rapidi si impiegano essenzialmente per la lavorazione mediante asporto di trucioli. Tutti gli utensili in acciaio utilizzati nei processi di produzione meccanica sono prodotti con acciaio rapido:
– punta, utensili di lamatura e alesatori;
– maschi, bulini;
– utensili di fresatura e tornitura.

Gli utensili in HSS sono spesso rivestiti. Questo rivestimento consente di prolungarne la durata e raggiungere velocità di taglio più elevate.

Durezza a caldo
Gli utensili in acciaio rapido sono temprati e rinvenuti durante la loro fabbricazione. Il rinvenimento consiste nel riscaldare gli utensili temprati fino alla temperatura di rinvenimento mantenendoli così per un determinato periodo di tempo. La temperatura di rinvenimento dipende dal materiale. Come lo si desume dai diagrammi di rinvenimento riportati di seguito, la durezza degli acciai rapidi continua ad aumentare durante il rinvenimento, mentre gli acciai per la lavorazione a freddo perdono di durezza con una temperatura di rinvenimento sensibilmente inferiore.



Acciaio per la lavorazione a freddo
ad esempio C 105 W1



Acciaio rapido
ad esempio HS 10-4-3-10

Colori di rinvenimento
Quando l'acciaio si riscalda lentamente, la sua superficie assume dei colori che prendono il nome di colori di rinvenimento. Questi permettono di valutare la temperatura istantanea dell'acciaio.

Bianco-giallo	–	giallo-marrone	200 ... 240 °C
Marrone rosso	–	porpora	250 ... 270 °C
Viola	–	blu corindone	280 ... 300 °C
Celeste	–	grigio	320 ... 360 °C

Le scale di colore-temperatura sono riportate nella documentazione tecnica e nei cataloghi dei fornitori.

Test di lettura

Teoria

Materiali da taglio

Consigli pratici
Prestate attenzione che:
– gli utensili non si riscaldino eccessivamente durante l'utilizzo. L'utensile deve essere raffreddato durante la lavorazione meccanica;
– gli utensili non si riscaldino eccessivamente durante l'affilatura.

Ad esempio:
durante l'affilatura, una punta per tracciare non deve essere riscaldata ad una temperatura superiore a 240 °C (giallo-marrone). Come lo si desume dal diagramma di rinvenimento per l'acciaio C 105 W1, la durezza a 240 °C raggiunge 61 HRC. Se la temperatura sale a 300 °C, la durezza scende a 56 HRC. La punta per tracciare diventerà quindi eccessivamente tenera e, di conseguenza, inutilizzabile.

Domande di verifica



1. Citate alcuni impieghi degli acciai per la lavorazione a freddo.

Coltelli, forbici, strumenti di misura

2. Perché le punte HSS vengono rivestite?

Per prolungarne la durata e utilizzare velocità di taglio più elevate

3. Sono disponibili delle punte "a buon mercato" in acciaio per la lavorazione a freddo?

No. Durante la foratura, la temperatura può aumentare rapidamente fino a superare 300 °C. In tal caso, la punta non taglia più.

Test di lettura

Attività — Materiali sintetici

– **Distinguere i materiali sintetici più in uso**
– **Descrivere le caratteristiche e le possibilità di lavorazione dei materiali sintetici**

Domande di base

1. Citate dei prodotti che, dal punto di vista del materiale, sono completamente differenti.

Ingranaggio in materiale sintetico, bomboletta spray, corpo di un telefono cellulare

2. Come si classificano o distinguono i materiali sintetici?

In base alle loro qualità e campi d'azione, in base al trattamento

3. Citate i vantaggi dei materiali sintetici rispetto all'acciaio.

Dispositivo d'accensione, isolante dal punto di vista elettrico, si può tingere, resistente alla corrosione

4. I materiali sintetici hanno anche degli svantaggi. Citatene qualcuno.

la durezza, bassa resistenza alla temperatura, infiammabile se elevata, non adatto al riciclaggio

5. Quali possono essere le differenze di lavorazione dei materiali sintetici rispetto all'acciaio?

Altri dati di taglio

Test di lettura

Teoria

Materiali sintetici

Classificazione dei materiali sintetici

I materiali sintetici sono prodotti chimicamente a partire dal petrolio e dal gas naturale, nonché da altri materiali di base.
Essi hanno acquisito una grande importanza nella tecnica attuale grazie alla polivalenza conferita dalle loro caratteristiche specifiche, che può essere estremamente diversa.



Test di lettura

Teoria

Materiali sintetici

Caratteristiche ed impiego

Caratteristiche:	**Impiego, ad es.:**		
– densità esigua 0,9 … 2,2 kg/dm^3	– recipienti – componenti per automobili – componenti per aerei – componenti leggeri		
– modellabili e lavorabili (resistenti alla trazione)	– componenti di macchine – componenti elastici – scatole		
– isolanti (elettr.)	– impugnature di utensili – componenti elettr.		
– resistenti alle intemperie ed ai prodotti chimici, inossidabili	– recipienti – tubazioni – rubinetti		
– Elastici e antivibranti	– cuscinetti scorrevoli – cuffia di prot. – ammortizzatori		
– Elevata resistenza	– corpi per foratrici – cestini per rifiuti		
– Ottime caratteristiche	– boccole scorrevoli – ingranaggi		

1. Quali possono essere gli svantaggi dei materiali sintetici?

Solidità poco elevata, esigua resistenza al calore, parzialmente infiammabili, relativamente sensibili ai solventi ed ai prodotti chimici, poco resistenti ai raggi UV (raggi solari), parzialmente sensibili al freddo

Test di lettura

SWISSMEM

Teoria — Materiali sintetici

Termoplastici

I termoplastici rappresentano il gruppo principale di materiali sintetici con cui veniamo a contatto quotidianamente. I prodotti da essi derivati possono essere fabbricati in grandi quantità ed a buon mercato. In caso di aumento della temperatura, i termoplasitici diventano molli, poi liquidi. Possono quindi essere saldati.

Polietilene

Il polietilene non colorato è opaco e del colore del latte. Assomiglia alla cera e può essere graffiato con l'unghia. Si adatta alla produzione di serie. La sua densità è compresa tra 0,87 e 0,97 kg/dm^3.
Caratteristiche: resistenza e allungamento alla rottura elevati, ottime caratteristiche di scorrimento, resistente al calore compreso tra -85 °C e 90 °C, resistente agli acidi ed alle soluzioni alcaline, perfettamente lavorabile con e senza asporto di trucioli



Denominazione: PE

Impiego: pellicole, recipienti, tubi, serbatoi di automobili, anelli elastici di arresto, fogli termoretraibili

Polipropilene

Il polipropilene è più resistente, più rigido e più duro del PE.
Caratteristiche: resistente a temperature fino a 130 °C, e a -10 °C, il polipropilene diventa fragile, non può essere incollato, densità esigua (da 0,9 a 0,92 kg/dm^3).



Denominazione: PP

Impiego: costruzione di macchine e di veicoli, gusci delle valigie, elettrodomestici, carta da forno, caschi, vasi

Policloruro di vinile

L'aggiunta di diverse sostanze permette di modificarne leggermente l'elasticità. Conosciuto anche come materiale di base dei dischi. Assume un colore bianco quando è piegato (screpolatura).
Caratteristiche: resistente ai prodotti chimici, difficilmente infiammabile (vapori tossici), poco resistente al calore (fino a 65 °C).



Denominazione: PVC

Impiego: guarnizioni di tenuta, tubi di scarico, telai delle finestre, ecopelle, rivestimenti dei pavimenti, guanti di protezione

Test di lettura

Teoria — Materiali sintetici

Politetrafluoro

Conosciuto generalmente con il nome di Teflon. Questo materiale assomiglia alla cera.
Caratteristiche: resistente ai prodotti chimici, resistenza elevata al calore compreso tra -150 °C e 280 °C, superficie scorrevole, solido.



Denominazione: PTFE

Impiego: cuscinetti, guide di scorrimento, lubrificanti, nastri isolanti, rivestimenti (padelle, teglie per il forno)

Poliossimetilene

Il poliossimetilene presenta una superficie scorrevole e resistente all'abrasione. È anche conosciuto con il nome di Delrin.
Caratteristiche: resistente ai solventi, estremamente resistente alle basse temperature.



Denominazione: POM

Impiego: ruote dentate, assemblaggi mediante molle a scatto, catene di trasmissione

Poliammide

La poliammide presenta una superficie scorrevole e resistente all'abrasione. È anche conosciuta con il nome di Nylon.
Caratteristiche: resistente ai solventi, elevata resistenza e solidità, elevata resistenza anche a basse temperature.



Denominazione: PA

Impiego: ruote dentate, cuscinetti, ruote di guida, fibre tessili, lenze, carter motori

Test di lettura

Teoria — Materiali sintetici

Duroplastici

Un indurente viene miscelato al prodotto prima della fabbricazione dei duroplastici in modo che questi possano assumere la forma desiderata, sotto l'effetto della pressione e del calore. La resistenza al surriscaldamento varia solo leggermente. I duroplastici non possono essere né saldati, né lavorati e si scompongono ad alta temperatura.

Poliuretano

Per la sua composizione, il poliuretano può avere delle caratteristiche totalmente diverse. Il suo settore d'impiego è molto ampio, e va dalla fabbricazione di materassi a quella di schiume per montaggio, passando per gli stivali ed i rulli.
Caratteristiche: duro, solido, elastico

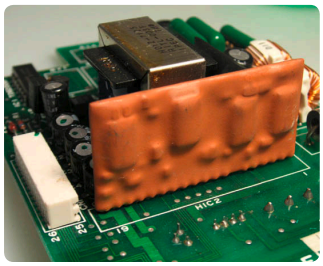


Denominazione: PUR

Impiego: guarnizioni di tenuta, sedili per automobili, tubi pneumatici, colle, cinghie dentate, suole per le scarpe, ruote dentate, rulli

Resine epossidiche

Quando si miscela una resina epossidica con un indurente, l'indurimento richiede alcuni minuti o ore, in base alla composizione del prodotto ed alla temperatura.
Noto anche con il nome di "Araldite".
Caratteristiche: elastico, rigido, duro o gommoso a dipendenza del tipo



Denominazione: EP

Impiego: colle, fabbricazione di pezzi mediante fusione, pianali, costruzioni navali, elettronica

Test di lettura

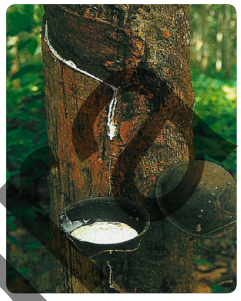
Teoria — Materiali sintetici

Elastomeri

Generalmente gli elastomeri prendono il nome di "gomma". Essi possono essere deformati elasticamente mediante trazione o pressione, riassumendo tuttavia in seguito la loro struttura originale. Non possono essere né lavorati a caldo, né saldati.

Gomma naturale

La gomma naturale viene estratta dalla linfa (latte di lattice) di una pianta tropicale (albero della gomma).
Caratteristiche: elasticità elevata, non inquinante, non tossico, può essere composto.

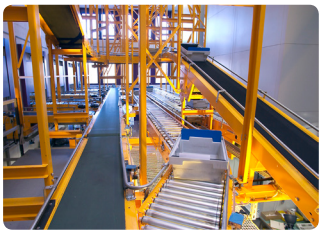


Denominazione: NR

Impiego: nastri elastici, anelli di tenuta, articoli sportivi, gomme per cancellare, palloni gonfiabili

Gomma Stirene-Butadiene

La gomma stirene-butadiene è tipo sintetico. Essa viene prodotta in diverse varianti.
Caratteristiche: ottima elasticità, resistente all'invecchiamento, ottima resistenza all'abrasione.



Denominazione: SBR

Impiego: pneumatici per veicoli, manicotti, tamponi in gomma, guarnizioni, nastri trasportatori

Test di lettu

SWISSMEM

Teoria — Materiali sintetici

Lavorazione dei materiali sintetici

Purché presentino una certa resistenza e non siano eccessivamente elastici, i materiali sintetici possono essere lavorati meccanicamente come i metalli.

Limatura

Utilizzate delle lime e delle raspe.

Segatura

Seghe manuali:
Le seghe per il legno, avendo dei denti più grossi, sono migliori rispetto alle seghe per il metallo. Ciononostante, in caso di necessità, queste ultime possono essere utilizzate senza problemi. Utilizzate possibilmente una lama da sega grossolana.

Seghe circolari:
– angolo di taglio γ: 0 ... 15°
– angolo di spoglia α: 10 ... 15°
– passo del dente: 3 mm
– velocità di taglio: fino a 300 m/min
– avanzamento: 0,1 ... 0,3 mm/dente

Le superfici tagliate con una sega circolare sono così esatte che si possono evitare rifiniture. Per evitare la formazione di sfrangiature, regolate la lama della sega in modo che sporga il meno possibile dalla superficie di taglio.

Seghe a nastro:
– angolo di taglio γ: 0 ... 5°
– angolo di spoglia α: 30 ... 40°
– passo del dente: 3 mm
– velocità di taglio: fino a 300 m/min
– avanzamento: 0,1 ... 0,3 mm/dente

Le superfici tagliate con una sega a nastro sono grossolane e devono essere rifinite.

Foratura

Potete utilizzare le stesse punte elicoidali dell'acciaio.
– velocità di taglio: fino a 300 m/min
– avanzamento: 0,1 ... 0,3 mm/giro

Per evitare che la punta si agganci mentre si praticano i fori di passaggio delle piastre di spessore esiguo, rompete i taglienti con una pietra ad olio (angolo di taglio $\gamma = 0°$).

Alesatura

I diametri di tolleranza IT7 (ad es. H7, P7) si possono ottenere mediante gli alesatori. Praticate un preforo di 0,2 - 0,4 mm più piccolo, poi passate un alesatore e raffreddate abbondantemente con l'emulsione da taglio di tipo normale.
– velocità di taglio: 10 ... 60 m/min
– avanzamento: circa 0,3 mm/giro

Fresatura

L'ideale sarebbe utilizzare delle frese HSS affilate per i materiali sintetici. Per il volume notevole di residui prodotti, utilizzate preferibilmente delle frese a denti scostati.
– angolo di taglio γ: 0 ... 15°
– angolo di spoglia α: 5 ... 15°
– velocità di taglio: fino a 100 m/min
– avanzamento: 0,3 mm/dente

Test di lettura

Teoria — Materiali sintetici

Tornitura

– angolo di taglio γ: 0 ... 15°
– angolo di spoglia α: 5 ... 15°
– velocità di taglio: 200 ... 500 m/min
– avanzamento: 0,1 ... 0,3 mm/giro

Adottate una profondità di passo elevata con un avanzamento esiguo. Gli utensili con raggio dell'angolo conferiscono uno stato superficiale eccellente.

Nota: tutti i valori geometrici ed i parametri di taglio sopra indicati sono indicativi.

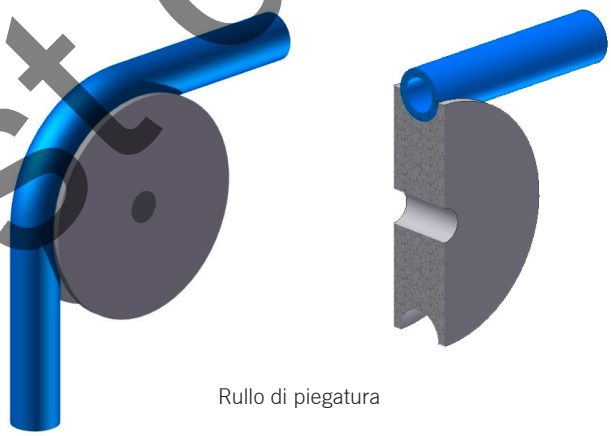
Consigli pratici

– Gli utensili in materiale duro hanno una durezza superiore.
– Per poter lavorare ad una velocità di taglio elevata, dovete garantire un raffreddamento eccellente, altrimenti i residui fonderanno ed ostruiranno le scanalature. Raffreddate a sufficienza utilizzando aria compressa o l'emulsione. Se necessario, riducete la velocità di taglio.
– Formazione continua di residui durante le operazioni di foratura e tornitura ⇒ controllare il flusso di residui (rischio di ostruzione, i residui si agglomerano).

Piegatura

I termoplastici possono essere piegati a caldo come i metalli. Per il riscaldamento, utilizzate un ventilatore ad aria calda o un emettitore agli infrarossi. Il raggio minimo di piegatura è due volte lo spessore delle piastre, tre volte il diametro esterno dei tubi. Affinché i tubi non si schiaccino durante la piegatura, potete utilizzare un rullo di piegatura, oppure riempire il tubo di sabbia.

I tubi in PP possono essere piegati a freddo, poiché presentano la flessibilità necessaria a temperatura ambiente. Il raggio minimo di piegatura è tuttavia 20 - 50 volte il diametro esterno del tubo.



Rullo di piegatura

Saldatura

La maggior parte dei termoplastici presenta un'eccellente saldabilità. I processi utilizzati si caratterizzano per la modalità di apporto di calore. La saldatura a gas caldo e mediante elemento termico consentono di unire innanzitutto le piastre ed i tubi. I pezzi in materiale sintetico stampati ad iniezione o soffiati vengono saldati mediante ultrasuoni, rotazione o vibrazioni.

Saldatura a gas caldo

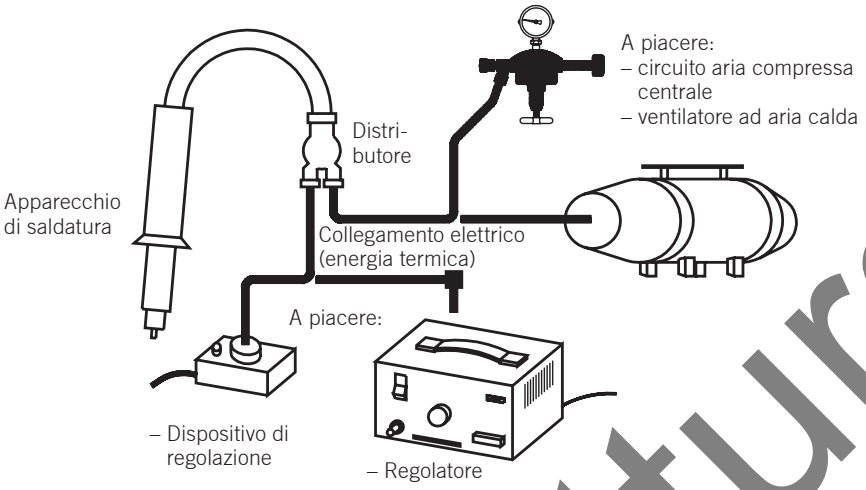
La saldatura a gas caldo è analoga a quella ossiacetilenica dei metalli. Le superfici assemblate del materiale di base e supplementari vengono fuse mediante un getto di gas caldo, generalmente aria compressa disidratata, senza olio e filtrata, poi fusi mediante pressione.

Testo di lettura

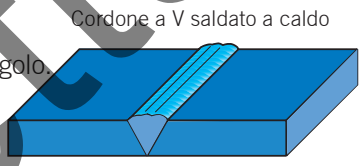
Teoria

Materiali sintetici

Impianto di saldatura a gas caldo



Come per la saldatura ossiacetilenica, si ottengono dei cordoni a V, ad X di saldatura ad angolo.

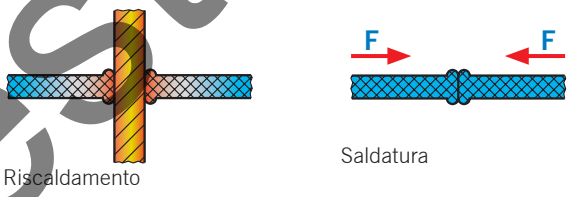


La temperatura del gas necessaria dipende dal materiale da saldare. Essa è all'incirca di 350 °C. La portata di gas necessaria può aumentare a 60 l/min. In base all'ugello di saldatura ed alla temperatura. Per indicazioni più dettagliate inerenti la temperatura di saldatura e la portata del gas, consultate i cataloghi dei fornitori.

Saldatura mediante elementi termici

La saldatura mediante elementi termici è più economica della saldatura a gas caldo. Le superfici da assemblare vengono fuse tramite l'applicazione di un elemento termico, quindi fuse mediante pressione.

Principio



La temperatura superficiale dell'elemento termico, la durata del riscaldamento, la pressione di applicazione al riscaldamento nonché la pressione di saldatura devono essere adattate al materiale da saldare. Consultate i valori indicati nei cataloghi dei fornitori e nella documentazione specializzata.

Negli impianti sanitari, la saldatura mediante elemento termico (anche conosciuta con il nome di saldatura a specchio) si utilizza per assemblare tubi in materiale sintetico.

Incollaggio

La maggior parte dei materiali sintetici può essere incollata assieme o con materiali eterogenei come i metalli. Scegliete l'adesivo adeguato in base alle informazioni fornite dai fornitori.

In base al materiale: saldatura al solvente con copri-giunto, colla a base epossidica o poliuretano

Test di lettura

Teoria — Materiali sintetici

Protezione ambientale

Lo smaltimento dei materiali sintetici è un problema. Questi materiali non sono biodegradabili e sono solo parzialmente riciclabili. Durante la combustione, numerosi materiali sintetici espellono gas nocivi, persino tossici. L'attitudine al riciclaggio e le possibilità di uno smaltimento nel rispetto dell'ambiente sono dei criteri che influenzano significativamente la scelta dei materiali. Per i beni di consumo, questi criteri sono diventati anche argomenti di vendita.

Domande di verifica

1. Definite le caratteristiche che devono avere gli oggetti riportati di seguito e proponete un materiale sintetico adeguato.

Esempio di una ruota dentata:

Caratteristiche: elevata resistenza, ottime caratteristiche di scorrimento

Materiale: POM

Esempio del corpo di un asciugacapelli ad aria calda:

Caratteristiche: elevata resistenza, resistenza al calore, agli urti ed ai graffi, facilmente lavorabile nella costruzione

Materiale: PP (mantiene la sua forma solo fino a 130 °C), struttura isolante (fino a 650 °C)

2. Quali sono le caratteristiche specifiche di un materiale sintetico?

densità esigua, isolante elettrico, stampaggio economico, può essere colorato, resistenza alle intemperie, elastico o pieghevole in base al tipo di materiale

3. Qual è la differenza tra i termoplastici ed i duroplastici?

Termoplastici: sottoposti al calore, diventano pastosi, poi liquidi. Sono deformabili e saldabili.

Duroplastici: sottoposti al calore, non diventano né pastosi, né liquidi. Sono deformabili a caldo e non sono saldabili.

4. Nella vostra azienda, come vengono smaltiti i materiali sintetici?

Test di lettura

Appunti



Attività

Attrezzatura a mano

– Conoscere gli utensili manuali
– Conoscere le possibilità d'impiego degli utensili manuali

Domande di base

1. Perché la testa di un martello può essere prodotta con materiali di tipo diverso?

Poiché l'utilizzo previsto definisce la scelta del materiale.

2. Cosa distingue un utensile economico da uno caro?

La qualità dei materiali e l'esecuzione

3. Perché le pinze sono spesso dotate di impugnature in materiale sintetico?

Per motivi d'isolamento (temperatura, elettricità), di ergonomia (forma), di codifica (classificazione) mediante colori

4. Lavorare con utensili difettosi potrebbe....

essere pericoloso ⇒ rappresentare un rischio d'incidente

Test di lettura

Teoria — Attrezzatura a mano

Martelli

In base alle necessità, si utilizzano diversi tipi di martelli.

1. Con quali materiali possono essere prodotte le teste dei martelli?

In acciaio, nylon, gomma, piombo, ottone, rame, legno

2. Nominate i diversi tipi di martelli riportati di seguito:



Martello per carrozzieri

Martello in gomma





Martello in legno

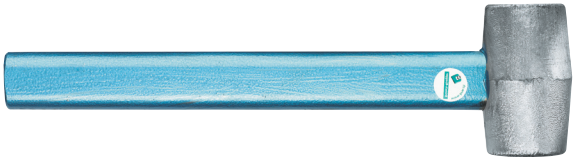
Martello in nylon (antiritorno)





Martello in rame

Martello in piombo



Test di lettura

Teoria — Attrezzatura a mano

Cacciavite

Esistono diversi tipi di cacciaviti adatti alle forme della testa delle viti ed alle loro dimensioni. Per evitare di danneggiare la vite ed il cacciavite, occorre:
che il cacciavite sia adatto alla vite.

Cacciavite per viti intagliate



Che il numero del cacciavite corrisponda approssimativamente alla dimensione della vite. La dimensione necessaria può tuttavia variare di un'unità in base al tipo ed alla forma della testa della vite.

Dimensione del cacciavite Numero	**Dimensione della vite corrispondente** (riferimento)
1	M2
2	M2,5
3	M3

Dimensione del cacciavite Numero	**Dimensione della vite corrispondente** (riferimento)
4	M4
5	M5
6	M6



Cacciavite per viti con intaglio a croce



Phillips Recess®



Pozidriv

Attenzione!
Esistono due diversi tipi di intagli a croce:
Phillips Recess® e Pozidriv (riconoscibili dai quattro intagli supplementari)

Dimensione del cacciavite Numero	**Dimensione della vite corrispondente** (riferimento)
0	fino a M2
1	M2,5 / M3
2	M4 / M5

Dimensione del cacciavite Numero	**Dimensione della vite corrispondente** (riferimento)
3	M6
4	M8



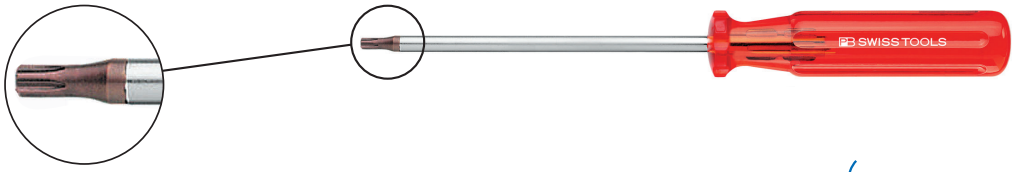
Cacciavite per viti a testa cilindrica TORX



Le viti a testa cilindrica TORX si prestano particolarmente bene all'avvitatura meccanica ed alle applicazioni che richiedono una coppia di serraggio elevata.

Dimensione del cacciavite Numero	**Dimensione della vite corrispondente** (riferimento)
T8	M2,5
T10	M3
T20	M4

Dimensione del cacciavite Numero	**Dimensione della vite corrispondente** (riferimento)
T25	M5
T30	M6
T40	M8



Test di lettura

Teoria

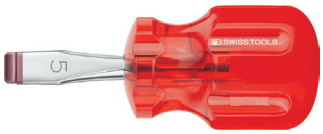
Attrezzatura a mano

– Utilizzate sempre un cacciavite adatto (generalmente il cacciavite più grande che possa entrare nell'intaglio della vite).
– Appoggiate il pezzo su una base stabile, evitate di tenerla con la mano (rischio di lesioni in caso di scivolamento del cacciavite).
– Utilizzate correttamente il cacciavite.

Forme dei cacciaviti

Seguendo la forma della vite, le sue dimensioni o l'utilizzo richiesto, le forme dei cacciaviti possono variare di molto.

3. Nominate le seguenti forme dei cacciaviti:



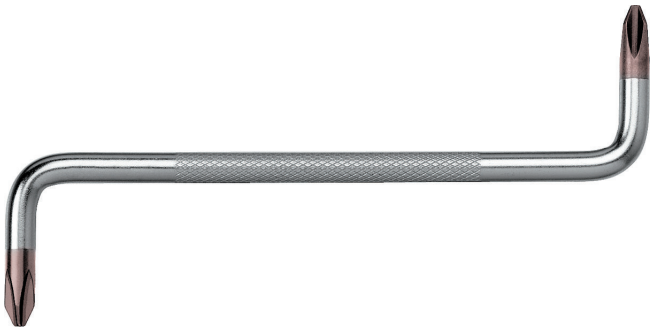
Cacciavite a lama e a manico corto



Cacciavite per orologiai



Chiave a brugola (Inbus) a testa sferica



Cacciavite ad angolo per viti con intaglio a croce

Test di lettura

Teoria — Attrezzatura a mano

Pinze

Esistono diversi tipi di pinze in base al tipo di lavoro da eseguire ed alle preferenze personali.

4. Nominate i seguenti tipi di pinze:



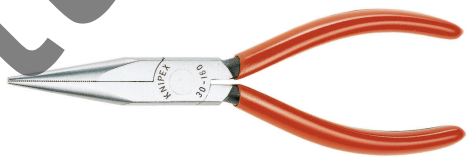
Pinza per seeger (o anelli elastici di sicurezza per alberi) esterni



Pinza per seeger (o anelli elastici di sicurezza per fori) interni



Pinza arrotondata



Pinza appuntita



Pinza piatta



Pinza a cesoia



Pinza universale



Pinza spelacavi

Test di lettura

Teoria — Attrezzatura a mano

Chiavi di serraggio

Si distinguono le chiavi fisse, chiavi poligonali o chiavi a tubo.

5. Nominate i seguenti tipi di chiavi di serraggio:



Chiave fissa doppia



Chiave poligonale doppia ad angolo



Chiave ad anello



Chiave regolabile



Chiave a gancio



Serie di chiavi a tubo



Serie di chiavi a brugola

Occorre tassativamente utilizzare la dimensione della chiave corretta, altrimenti si rischia di danneggiare le viti, i pezzi o infortunarsi.

Test di lettura

Teoria

Attrezzatura a mano

Chiave dinamometrica
(coppia di serraggio)

Gli assemblaggi a vite sono regolati in modo ottimale se le viti sono serrate alla coppia corretta. Questa coppia dipende innanzitutto dal diametro della vite e dalla relativa classe di qualità. Altri fattori che influenzano la coppia di serraggio sono il numero di pezzi sovrapposti, le loro forme e le loro caratteristiche superficiali. Il montaggio della vite a secco o con lubrificante è anch'esso importante.



Chiave dinamometrica con indicatore digitale della coppia di serraggio

Coppie di serraggio per viti (leggermente lubrificate):

Diametro della filettatura	Coppia di serraggio [Nm] in base alla classe di qualità			
	6.9	**8.8**	**10.9**	**12.9**
M4	2,3	2,7	3,8	4,6
M5	4,7	5,5	8	9,5
M6	8	9,5	13	16
M8	19	23	32	39
M10	39	46	64	77
M12	67	80	100	135
M16	165	195	275	330

Nei cataloghi dei fornitori sono riportate delle tabelle con le coppie di serraggio.

Test di lettura

SWISSMEM

Verifica delle conoscenze

Attrezzatura a mano

Domande di verifica

1. Per motivi di sicurezza sul lavoro, gli utensili manuali devono soddisfare i seguenti criteri:

– non devono essere difettosi;
– gli utensili rovinati, come ad es. i cacciaviti, devono essere sostituiti.

2. Quali sono i principi di base da rispettare quando si scelgono gli utensili?

Scelgo l'utensile adatto al lavoro. In questo settore, l'improvvisazione comporta un rischio di incidente.

3. Citate i vantaggi delle viti a testa con intaglio a croce.

Le viti a testa con intaglio a croce si adattano meglio agli utensili corrispondenti e possono essere avvitate con più facilità rispetto alle viti intagliate. Esse rischiano meno di scivolare e possono essere avvitate più rapidamente con cacciaviti a batteria (non occorre "cercare" l'intaglio della vite)

4. Dovete avvitare delle viti a testa esagonale. Come scegliete l'utensile adeguato?

In base alla grandezza delle viti, all'accessibilità. Se possibile, utilizzare una chiave poligonale che "arrotonda" meno la testa della vite e che rischia meno di scivolare.

5. Quali sono i vantaggi di una chiave dinamometrica?

Siccome le viti si serrano in base alla coppia di serraggio, la chiave dinamometrica consente di serrarle tutte allo stesso modo. Per quanto riguarda le viti più piccole, l'avvitatura a mano genera un rischio di serraggio eccessivo.

Test di lettura

SWISSMEM

Attività — Tracciatura, bulinatura, marcatura

– Tracciare, bulinare e marcare dei pezzi
– Scegliere ed utilizzare gli utensili e gli accessori

Domande di base

1. Come si può marcare la posizione di un foro su una lamiera? Citate i vantaggi e gli svantaggi di questo sistema.

Con una matita o con un pennarello

Vantaggio: la marcatura può essere cancellata

Svantaggio: la marcatura può essere cancellata inavvertitamente

Con una punta per tracciare

Vantaggio: marcatura estremamente discreta, resistente

Svantaggio: la marcatura è permanente

2. Dovete praticare un foro in un pezzo in lamiera. Posizionando la punta sulla lamiera, noterete che questa scivola. Sembra quindi che non sia possibile praticare il foro nel punto previsto. Come vi comportate?

Per poter posizionare la punta, effettuo una leggera bulinatura al centro della posizione del foro.

3. Come si può marcare un pezzo in caso di necessità?

Con un pennarello resistente all'acqua, con scritte mediante bulinatura, incisione con metodo vibrazionale, incisione elettrica, incisione al laser.

Test di lettura

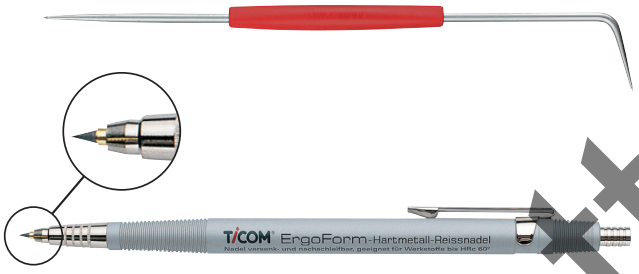
Teoria — Tracciatura, bulinatura, marcatura

Tracciatura

Per tracciatura si intende il trasferimento delle quote sul pezzo da lavorare. I tratti di riferimento sono tracciati sulla superficie del pezzo tramite una punta per tracciare. Si tracciano quindi i punti al centro della foratura, i contorni da segare o i raggi da limare. Per rendere la tracciatura meglio visibile, è possibile applicare uno strato di vernice per tracciare su una parte o su tutto il pezzo.

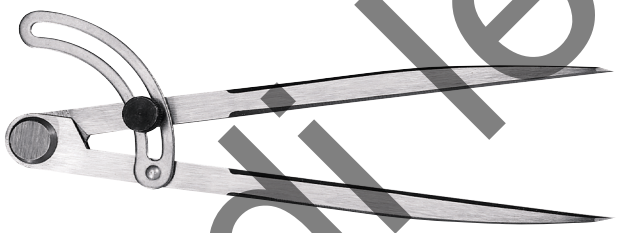
Utensili per tracciare

1. Nominate i seguenti utensili per tracciare:

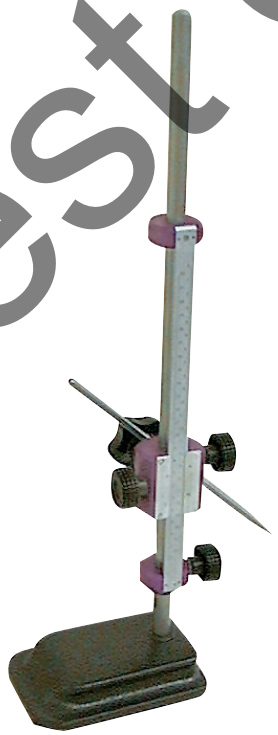


Punta per tracciare ad angolo

Punta per tracciare con estremità in metallo duro



Compasso a punte



Truschino



Truschino con indicazione digitale della misura

Test di lettura

Teoria

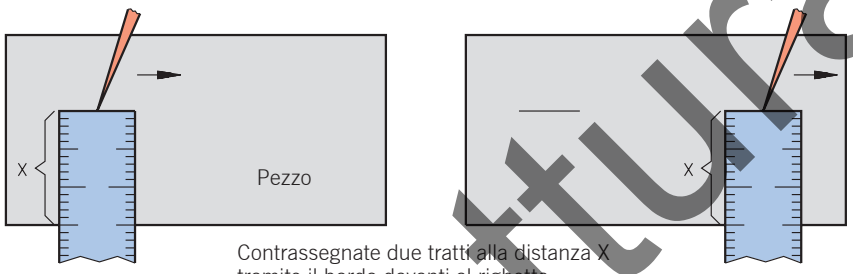
Tracciatura, bulinatura, marcatura

Guida della punta per tracciare

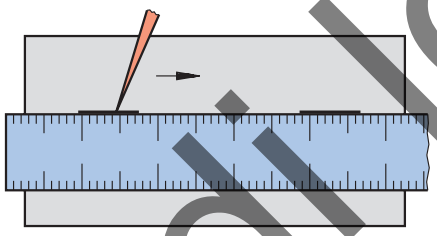


Tracciatura con il regolo

Per tirare dei tratti paralleli, procedete come segue:

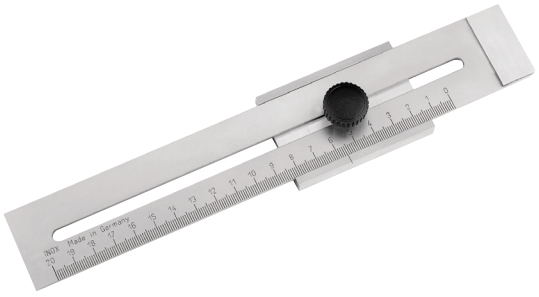


Contrassegnate due tratti alla distanza X tramite il bordo davanti al righetta.



Ricollegate i due tratti

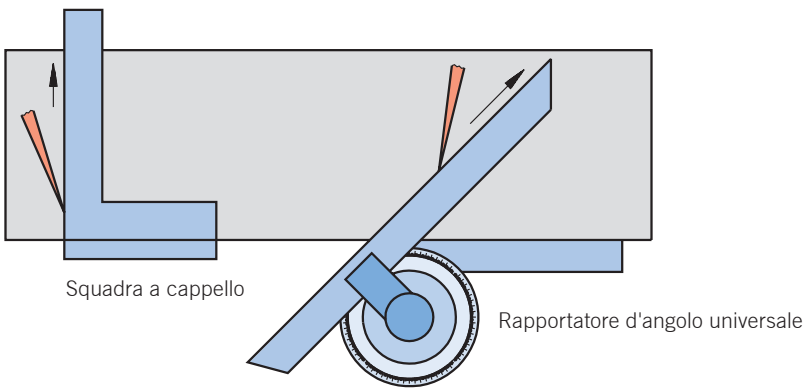
Per tracciare delle linee parallele su uno dei bordi del pezzo, si utilizza un regolo.



Le quote devono essere riportate sul pezzo nel modo più preciso possibile.

Tracciatura angoli

Per tracciare degli angoli retti o a piacere, utilizzate i seguenti utensili:



Squadra a cappello

Rapportatore d'angolo universale

Test di lettura

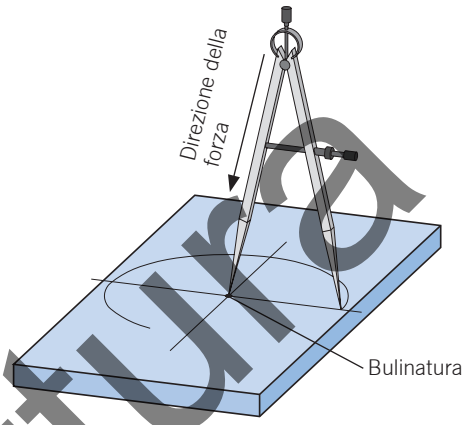
Teoria

Tracciatura, bulinatura, marcatura

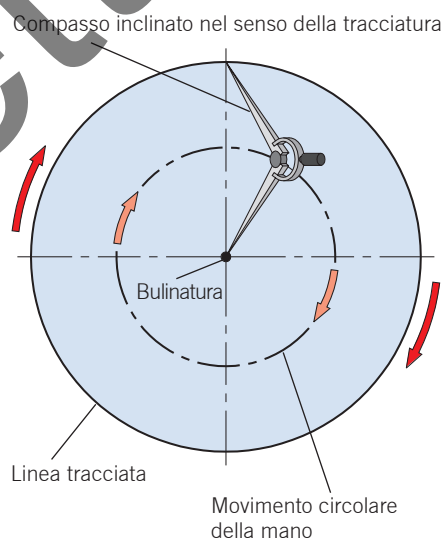
Tracciatura di cerchi

I cerchi e gli archi vengono tracciati tramite un compasso a punte. Affinché il compasso non scivoli durante l'operazione, dovete eseguire una bulinatura al centro del cerchio. A questo proposito, consultate l'unità didattica «Bulino».

La pressione deve essere esercitata sull'asta del compasso applicata al centro del cerchio.



Inclinate leggermente il compasso nella direzione del movimento e fatelo ruotare.



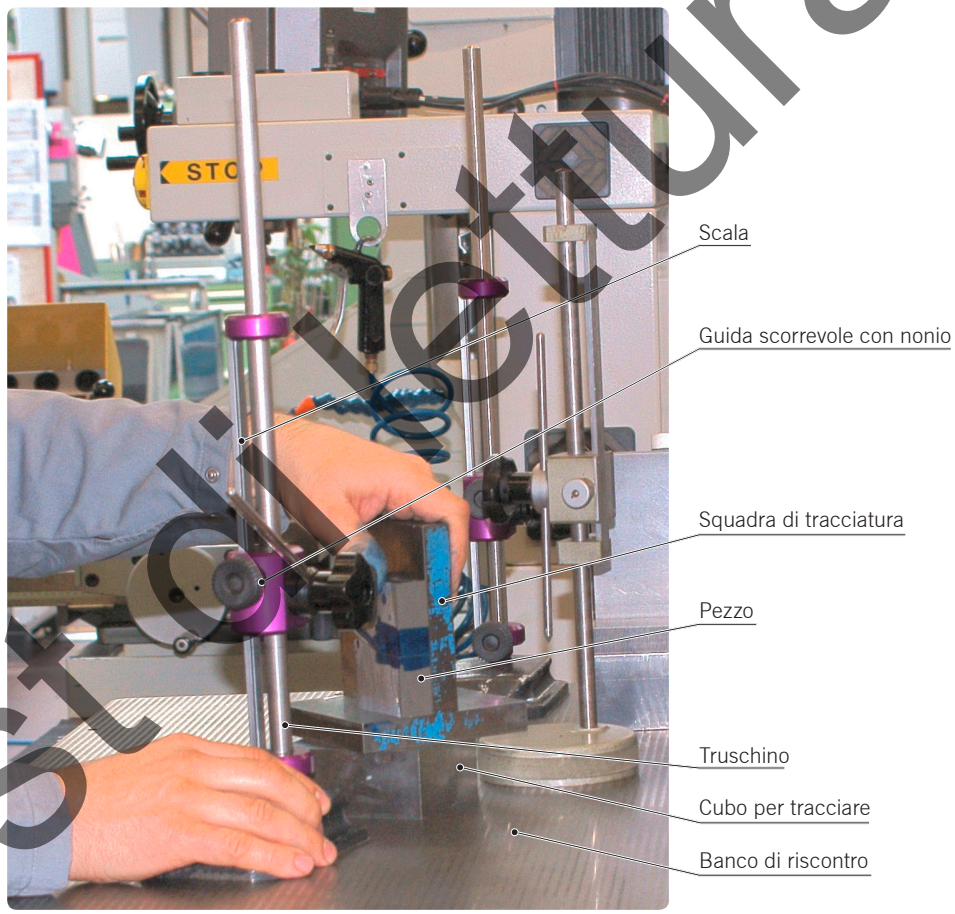
Test di lettura

Teoria

Tracciatura, bulinatura, marcatura

Tracciatura parallela

– **Azzerare il truschino**
Azzerate la punta del truschino ad un'altezza di riferimento adeguata, ad es. la base del pezzo (banco di riscontro), portatela sulla superficie del pezzo o su un tratto esistente della tracciatura. Per effettuare questa operazione, posizionate la guida scorrevole in alto fino a toccar la superficie di riferimento con la punta, ossia fino a sfiorare questa superficie. Azzerate successivamente la scala o portatela alla dimensione desiderata.
– **Regolazione della dimensione da tracciare**
Servendovi della scala e del nonio, portate la guida scorrevole alla dimensione desiderata.
– **Tracciatura mediante spostamento del truschino**



Consigli pratici

– Dopo la tracciatura, verificate sempre le quote tramite un regolo o un calibro a corsoio.

– Effettuate la tracciatura tirando il truschino.

– Dovete poter sentire nettamente i tratti con l'unghia.

– La punta di tracciatura deve essere sempre perfettamente affilata.

La sicurezza sul lavoro

– **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
– **Quando non la si utilizza, ricoprite sempre la punta per tracciare con un turacciolo o l'estremità di un tubo!**
⇒ Rischio di lesioni!

Test di lettura

Teoria — Tracciatura, **bulinatura,** marcatura

Bulinatura

La bulinatura consente di eseguire delle impronte coniche nei pezzi.

Bulino

Bulino di controllo
Angolo della punta 60°



Questo bulino si utilizza per:
– marcare un punto di centraggio per il compasso;
– creare dei punti di controllo sul profilo della tracciatura.

Si tratta in generale di piccoli punti di centraggio creati esercitando dei leggeri colpi con il martello.

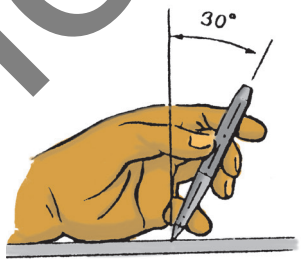
Bulino di marcatura
Angolo della punta 60°/90°

Questo bulino serve a marcare i punti di centraggio prima della foratura. Questi punti di centraggio consentono di evitare la deviazione della punta durante la foratura.

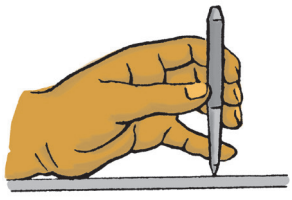
I bulini, la cui punta è temprata, sono prodotti in acciaio per utensili.

Procedura

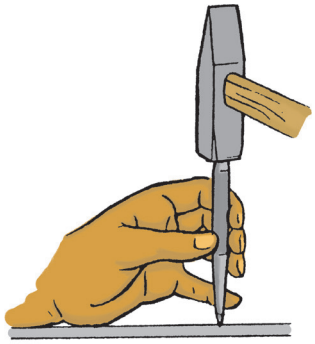
1. Applicate la punta del bulino (angolo di 30°) sul punto di incrocio della tracciatura.



2. Premendo leggermente, raddrizzate il bulino in posizione verticale. La punta non deve scivolare.



3. Colpire leggermente il bulino con il martello.

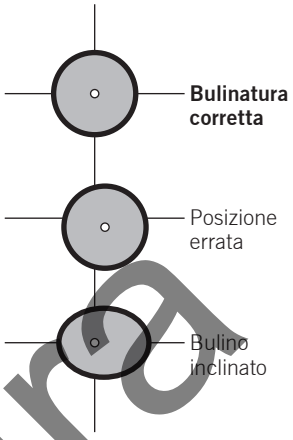


Test di lettura

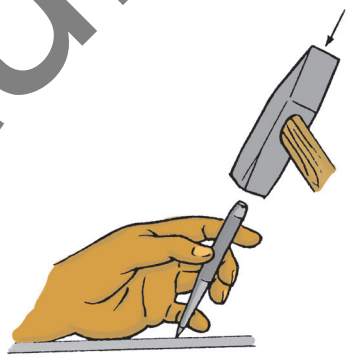
Teoria

Tracciatura, **bulinatura,** marcatura

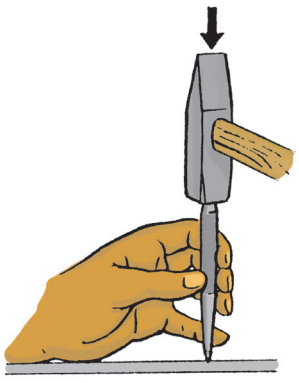
4. Controllate la bulinatura.



5. Se necessario, correggete la posizione. Riportate la bulinatura nella posizione corretta esercitando dei leggeri colpi sul bulino.



6. Definite la posizione esercitando un colpo deciso.



7. Controllate la posizione.

La sicurezza sul lavoro

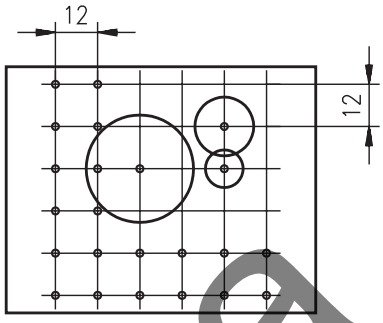
- **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
- **Dalla testa del bulino possono essere proiettate delle schegge!**
- **Lavorate su una superficie dura ed in piano in modo da evitare che la punta arretri e l'eventuale deformazione di un pezzo sottile!**
- **Non dimenticate di tenere saldamente il manico del martello!**
- **Tenete saldamente il bulino in posizione verticale durante il colpo di martello!**

Test di lettura

Esercizi

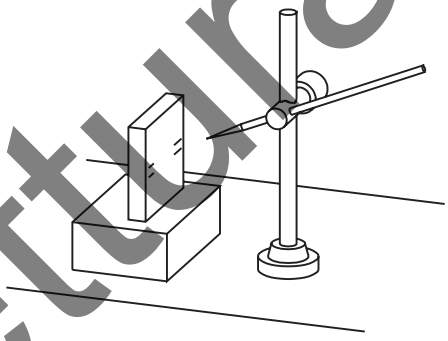
Tracciatura, **bulinatura,** marcatura

1. Su un residuo di materiale, tracciate una griglia ortogonale (ad es. con un passo da 12 mm). Eseguide delle bulinature sulle intersezioni. Inizialmente, utilizzate una lente per controllare la posizione dei punti di centraggio.



Tracciate dei cerchi di diametro diverso. Eseguite delle bulinature di centraggio per inserirvi la punte del compasso.

2. Tentate, **esclusivamente** servendovi di un truschino, di determinare e di tracciare il centro di una piastra piccola.



Ad occhio nudo, posizionate la punta del truschino al centro dell'altezza della piastra e tracciate un tratto. Per evitare di riempire la zona centrale con tratti, ripartiteli come indicato sul disegno in alto. Rigirate la piastra di 180° e tracciate nuovamente gli stessi tratti. Ora spostate la punta del truschino a metà circa della differenza dell'altezza dei tratti. Ripetete l'intera procedura. Noterete che i due tratti sono vicini l'uno all'altro. Se si sovrappongono completamente, significa che avete trovato il centro esatto. Tracciate il tratto definitivo al centro. Per trovare il centro della piastra, ruotatela di 90° e determinate nuovamente la metà di questo lato, ovviamente se la piastra è quadrata.

Questo processo prende il nome di tracciatura per ritorno. Spesso con questo processo si verifica la simmetria di un pezzo. Al posto di una punta per tracciare, si utilizza un comparatore.

Test di lettura

Teoria

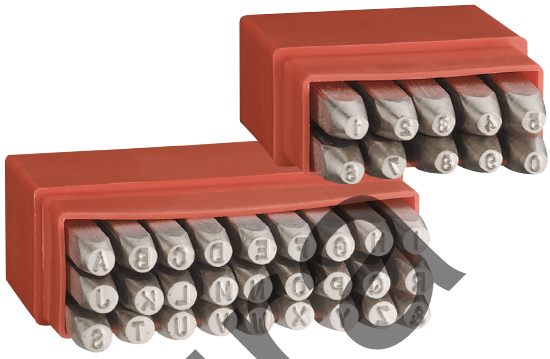
Tracciatura, bulinatura, **marcatura**

Marcatura

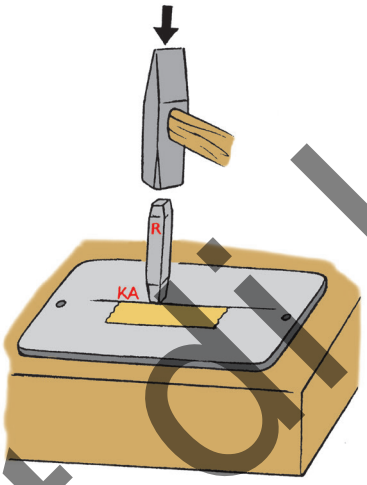
I pezzi possono essere marcati a mano tramite punzoni.

Punzoni

I punzoni sono prodotti in acciaio per utensili. L'estremità dell'impronta con il numero o la lettera sono temprati. Due set di numeri e lettere sono disponibili in misure diverse. Esistono anche punzoni dotati di segni speciali o simboli.



Procedura



- Allineate le lettere su un tratto di tracciatura o su un nastro adesivo.
- Tenete il bulino in posizione verticale.
- Esercitate un leggero colpo con il martello sul bulino.
- Se necessario, correggete la posizione della lettera (spostate il bulino).
- Colpite la lettera con un leggero colpo di martello.
- Eliminate il materiale respinto limando delicatamente la scritta con una lima sottile.

La sicurezza sul lavoro

- **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
- **Posate i pezzi da marcare su una base in piano e stabile (piastra d'acciaio) o serrateli saldamente nella morsa!**
- **Non dimenticate di tenere saldamente il manico del martello!**
- **Eliminate mediante limatura la bava sulla testa del bulino!**
- **Non tentate mai di marcare con il bulino strumenti di misura, pezzi temprati o superfici ossidate!**

1. Battete ad es. il vostro nome su un ritaglio. Abbiate cura di distanziare regolarmente le lettere.

2. Spiegate il motivo per cui non bisogna mai marcare con il bulino degli strumenti di misura, dei pezzi temprati o delle superfici ossidate.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Tracciatura, bulinatura, marcatura

Domande di verifica

1. Non utilizzate mai delle punte per tracciare in acciaio quando:

– la superficie del pezzo non deve essere danneggiata;
– il trattamento termico previsto o la forte sollecitazione esercitata su un pezzo rischia di rompere quest'ultimo lungo la linea di tracciatura (effetto d'intaglio).

2. Come si può tracciare un pezzo cilindrico?

Posizionando il pezzo in un prisma

3. Come si marcano i pezzi in lega leggera?

Con una matita. Se si utilizza la punta per tracciare, si crea una leggera fessura che rischia di provocare una rottura in fase di piegatura.

4. Quali sono le conseguenze di una tracciatura con una punta per tracciare smussata?

La linea non è precisa e netta

5. Cosa succede se la punta per tracciare di un truschino è troppo lunga?

La punta per tracciare ha un effetto molla e la linea tracciata sarà ondulante.

6. Perché il bulino deve essere inclinato prima di essere colpito?

Per poter posizionare la punta nel punto esatto.

7. Quali sono le conseguenze di una bulinatura effettuata in modo inclinato?

La posizione sarà imprecisa e di conseguenza la foratura non verrà eseguita nel punto esatto oppure sarà inclinata.

8. Citate i vantaggi di un trischuno con lettore di quota digitale rispetto ad un truschino tradizionale.

Lo strumento di tracciatura elettronico consente di regolare direttamente l'altezza desiderata.

Test di lettura

SWISSMEM

Attività — Segatura, limatura, sbavatura

– Nominare gli utensili e sceglierli
– Segare, limare e sbavare dei pezzi

Domande di base

1. Ci sono delle differenze di attrezzatura per la segatura di legno o di metallo?

Il tipo di lama della sega gioca un ruolo essenziale nella segatura (passo e forma dei denti)

2. Quale potrebbe essere il motivo per il quale occorre utilizzare utensili di tipo diverso per segare il legno o il metallo?

Il legno ed il metallo sono dei materiali estremamente diversi. Le lame delle seghe devono quindi presentare dei denti di forma diversa.

3. Quali sono i criteri che consentono di definire l'operazione di limatura?

Il materiale per limare, lo stato superficiale desiderato (grossolano o fine), la forma delle parti del pezzo da limare

4. Dovete assemblare un telaio metallico. Durante l'assemblaggio, vi ferite il palmo della mano. Quali possono essere i motivi di questa lesione?

La presenza di angoli non sbavati (affilati) o di coni appuntiti

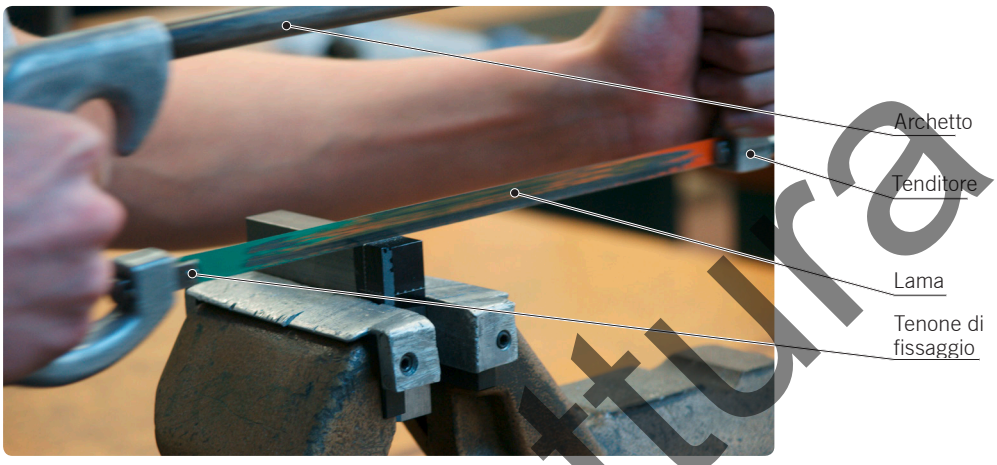
Test di lettura

Teoria

Segatura, limatura, sbavatura

Segatura

La segatura è un processo di lavorazione mediante asportazione di trucioli. Si impiega per tagliare a pezzi delle barre o per praticare dei tagli sui pezzi. Nella produzione manuale, la segatura si utilizza anche per smussare ed intagliare un pezzo.



Lame delle seghe

Le lame delle seghe sono disponibili con diversi passi del dente (distanza tra una punta del dente e quella successiva). La forma dei denti e la dimensione del passo del dente (o sfinestratura) sono definite dal materiale da segare. La sfinestratura serve ad espellere i trucioli dell'intaglio formato nel pezzo.
Il passo del dente è indicato in base al numero di denti per pollice. Le lame delle seghe sono classificate in tre gruppi.

Scelta delle lame della sega

Regola generale:
– passo del dente grossolano per materiali teneri e con intagli lunghi;
– passo del dente fine per materiali duri, con intagli corti e tubi a pareti sottili.

1. Completate la tabella.

Dentatura	Numero di denti per 1"	Impiego
Grossa (14 denti)	 14 … 16 denti	Per materiali teneri come l'alluminio, il rame ed i materiali plastici
Media (22 denti)	 16 … 25 denti	Per l'acciaio a media ed alta resistenza, ghisa, ottone ⇒ utilizzata generalmente nelle officine
Fine (32 denti)	 25 … 33 denti	Per lamiere sottili, tubi a pareti sottili e profilate

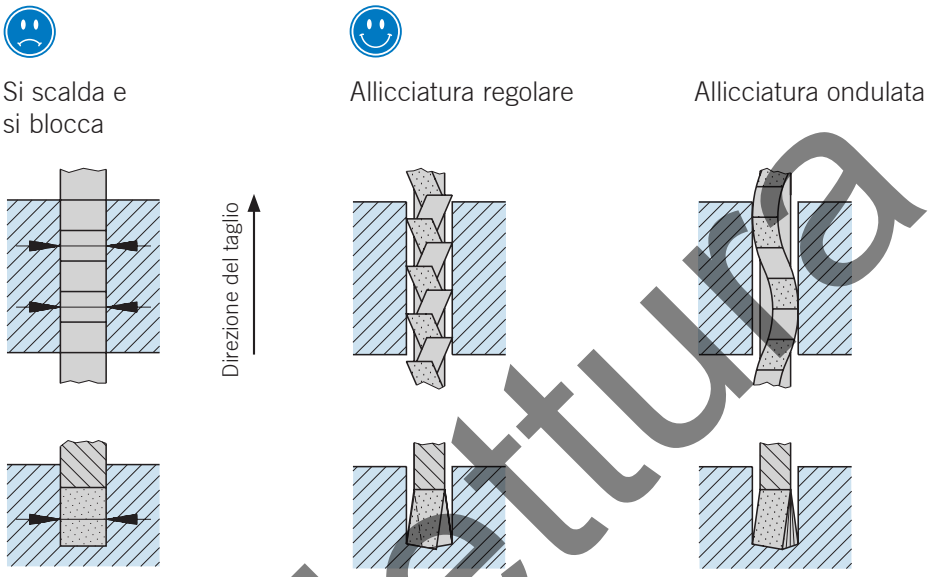
È necessario che almeno tre denti facciano presa, altrimenti i denti rischiano di rompersi, rendendo in breve tempo la lama inutilizzabile.

Test di lettura

Teoria — Segatura, limatura, sbavatura

Allicciatura

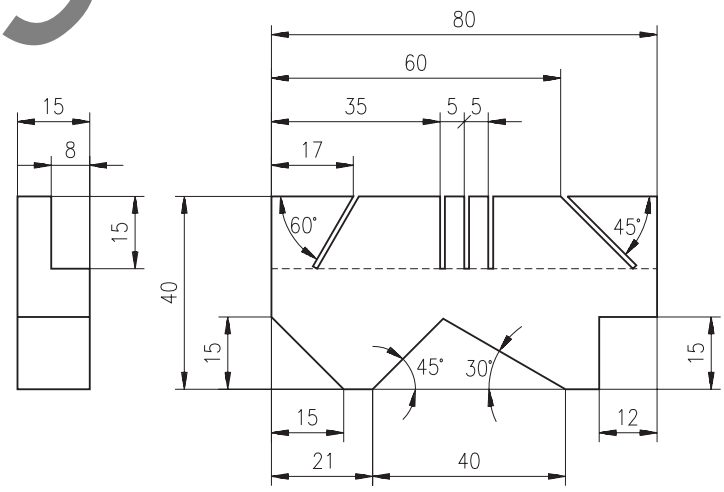
In caso di taglio profondo, la lama liscia della sega si scalderebbe inceppandosi nel materiale. Per impedire che ciò accada, le lame delle seghe sono concepite in modo che i loro lati non tocchino il materiale ed i denti possano effettuare liberamente il taglio.



Segare con la sega ad arco manuale

– Tendete la lama in modo che il taglio si effettui spingendo.
– L'angolo della lama α deve essere di circa 3° per l'attacco e di circa 8° per la segatura.
– Tirate indietro la sega senza esercitare pressione.
– Guidate la sega con movimenti regolari su tutta la lunghezza della lama. Tentate di adottare una frequenza di 60 - 70 colpi al minuto.
– Guidate la sega lungo il tratto di tracciatura. Ciò significa che il tratto deve rimanere appena visibile dopo la segatura.

2. Tracciate diversi intagli ed incavi su un pezzo d'acciaio di costruzione di circa 16 × 50 × 80 mm e segateli con una sega ad arco manuale.



La sicurezza sul lavoro

– **Bloccare correttamente il pezzo da segare!**
– **Tendere correttamente la lama!**
– **Non utilizzare le dita per guidare la lama della sega ⇒ rischio di lesioni.**
– **Non soffiare sui trucioli prodotti ⇒ rischio di lesioni agli occhi.**

Test di lettura

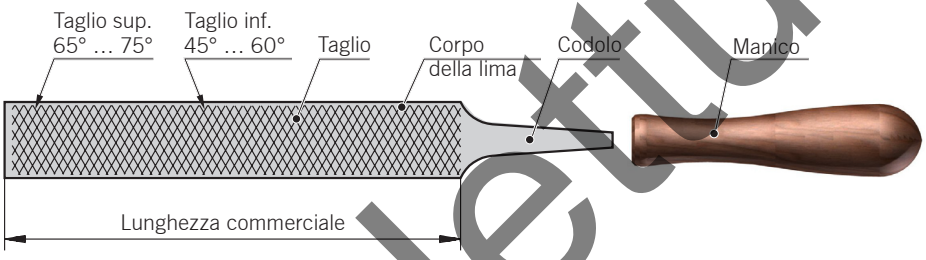
Teoria — Segatura, **limatura,** sbavatura

Limatura

La limatura è un processo di lavorazione mediante asporto di trucioli che si esegue mediante lime. Esistono diversi tipi di lime.

Prima che esistessero le macchine utensili a controllo numerico, la limatura era spesso l'unico processo disponibile per creare dei contorni complessi e dei profili a forma libera. Oggi le lime si utilizzano soprattutto per:
– raddrizzare delle superfici;
– limare dei raggi;
– sbavare.

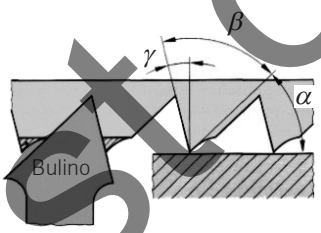
Le lime sono prodotte in acciaio per utensili. Il corpo della lima è temprato, mentre il codolo non lo è. Le lime possiedono un elevato numero di dentini, ognuno asporta una piccola quantità di materiale (truciolo.



Forme dei denti

In base alla forma dei loro denti, si distinguono le lime a **denti tagliati**, **denti fresati** e **denti raspa**.

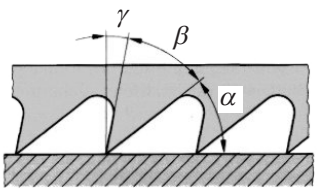
I denti tagliati hanno un angolo di taglio γ **negativo** e quindi un effetto raschiante.



$\alpha = 28° \ldots 42°$
$\beta = 50° \ldots 60°$
$\gamma = -2° \ldots -16°$

Impiego: soprattutto per i materiali duri, quindi per la limatura di materiali in generale

I denti fresati hanno un angolo di taglio γ **positivo** e quindi un effetto tagliente.



$\alpha = 38°$
$\beta = 40°$
$\gamma = 12°$

Impiego: per la limatura dii metalli e di materiali plastici, in particolare l'alluminio, il piombo, il bronzo, il rame e le leghe di rame tenere.

Test di lettura

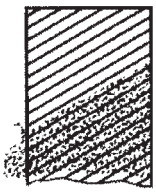
SWISSMEM

Teoria

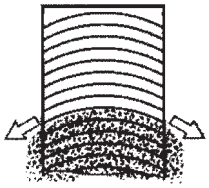
Segatura, **limatura,** sbavatura

Taglio

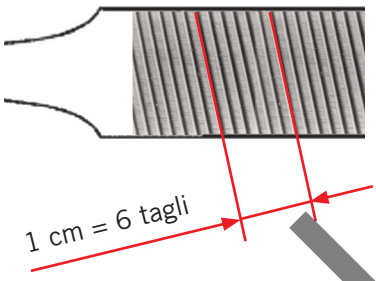
La parte abrasiva della lima prende il nome di taglio. La finezza di una lima è definita dal suo numero di tagli. Il numero di tagli corrisponde al numero di intagli per cm di lunghezza della lima. Per poter espellere la limatura, o truciolo durante l'operazione di limatura, i tagli vengono eseguiti in obliquo o ad arco rispetto all'asse della lima.



In obliquo:
trucioli espulsi da un lato



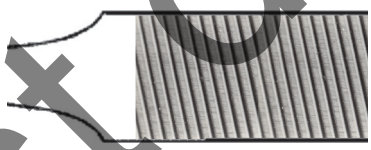
Ad arco:
trucioli espulsi dai due lati



Per le lime, il numero di tagli è indicato in tagli per centimetro lineare.

Tipi di tagli

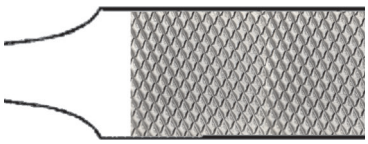
Si distinguono:
– i tagli semplici;
– i tagli incrociati;
– i tagli raspa.



Taglio semplice

Impiego principalmente per i materiali teneri quali:

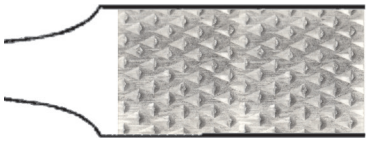
alluminio, stagno, zinco, piombo



Taglio incrociato

Impiego per materiali più duri, quali:

acciaio, ghisa, ottone



Taglio raspa

Impiego per materiali, quali:

legno, pelle, gomma, materiali sintetici

Test di lettura

Teoria

Segatura, **limatura,** sbavatura

Numero e codice dei tagli

Le lime si identificano in base al loro numero di tagli:
– lime per officina ⇒ numero dei tagli da 00 a 4
– lime di precisione ⇒ numero dei tagli da 1 a 10
– raspe ⇒ numero dei tagli da 1 a 3

In base alla quantità di materiale da asportare ed alla qualità richiesta della superficie, i pezzi passano dalla fase di **sgrossatura** o di **finitura**.

Sgrossatura	Più di 0.5 mm di materiale da asportare	Numero tagli 1
Semifinitura	Richiesta elevata qualità della superficie, precisione e planarità	Numero tagli 2-3
Finitura	Richiesta massima qualità della superficie, fino a 0,01 mm di precisione nelle dimensioni	Numero tagli 4

La scelta della lima in base ai tagli è definita dalla seguente regola:
Materiali teneri ⇒ tagli grossolani ⇒ passo del taglio grande
Materiali duri ⇒ tagli sottili ⇒ passo del taglio piccolo

Lime per sgrossatura	con 8 - 15	tagli per cm lineare
Lime	con più di 15 - 25	
Lime	con 30 - 80	tagli per cm lineare
Lime di doppio livellamento	con più di 80 - 120	

3. Quando occorre sgrossare i pezzi?

Quando occorre espellere una grande quantità di materiale ed il pezzo deve essere lavorato rapidamente.

4. Qual è l'unità che definisce la finezza di una lima?

La finezza dipende dai tagli (numero di tagli e lunghezza della lima)

Test di lettura

Teoria

Segatura, **limatura,** sbavatura

Tipi di lime

Si distinguono le lime in base alla loro sezione ed alla loro forma, alla forma ed alla struttura dei denti ed in base al tipo ed al passo dei tagli

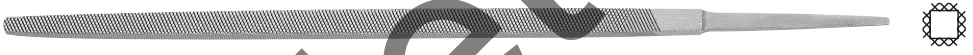
Lima piatta ottusa
Limatura di superfici, sbavatura.



Lima triangolare
Limatura delle superfici.



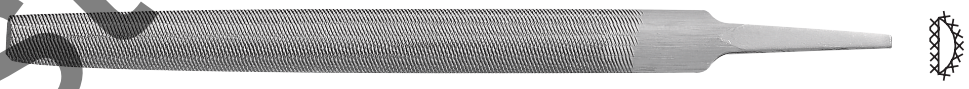
Lime quadrate
Limatura delle superfici.



Lime rotonde
Limatura dei raggi interni, allargamento di fori.



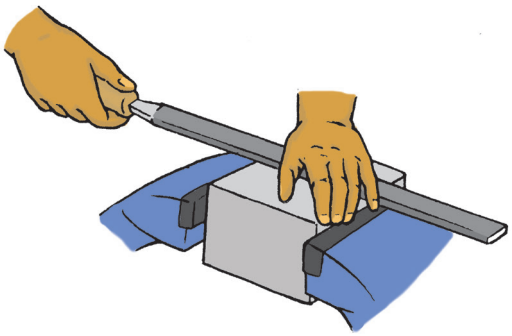
Lime concave
Limatura di raggi interni grandi, sbavatura.



Tenuta di una lima

Nota: le seguenti descrizioni valgono per i destrimani. Per i mancini, vale il contrario.

Le lime grandi devono essere prese dal manico con la mano destra, il palmo della mano sinistra deve essere posizionato sull'estremità. In tal modo, potete applicare la pressione necessaria sul pezzo.



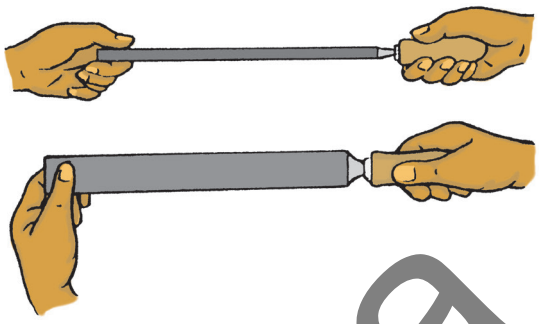
Durante la finitura con lime grandi, si consiglia di applicare il palmo della mano sinistra al centro della lima. In questo modo avrete più sensibilità per guidare l'utensile e ripartire la pressione, semplificando così l'ottenimento di una superficie piana.

Test di lettura

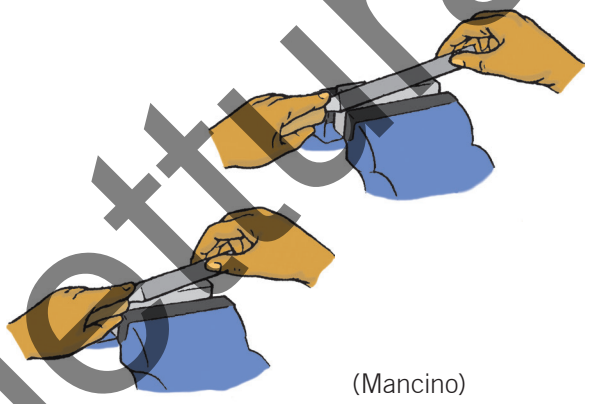
Teoria

Segatura, **limatura,** sbavatura

Per evitare che **le lime medie** flettano tenetele tr il pollice e l'indice della mano sinistra.

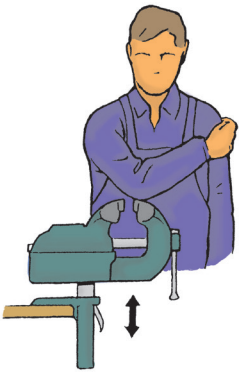


Le lime piccole si tengono dal manico, con l'indice posizionato sul lato superiore.
Con la mano sinistra, potete pinzare la lima tra il pollice e l'indice oppure premere al centro della lima con le dita.

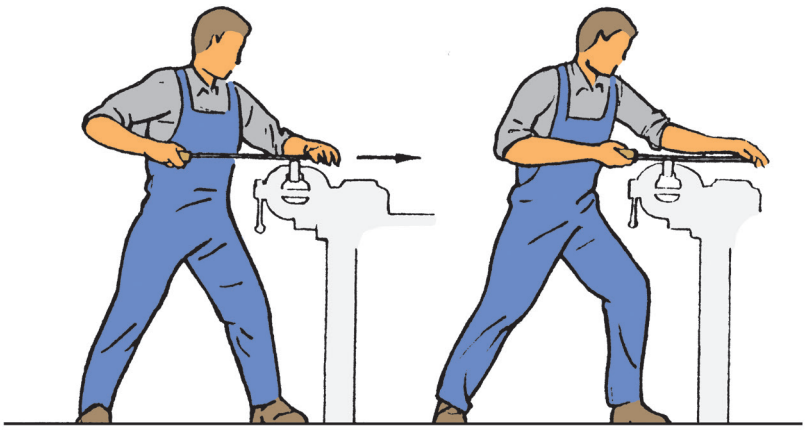


(Mancino)

Per limare un pezzo, serratelo nella morsa. È importante che questa sia regolata ad un'altezza corrispondente la lima durante la lavorazione di limatura.



Durante la **sgrossatura**, si pensa innanzitutto **ad asportare del materiale.** Di conseguenza, utilizzate tutto il peso del corpo per limare.



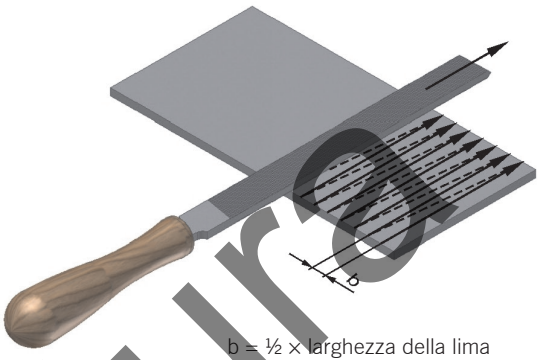
Test di lettura

Teoria

Segatura, **limatura,** sbavatura

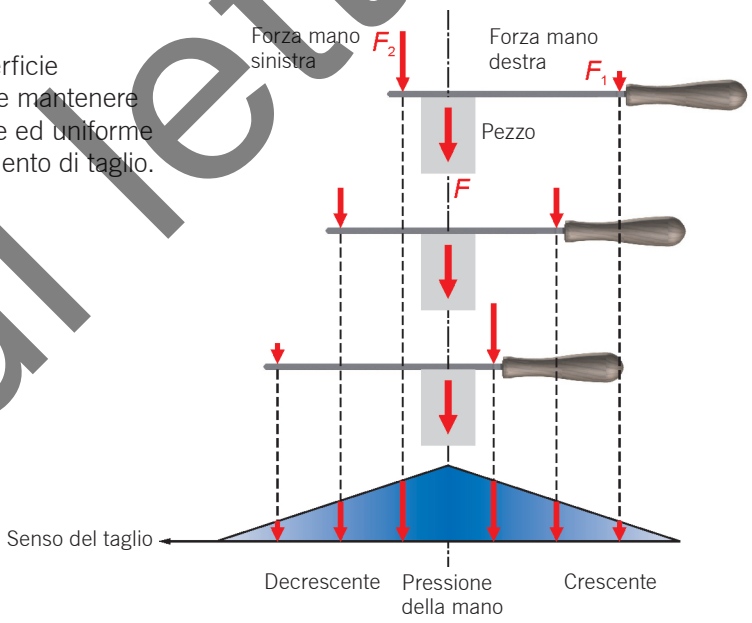
Durante la **finitura,** si rispettano innanzitutto la **planarità, lo stato superficiale e le quote**. Diminuite la pressione e tentate di mantenerla più uniforme possibile. Effettuate dei movimenti solamente tramite le braccia.

Guidate la lima di piatto esercitando dei movimenti regolari su tutto il pezzo. Guidate le lima in senso longitudinale, spingendo in avanti senza spostamento laterale (movimento di taglio). Durante la corsa di ritorno, liberate la pressione, ma senza sollevare la lima dal pezzo. Lo spostamento laterale (avanzamento) sul pezzo si effettua durante la corsa di ritorno e deve raggiungere preferibilmente circa la metà della larghezza della lima.



b = ½ × larghezza della lima

Per ottenere una superficie uniforme, è importante mantenere una pressione regolare ed uniforme durante l'intero movimento di taglio.



Test di lettura

SWISSMEM

Teoria

Segatura, **limatura,** sbavatura

Tratti della lima

Per tratti della lima, si intende la direzione in cui la lima viene spinta sulla superficie del pezzo. Se il disegno non prescrive alcuna struttura superficiale (senso e forma delle scanalatura di lavorazione), potete scegliere voi stessi i tratti. Si distinguono tre tipi:

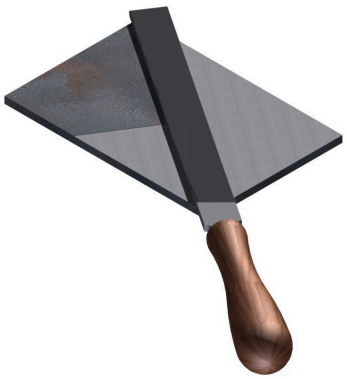
Tratto longitudinale
La lima viene spinta parallelamente all'asse longitudinale del pezzo. Questo tratto si impiega principalmente per la finitura di superfici lunghe e strette.





Tratto trasversale
La lima viene spinta perpendicolarmente all'asse longitudinale del pezzo. Questo tratto si impiega principalmente per la sgrossatura.

Tratto incrociato
Il tratto incrociato si impiega per la finitura. Posizionate la lima a 45° al centro del pezzo, poi limate in una sola direzione. Una volta raggiunta l'estremità della superficie, riportate la lima al centro e limate l'altra metà del pezzo nella direzione opposta.
Dopo 1 - 3 passi, cambiate la direzione della limatura di circa 90° e riprendete l'operazione. Grazie alla limatura incrociata alternata, è più facile ottenere una superficie piana rispetto agli altri metodi. Le ombre create sul pezzo consentono di identificare le irregolarità ad occhio nudo.



Test di lettura

Teoria

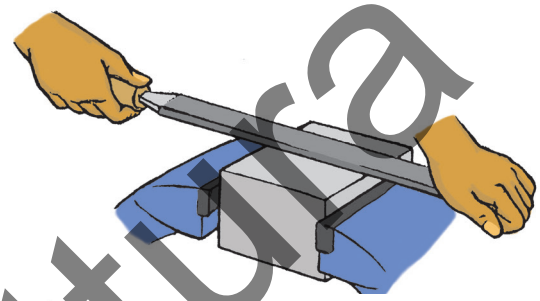
Segatura, **limatura,** sbavatura

Consigli pratici

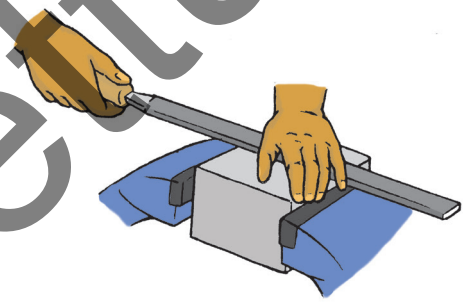
Nel tratto incrociato, limate sempre con dei movimenti regolari tutta la superficie del pezzo. Applicate una pressione maggiore sui "punti alti".

Nel senso longitudinale, le lime piatte presentano un lato bombato ed uno piatto. Ciò lo si vede ad occhio nudo tenendo la lima dal bordo ed osservandola dall'asse.

Se la superficie risulta incavata, tenete la lima come illustrato in figura ed utilizzate il lato piatto.

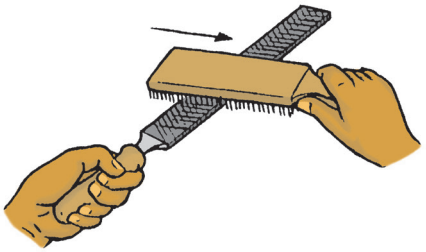


Viceversa, se la superficie è bombata, premete al centro della lima con la mano sinistra ed utilizzate il lato bombato. Se desiderate utilizzare una lima più bombata, usate una lima triangolare.

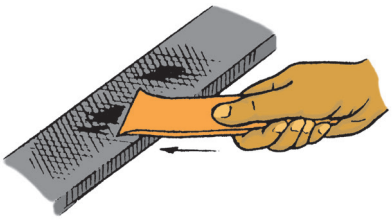


Durante la limatura, le cavità dei denti si riempiono di residui e la lima non taglia più.
I residui imprigionati possono provocare graffi e scanalature sulla superficie del pezzo.

Procedete con la pulizia con una spazzola per lime.



Per eliminare le incrostazioni tenaci, utilizzate un raschietto in ottone o in rame.



Test di lettura

La sicurezza sul lavoro



- **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
- **Non utilizzate mai la lima senza il manico!**
- **Assicuratevi sempre che la lima sia ben fissata!**
- **Procedendo con la limatura, evitate di urtare con il manico contro il pezzo! Questo potrebbe allentarsi!**
- **Eliminate i trucioli incastrati con una spazzola per lime o un raschietto in ottoneo rame, mai con la mano o con aria compressa!**
- **Pulite le lime con una spazzola per lime! Non utilizzate mai una punta per tracciare o un altro utensile analogo!**
- **Bloccate il pezzo in modo che sia corto e sicuro!**
- **Durante la sbavatura ⇒ rischio di lesioni da taglio**

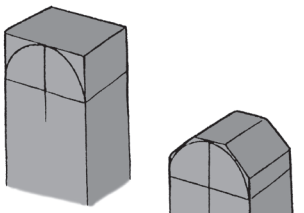
Teoria

Segatura, limatura, sbavatura

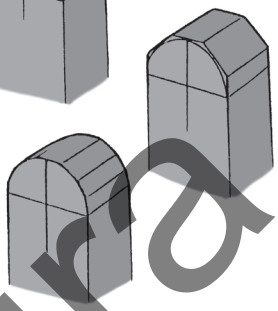
Limatura di raggi

Sequenza di lavoro:

1. Tracciate il raggio di ciascun lato.

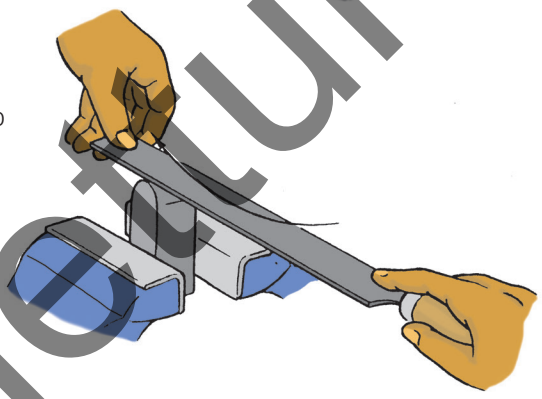


2. Limate due smussi a 45°.

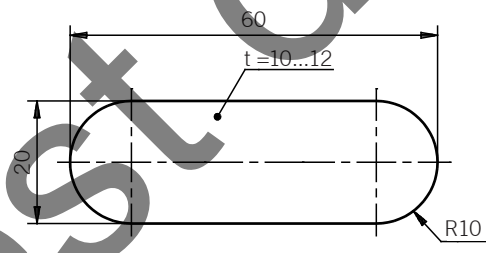


3. Suddividete i raggi in piccole superfici.

4. Terminate di limare effettuando dei movimenti oscillanti seguendo il raggio. Durante tutta l'operazione, controllate il profilo con un raggimetro



6. Prendete un pezzo di lunghezza analoga a quello dell'esempio seguente (da 10 a 12 mm di spessore) lasciando un leggero sovraspessore, poi limate i raggi.

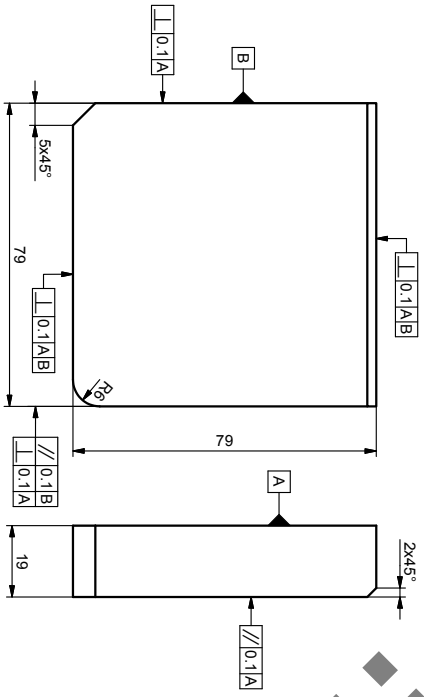


Test di lettura

Esercizio

Segatura, **limatura,** sbavatura

5. Limate una piastra d'acciaio nei lati indicati.
Materiale grezzo: 80 × 80 × 20, superficie Ra 6.3



Procedura da seguire:

1. Se la piastra è grezza, e quindi non è stata prelavorata, iniziate ad eliminare la superficie incrudita con una lima per sgrossatura (lima bastarda). Se disponete di un pezzo laminato a caldo – riconoscibile dalla sua superficie ossidata – utilizzate una lima vecchia. La superficie incrudita della laminatura è estremamente dura e l'utilizzo di una nuova lima sarebbe inutile.
2. Limate la base A (superficie 80 × 80 mm). Per raggiungere lo stato superficiale Ra 6.3 prescritto, utilizzate una lima di finitura.
3. Sgrossate la superficie opposta di dimensioni 80 × 80 fino ad ottenere uno spessore compreso tra 19,3 e 19,5, prestando attenzione che la superficie rimanga piana. Procedete quindi con la finitura. Attenzione: oltre alla planarità ed allo stato della superficie, dovete osservare la quota finale 19 ed il parallelismo di 0,1 su A.
4. Limate la base B ad angolo retto rispetto alla base A.
5. Ora tocca ai due lati che sono ad angolo retto rispetto a B. Limateli perpendicolarmente ad A e a B.
6. Infine, limate il lato opposto alla base B, parallelamente a quest'ultima e ad angolo retto rispetto ad A.
7. Limare lo smusso 5x45°.
8. Limare lo smusso 2x45°.
9. Limare il raggio R6.

Per tutte le quote, osservate le tolleranze generali.
Sbavate una ad una le superfici finite.

Testo di lettura

Teoria — Segatura, limatura, **sbavatura**

Sbavatura

Dalla una lavorazione mediante asportazione di trucioli si creano delle bave sugli spigoli. L'importanza di questi ultimi è più o meno rilevante a seconda del processo impiegato.

Le bave
– comportano un **rischio di lesioni** in fase d'inserimento dei pezzi;
– generano dei **risultati di misura errati** poiché superano gli spigoli dei pezzi;
– provocano **disturbi di funzionamento nelle macchine.**
Quando si montano dei pezzi non sbavati sulle macchine, la bava potrebbe staccarsi provocando dei disturbi di funzionamento, ad esempio l'usura prematura, il danneggiamento dei cuscinetti o delle superfici scorrevoli o addirittura intasando i filtri dell'olio.

7. Fate riferimento alla documentazione tecnica ed alle normative (ISO 13715):
– cosa significano le espressioni «con bava», «spigoli vivi» e «sbavato»?
– come vengono fornite le indicazioni di sbavatura sui disegni?

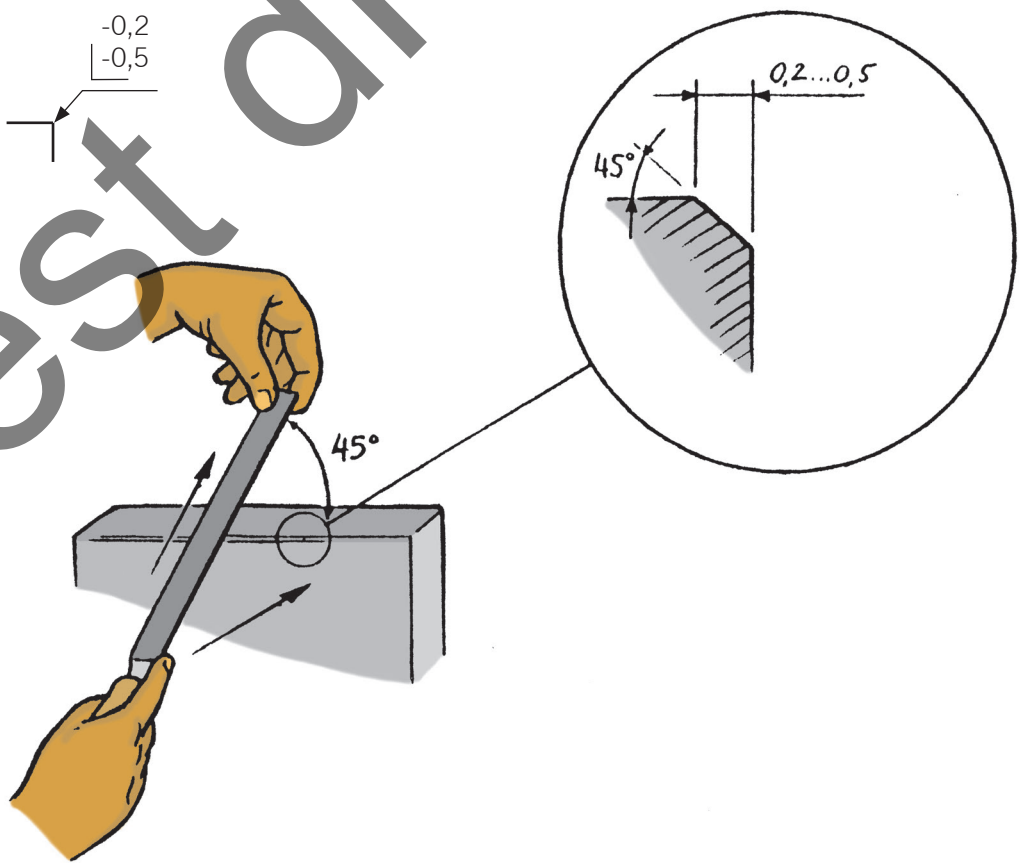
Con bava: residuo appuntito sugli spigoli

Spigoli vivi: spigolo praticamente a 0 (in realtà + o - 0,05 mm)

Sbavato: smussi sugli spigoli

Sbavare

Per sbavare i pezzi, limate un smusso di piccole dimensioni lungo lo spigolo. Sul disegno, il cianfrino è indicato nel seguente modo:



Salvo indicazione diversa sui disegni, i pezzi devono **essere sempre sbavati**, anche tra due operazioni.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Segatura, limatura, sbavatura

Domande di verifica

1. Nominate gli elementi dei dispositivi di protezione personale.

Occhiali e guanti di protezione in base al tipo di intervento da effettuare

2. Per quale motivo le lame delle seghe devono avere un passo sufficientemente grande?

Affinché i trucioli possano essere espulsi dall'intaglio

4. Qual è il rapporto tra il pezzo, la lama della sega ed il passo del dente?

– Si sceglierà un passo del dente grande per i materiali teneri
– Si sceglierà un passo del dente medio per i materiali semi duri
– Si sceglierà un passo del dente corto per i materiali duri, le lamiere sottili, i tubi a pareti sottili ed i profilati
– La lama della sega deve essere ondulata o la dentatura deve essere sfalsata in modo che la lama non si blocchi.

5. Per quale motivo i componenti devono essere bloccati al centro della morsa?

Se il pezzo viene bloccato da un solo lato, la morsa non può esercitare la tensione parallela (regolare) sul pezzo stesso e quindi non può tenerlo fermo. Il pezzo rischia di essere danneggiato.

6. Qual è lo scopo del taglio libero per le lame sega?

Realizzato con una lama ondulata o a corona, consente di impedire il bloccaggio.

7. Quando si effettua la planarità dei componenti?

Quando occorre ottenere la massima precisione di misura e di forma, nonché uno stato di superficie del pezzo migliorato.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Segatura, limatura, sbavatura, filettatura a mano

Domande di verifica

8. Citate alcuni tipi di limatura grossolana e fine.

La limatura di sgrossatura, la limatura semidolce, la limatura dolce e la limatura superfine.

9. Quando si utilizza la limatura a taglio incrociato?

Durante la limatura della superficie dei componenti

10. Per quale motivo i tagli della lima sono obliqui rispetto al manico dell'attrezzo?

Per eliminare lateralmente i trucioli.

Test di lettura

Attività — Taglio, piegatura, raddrizzatura

– Tagliare delle lamiere e dei profilati piatti
– Piegare delle lamiere e dei tubi
– Raddrizzare delle lamiere

Domande di base

1. Cosa si intende per tagliare?

Dividere in più parti un pezzo o un componente.

2. Quali sono le vostre esperienze in merito alla piegatura dei materiali?

Raggi di curvatura troppo piccoli provocano fessurazioni, i materiali duri non possono essere piegati, i materiali elastici ritornano alla forma iniziale.

3. Le lamiere ed i profilati dello stesso materiale possono essere piegati in modo analogo?

No, bisogna tener presente il senso di laminazione

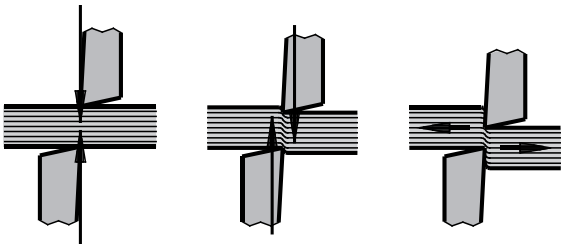
4. Nel privato, dove avete eseguito lavori di raddrizzatura (raddrizzatura di componenti incurvati)?

Test di lettura

Teoria — Taglio, piegatura, raddrizzatura

Tranciatura

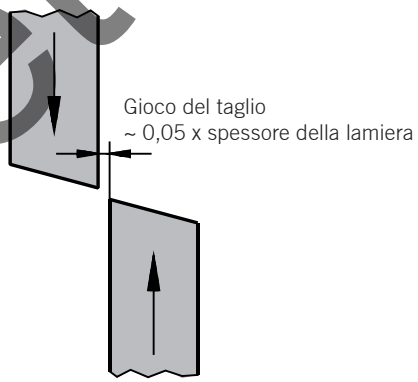
La tranciatura consiste nel taglio di lamiere tra due taglienti disposti l'uno contro l'altro. La maggior parte degli attrezzi e degli apparecchi presentati in questa unità didattica funzionano in base a questo principio.



L'applicazione di una forza tra le ganasce di taglio espelle il materiale. Successivamente il tagliente comincia a scivolare. Quando la resistenza alla tranciatura è superata, il tagliente si pianta nel materiale. La forza di taglio necessaria dipende dallo spessore del materiale e dalla sua resistenza alla tranciatura.

Gioco del taglio

Su alcune delle macchine e degli apparecchi per tagliare presentati di seguito, occorre regolare il gioco del taglio. Questo gioco varia essenzialmente in base allo spessore della lamiera e della resistenza alla tranciatura del materiale. Questo gioco aumenta approssimativamente del **5% rispetto allo spessore della lamiera.**

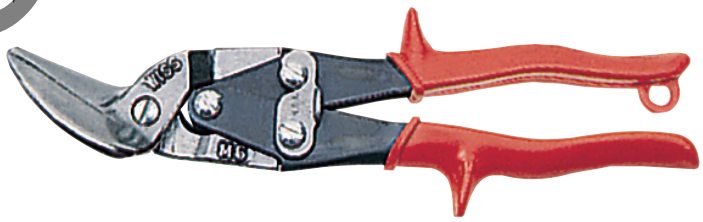


Il gioco del taglio è **eccessivo** quando la superficie del taglio è rugosa e fragile, presentando una bava importante.

Se il gioco del taglio è troppo scarso, le lame si danneggiano.

Cesoia a mano

La cesoia a mano si utilizza per tagliare le lamiere sottili fino ad uno spessore di circa 1,5 mm.

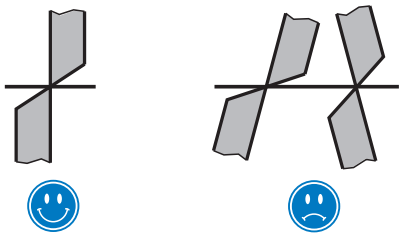


Test di lettura

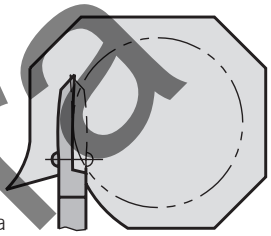
Teoria

Taglio, piegatura, raddrizzatura

È fondamentale tenere la cesoia in posizione perpendicolare rispetto al pezzo. Mettete le mani sulla metà posteriore dell'impugnatura per esercitare al massimo l'effetto leva.



Esiste una cesoia sinistra e una cesoia destra. Su una cesoia destra, la ganascia di taglio destra deve trovarsi in basso nella direzione di taglio. Per un taglio circolare, viene fatta avanzare in senso orario affinché il taglio sia sempre visibile. Su una cesoia sinistra, si verifica il contrario.



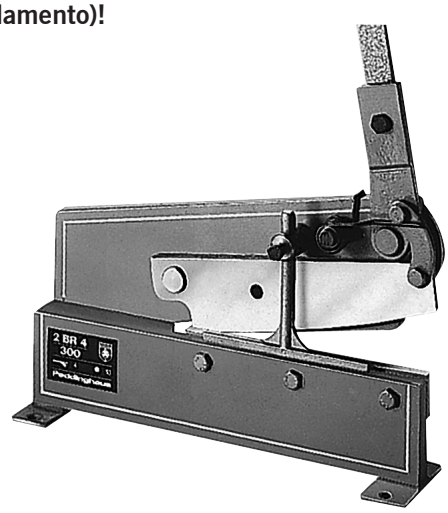
Cesoia destra

La sicurezza sul lavoro

Le cesoie a mano servono soltanto per tagliare lamiere, mai cavi o prodotti rotondi (danneggiamento dei taglienti, pericolo di scivolamento)!

Cesoia a leva

Per tagli dritti di qualsiasi lunghezza. A seconda dell'esecuzione, la cesoia è utilizzabile per lamiere di acciaio fino ad uno spessore di 6 mm.



Cesoia a ghigliottina

La cesoia a ghigliottina viene usata per tagliare le lamiera. A seconda dell'esecuzione, questo tipo di cesoia è adatta per tagliare lamiere fino a circa 2,5 mm di spessore.
Il gioco del taglio deve essere regolato in funzione dello spessore del materiale.



Esistono cesoie a ghigliottina a comando meccanico o idraulico con una forza di taglio che può raggiungere diversi newton.

Test di lettura

SWISSMEM

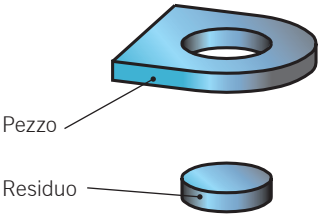
Teoria

Taglio, piegatura, raddrizzatura

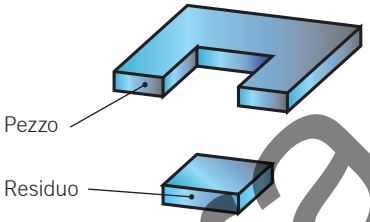
Punzonatrice e intagliatrice

Per la creazione di fori e intagli, si utilizzano i seguenti procedimenti di taglio:

Bulinatura



Intaglio



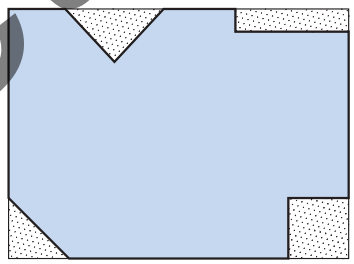
Per la bulinatura o l'intaglio, si usano degli attrezzi di taglio corrispondenti (bulino e matrice) su presse a leva a comando manuale o motorizzato.

Esempio di utilizzo:

Apparecchio per intagliare



Pezzo intagliato



La sicurezza sul lavoro

Durante l'utilizzo di macchine o apparecchi per tagliare, fate attenzione a non tagliarvi le dita!
I dispositivi di sicurezza come il premilamiera, la copertura di sicurezza e il limitatore di corsa devono sempre essere montati al loro posto!

Cesoia elettrica a mano

La cesoia elettrica a mano è utilizzabile per effettuare dei tagli dritti, circolari e ricurvi. Il gioco del taglio deve essere regolato in funzione dello spessore della lamiera.



Testa di lettura

Teoria — Taglio, piegatura, raddrizzatura

Roditrice a mano

La roditrice a mano consente di tagliare forme qualsiasi nella lamiera. La materia viene separata da brevi tagli successivi, che formano dei fori sovrapposti allineati l'uno con l'altro. La lamiera non subisce così praticamente nessuna tensione né deformazione. Il gioco del taglio deve essere regolato in funzione dello spessore della lamiera.



La sicurezza sul lavoro

Durante l'utilizzo della roditrice, indossate sempre gli occhiali di protezione!

Seghetto alternativo

L'utilizzo di questo apparecchio è l'ideale per i tagli dritti e ricurvi nell'acciaio fino a 10 mm, nei metalli non ferrosi fino a 20 mm, nel legno e nelle materie plastiche fino a 60 mm. La lama della sega e il numero delle corse devono essere definiti in funzione del materiale. Per questa scelta, fate riferimento ai cataloghi dei fabbricanti. Il numero di corse si può trovare nelle istruzioni.

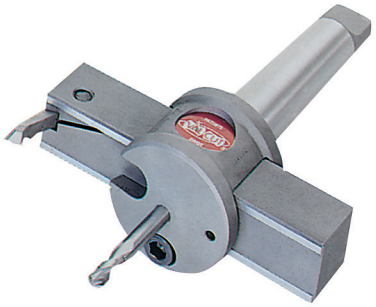


La sicurezza sul lavoro

Durante l'utilizzo di un seghetto alternativo, indossate sempre gli occhiali di protezione!
La lama della sega deve uscire dal pezzo soltanto una volta fermata la macchina!

Apparecchio di taglio circolare

Questo apparecchio si utilizza su un trapano. Permette di praticare fori perfettamente circolari nella lamiera o nelle lastre, o di tagliare dischi in diversi materiali. In commercio sono disponibili diversi tipi di apparecchi di questo genere. Consultate i cataloghi dei fornitori.



La sicurezza sul lavoro

Durante la manipolazione delle lamiere, indossate sempre i guanti (pericolo di ferirsi).

1. Esercitatevi a praticare dei tagli dritti, circolari e ricurvi utilizzando una cesoia a mano. Iniziate col tracciare una lamiera di 1 mm di spessore poi ritagliatela.

2. Prendete confidenza con altri attrezzi di taglio usati nella vostra officina. Per il loro utilizzo e le precauzioni da prendere, consultate le rispettive istruzioni o chiedete al vostro formatore.

Eseguite dei tagli di prova con questi diversi attrezzi.

Test di lettura

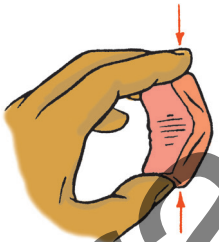
Teoria

Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

Basi delle piegature

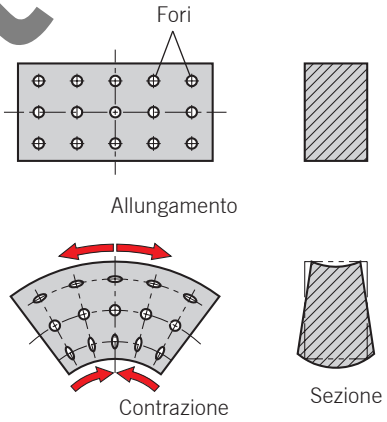
La piegatura è un procedimento di sagomatura. La documentazione tecnica parla frequentemente di sagomatura mediante piegatura. Quest'operazione consiste nel deformare plasticamente dei corpi.

1. Tenete una gomma tra il pollice e l'indice nel senso della lunghezza e piegatela leggermente. Esaminate la gomma con attenzione. Che cos'è cambiato? Annotate le vostre osservazioni.

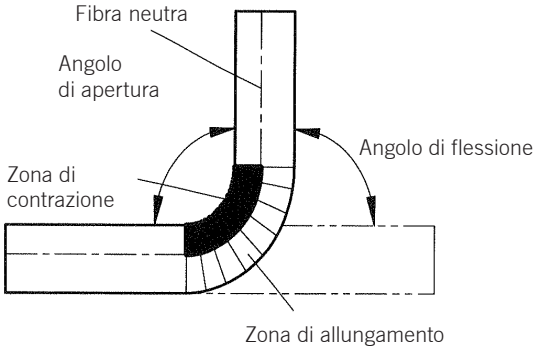


Che cosa succede su un pezzo?

Come avete osservato sulla gomma, le fibre interne del pezzo sono state compresse mentre le fibre esterne sono state tese.
La fibra neutra, che non é stata né compressa né tesa, si sposta dal centro all'interno del pezzo. Più il raggio di curvatura è piccolo, più la fibra neutra si allontana dal centro. L'effetto di compressione è minore rispetto all'effetto di trazione.



Come avete potuto facilmente constatare sulla gomma, la sezione del pezzo è stata modificata. Nella zona allungata, sottoposta alla trazione, la sezione si ritrae mentre nella zona di contrazione, la materia viene respinta verso l'esterno e la sezione aumenta.



Piegatura a freddo e a caldo

Durante la piegatura a freddo, la struttura della materia viene appena modificata. Nella zona di contrazione, la resistenza della materia aumenta e la sua duttilità diminuisce. Questo processo si chiama incrudimento a freddo.

Durante la piegatura a caldo, la struttura della materia non cambia. Prima dell'operazione, la materia viene portata alla temperatura di fucinatura che, per l'acciaio non legato, raggiunge circa i 1000 °C.

Test di lettura

Teoria

Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

La piegatura a freddo è più razionale della piegatura a caldo, poiché necessita di meno energia. Ecco perché bisognerebbe preferirla. Tuttavia, l'utilizzo della piegatura a freddo è limitato dalla forza da applicare che, sulle macchine manuali, può essere già raggiunta con uno spessore di materia relativamente ridotto.

Raggio di curvatura

Il raggio di curvatura si misura **all'interno** del pezzo piegato.



Più il raggio di curvatura è piccolo, più il rischio di formazione di screpolature è elevato. Ecco perché i raggi di curvatura limite devono essere rispettati. Questi dipendono dai seguenti fattori:
– duttilità della materia;
– spessore della materia;
– senso di laminazione della materia (in particolare per l'alluminio e le sue leghe);
– procedimento di piegatura (a freddo o a caldo).

Le lamiere e i profilati piatti **fino a 2 mm** di spessore possono essere **piegati a freddo su uno spigolo vivo**. Nonostante l'utilizzo di uno spigolo vivo, occorre rispettare i raggi minimi di curvatura. Valori di riferimento:

Materia	Raggio min. di piegatura
Rame	0,25 × spessore della lamiera
Ottone	0,40 × spessore della lamiera
Acciaio	0,50 × spessore della lamiera
Alluminio e sue leghe	2,50 × spessore della lamiera

Per la **piegatura a freddo** delle lamiere e dei profilati piatti **di oltre 2 mm** di spessore, i valori di riferimento sono i seguenti:

Materia	Raggio min. di piegatura
Rame	1,5 × spessore della lamiera
Ottone	2,5 × spessore della lamiera
Acciaio	1,0 × spessore della lamiera
Alluminio e sue leghe	2,0 × spessore della lamiera

Per la **piegatura a caldo,** indipendentemente dalla materia, il raggio di piegatura può essere scelto teoricamente piccolo quanto si vuole, poiché la struttura della materia rimane praticamente immutata. Tuttavia, nella pratica, si utilizza solo raramente un raggio di curvatura inferiore a **0,5 volte lo spessore.**

2. Piegate a freddo due lamiere di acciaio e due lamiere di alluminio di rispettivamente 1 mm e 6 mm di spessore.
Quali lamiere potete piegare con uno spigolo vivo e quali sono i raggi di piegatura minimi corrispondenti?

Test di lettura

Teoria

Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

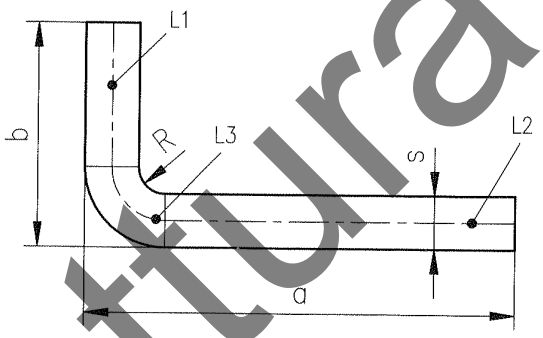
Lunghezze sviluppate

La lunghezza sviluppata corrisponde alla lunghezza di un pezzo che deve essere preparato prima della piegatura.

La lunghezza sviluppata delle lamiere e dei profilati piatti dipende da diversi fattori, tra cui la natura del materiale e le sue proprietà, lo spessore, il raggio di curvatura, ecc. La determinazione esatta di questa lunghezza è di conseguenza difficile. Per le lamiere e i profilati di alcuni millimetri di spessore, questa lunghezza può essere determinata per approssimazione, calcolando la **lunghezza della fibra neutra.**

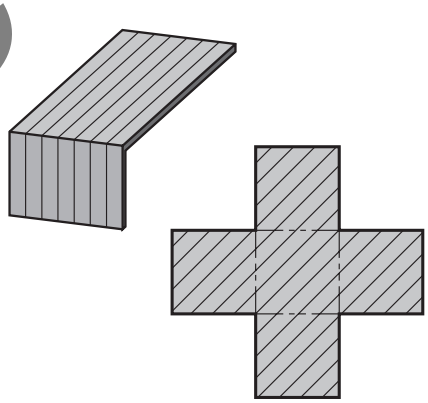
Procedura:
Suddividete il pezzo da piegare in sezioni, determinate la lunghezza di ciascun pezzo e fate la somma.

Ad esempio:
$L_1 = b - (R + s)$
$L_2 = a - (R + s)$
$L_3 = \pi/4 \times (2R + s)$



Senso di laminazione

Fate attenzione a piegare sempre un pezzo trasversalmente rispetto al proprio senso di laminazione. Una piegatura nella direzione parallela potrebbe provocare delle fessurazioni.

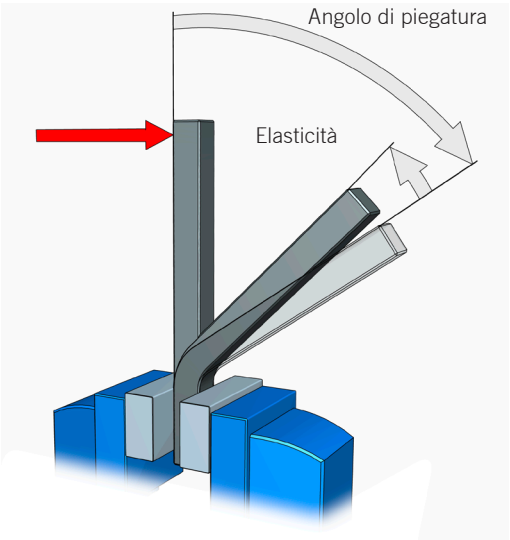


Se il pezzo deve essere piegato in due direzioni, tagliatelo in modo che il senso di laminazione sia inferiore a 45°.

Elasticità

Durante la piegatura, noterete rapidamente che il materiale tende a ritornare indietro con elasticità. Dovete quindi piegarla ad un angolo superiore per ottenere l'angolo desiderato.

Maggiore è l'elasticità del materiale maggiore dovrà essere il raggio di curvatura. Se non fosse il casi il materiale tenderà a riacquistare la posizione iniziale, questo grazie all'effetto molla.



Test di lettura

Teoria

Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

Piegatura di prodotti piatti

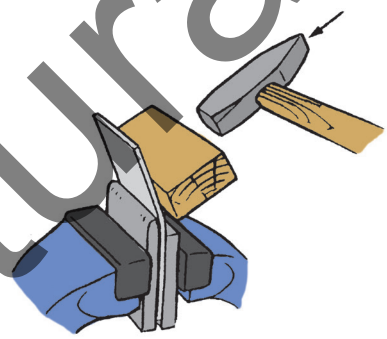
Meccanicamente, la lamiera e i profilati piatti, sono piegati su una macchina o una pressa per piegare (chiamata anche piegatrice). Grazie al controllo numerico, questi due tipi di macchine possono essere usati per la fabbricazione in serie. Dotati di strumenti multifunzione, le presse per piegare a controllo numerico si prestano alla fabbricazione di componenti complessi.

Piegatura libera

La piegatura senza macchina né attrezzi speciali viene chiamata piegatura libera.

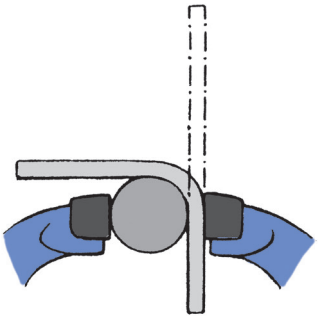
Il pezzo viene serrato nella morsa e piegato servendosi di un martello.

Esercitate sempre la forza di piegatura il più vicino possibile alla linea di piegatura, altrimenti il pezzo non si piegherà nel punto desiderato.

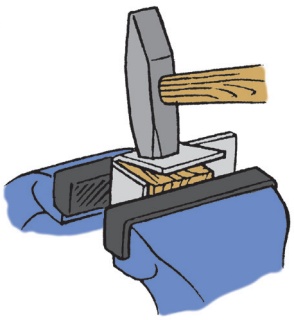


Spesso conviene posizionare un blocchetto in legno contro la morsa per proteggere la superficie del componente e distribuire i colpi su una superficie estesa.

Per ottenere il raggio di curvatura desiderato, usate una morsa adeguata, una lastra o un asse.



Per piegare dei componenti a forma di Z o di U, dovete preparare una guida in metallo, in plastica o in legno.



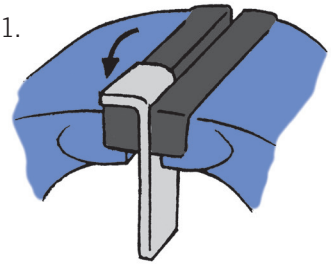
Test di lettura

Teoria

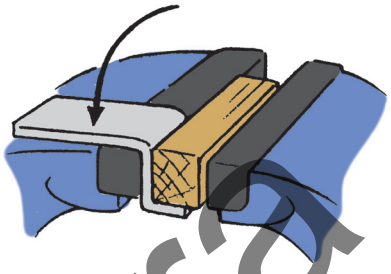
Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

Ad esempio:
piegatura di una brida

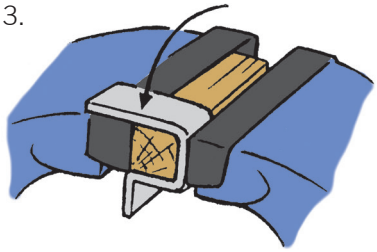
1.



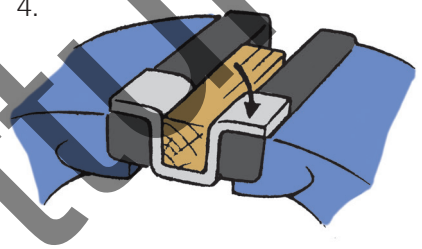
2.



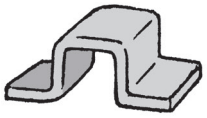
3.



4.

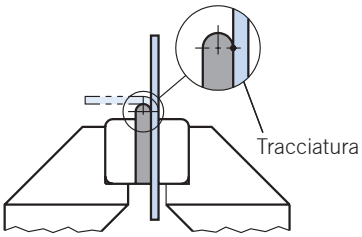


Brida terminata



Tracciatura

Tracciate l'inizio del raggio di piegatura sul lato interno. Serrate il componente con la morsa prendendo come riferimento questo segno.



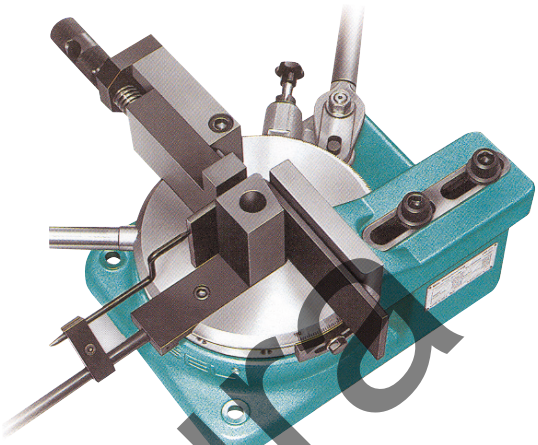
Test di lettura

Teoria

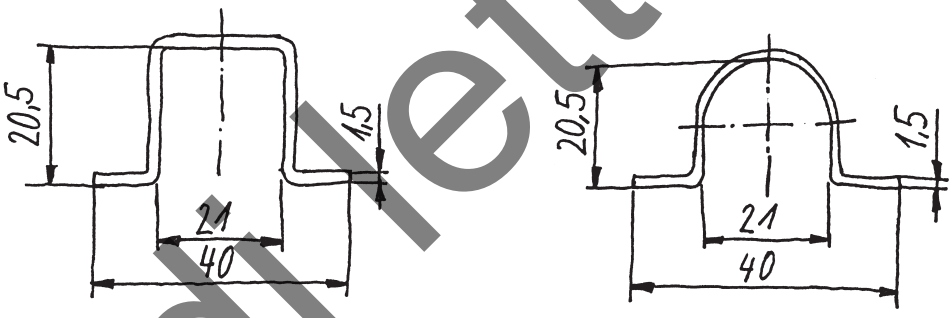
Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

Apparecchio per piegare

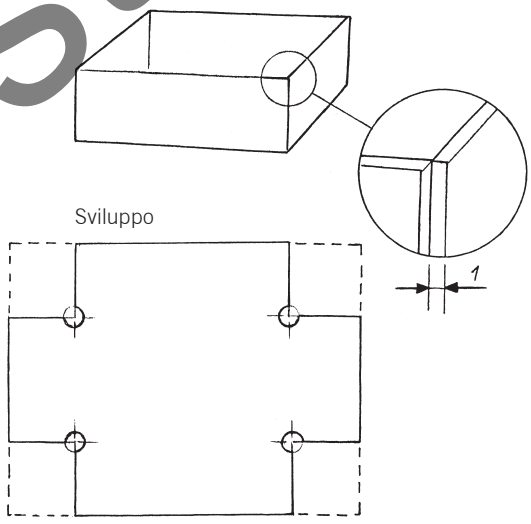
Gli apparecchi per piegare sono spesso usati per la piegatura di profili piatti.



3. Piegate, in lamiera d'acciaio, due collari di fissaggio per un tubo d'acqua di ½".



4. Fabbricate una scatoletta utilizzando della lamiera di 1 mm di spessore. Adattatene le dimensioni in funzione dell'utilizzo di tale scatoletta, per riporvi ad esempio matite, viti o altri piccoli oggetti.



Inoltre, potrete anche brasare o saldare i lati della scatoletta per chiuderli.

Testo di lettura

Teoria — Taglio, **piegatura,** raddrizzatura

Centinatura di tubi

Raggio minimo di curvatura

Il raggio minimo di curvatura *(r)* dei tubi è tre volte il loro diametro esterno *(d)*.

$r = 3 \times d$

Lunghezza sviluppata

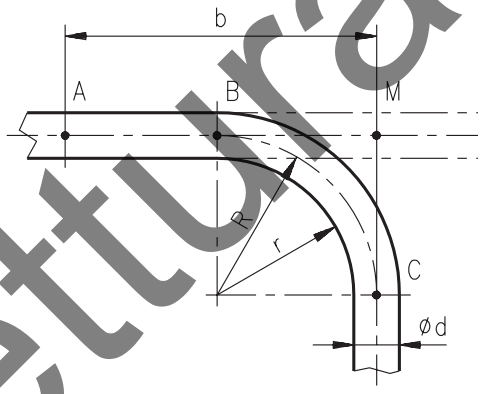
Nei tubi, la fibra neutra non è praticamente spostata rispetto al centro. Ecco perché potete calcolare la lunghezza sviluppata del tubo *c* a partire dalla lunghezza della fibra neutra.

c = lunghezza dell'arco *BC*
$R = r + {}^{d}/_{2}$

$$c = \frac{2\pi R \times 90°}{360°} = \frac{2\pi R}{4}$$

con $\pi = 3$, si ottiene:

$c \approx 1{,}5 \times R$



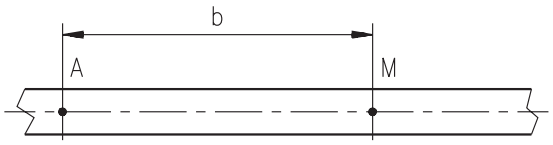
L'imprecisione di piegatura è leggermente superiore alla differenza tra il valore esatto di π e l'approssimazione di $\pi = 3$.

Per trovare la lunghezza sviluppata di un arco α qualsiasi, dividete la lunghezza sviluppata dell'arco di 90° per 90 e moltiplicate il risultato per l'angolo α.

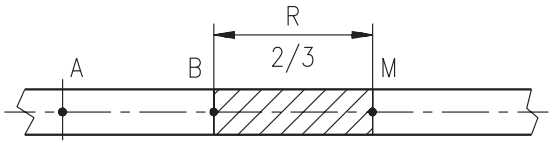
Tracciatura dell'arco

La tracciatura dell'arco si effettua secondo il metodo «due terzi - un terzo».

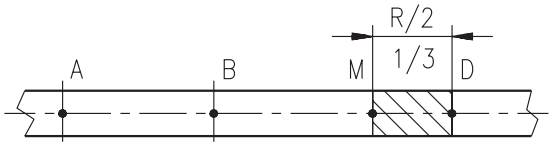
1. A partire dal punto *A* noto, riportate la quota *b* (punto *M*, punto di intersezione degli assi prolungati).



2. A partire dal punto *M*, riportate il raggio R ($^{2}/_{3}$ della lunghezza di piegatura) verso la parte posteriore.



3. Ora, riportate la metà del raggio *R* dall'altro lato rispetto al punto *M* ($^{1}/_{3}$ della lunghezza di piegatura).



Adesso, conoscete l'inizio (*B*) e la fine (*D*) dell'arco.

La sicurezza sul lavoro

- **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
- **Non tracciate mai i componenti in alluminio (rischio di rottura), bensì fate dei segni con una matita o un pennarello!**
- **Attenzione: i componenti possono distendersi improvvisamente (effetto molla)!**

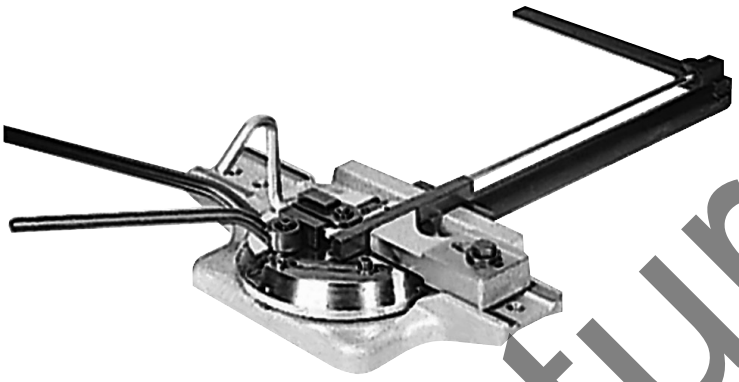
Test di lettura

SWISSMEM

Teoria — Taglio, piegatura, raddrizzatura

Centinatrice per tubi

La centinatrice è l'attrezzo più efficace per centinare i tubi. L'eccellente trascinamento del tubo durante l'operazione evita i piatti sull'arco. Dovete adattare gli inserti di centinatura al diametro del tubo.



Centinatura libera

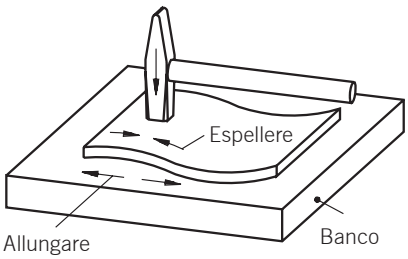
I tubi possono essere centinati con la morsa. Si corre tuttavia il rischio di schiacciamento. Per una maggiore stabilità, si consiglia di riempire il tubo con della sabbia di quarzo e di otturarne le estremità con dei tappi. Allo stesso modo, una lunga molla elicoidale inserita nel tubo permette di evitare schiacciamenti durante la piegatura. I tubi in acciaio trafilato o laminato possono essere centinati fino a circa 12 mm senza essere riempiti. Con i tubi saldati, fate attenzione che il cordone di saldatura si trovi nella zona neutra dove non è soggetto a sollecitazioni.

Raddrizzatura

Durante il trasporto, uno stoccaggio errato o il loro trattamento, le barre, i profilati, le lastre o le lamiere possono subire delle deformazioni. Occorre raddrizzarli per eliminare le deformazioni indesiderate.

Raddrizzatura con piegatura

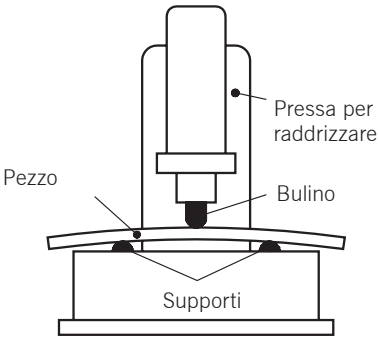
Quest'operazione consiste nel deformare il componente con colpi di martello o mediante pressione (pressa).



I componenti piccoli possono essere raddrizzati con il martello su un piano.

A volte è sufficiente stringere i profilati piatti o i tubi in una morsa per raddrizzarli.

I profilati, le lastre o i tubi di maggiori dimensioni possono essere raddrizzati con una pressa.



Altri processi di raddrizzatura

La raddrizzatura con la pressa, la rullatrice, la raddrizzatura termica e per allungamento rappresentano altri processi di raddrizzatura.

Se questi temi vi interessano, consultate la documentazione tecnica.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Taglio, piegatura, raddrizzatura

Domande di verifica

1. Tagliando della carta, constatate che questa non si taglia ma si attorciglia attorno alle lame. Perché?

Il gioco del taglio è troppo grande e le lame delle cesoie sono usurate.

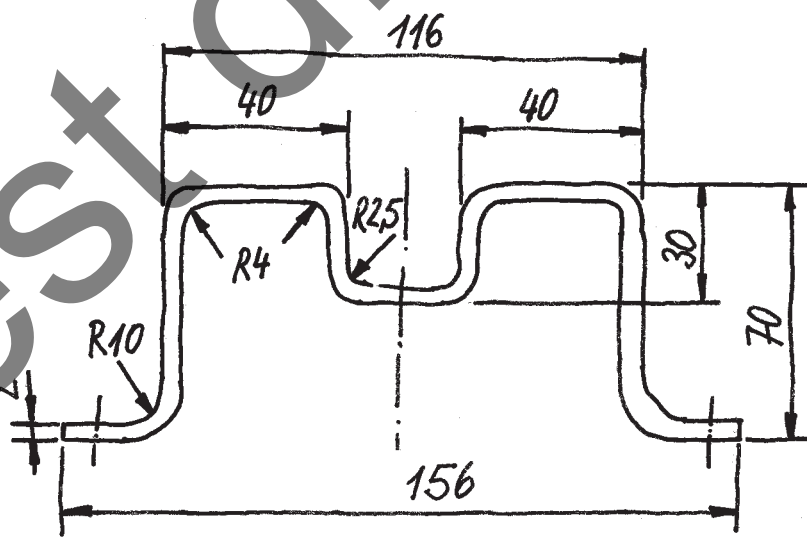
2. Fino a quale spessore si può tagliare una lamiera con una cesoia a mano?

Fino a 1,5 mm

3. Che cos'è la fibra neutra?

È la fibra mediana, non è sottoposta ad alcuna sollecitazione, ad esempio durante la piegatura, ⇒ né a sforzi di trazione, né a sforzi di compressione

4. Questo schizzo vi è stato mandato dal capo ufficio riparazioni, dove lavorate in questo momento, accompagnato dal seguente messaggio: «Per un centro di lavorazione, ho bisogno urgentemente di quattro supporti di questo tipo per fissare dei tubi d'aria compressa. Tagliate la lamiera di 2 mm di spessore e di circa 30 mm di larghezza poi piegatela. Non appena avete terminato, chiamatemi sul cercapersone».
A quale lunghezza dovete tagliare il componente?



Test di lettura

Attività Trapani

– Spiegare le possibilità di utilizzo dei trapani
– Individuare i componenti e gli accessori del trapano e le loro funzioni
– Fare manutenzione al trapano

Domande di base

1. Citate i principali settori di utilizzo di un trapano a mano.

Officine, cantieri, montaggio, hobby

2. Quali sono i vantaggi di un trapano da banco rispetto ad un trapano a mano?

Migliore rendimento, foratura più precisa (diametri dei fori), migliore guida della macchina, possibilità di eseguire fori più grandi

3. Perché, sui trapani, si può scegliere la frequenza di rotazione?

La frequenza di rotazione dipende dai seguenti fattori:
materiale del componente da lavorare, materiale della punta (es. HSS o HM), diametro del foro

4. Spiegate perché la cura, la manutenzione e la pulizia di un mezzo di produzione di proprietà dell'azienda, come ad esempio un trapano, sono importanti.

Il mezzo di produzione funzionerà più a lungo, la sua durata sarà prolungata, prevenzione degli incidenti, miglioramento della precisione dei lavori

Test di lettura

Teoria

Trapani

Trapani

Esistono diversi tipi di trapani. La scelta dello strumento ottimale dipende dalla dimensione del foro da eseguire, nonché dalla forma e del materiale del componente da lavorare.

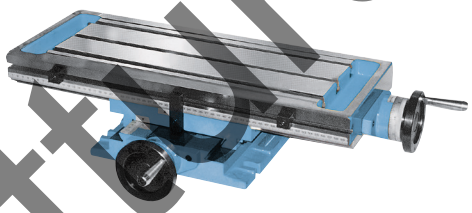
I trapani si distinguono principalmente per le seguenti caratteristiche:
– Regolazione della velocità:
  - variatore a cinghia;
  - regolazione continua;
  - regolazione continua con diversi cambi del ingranaggio.

– Anticipo manuale o automatico

– Direzione di rotazione del mandrino:
  - rotazione a destra;
  - rotazione a destra e a sinistra;
  - inversione automatica del senso di marcia (per la filettatura)

– Con o senza bancale a coordinate

– Controllo numerico:
  - controllo dei movimenti (spostamenti su determinati punti);
  - controllo continuo (ad es. possibilità di incidere delle lettere).



Bancale a coordinate

Tipi di trapani

Esistono diversi tipi di trapani, ad esempio:



Trapano per forature in serie



Trapano a colonna



Trapano universale



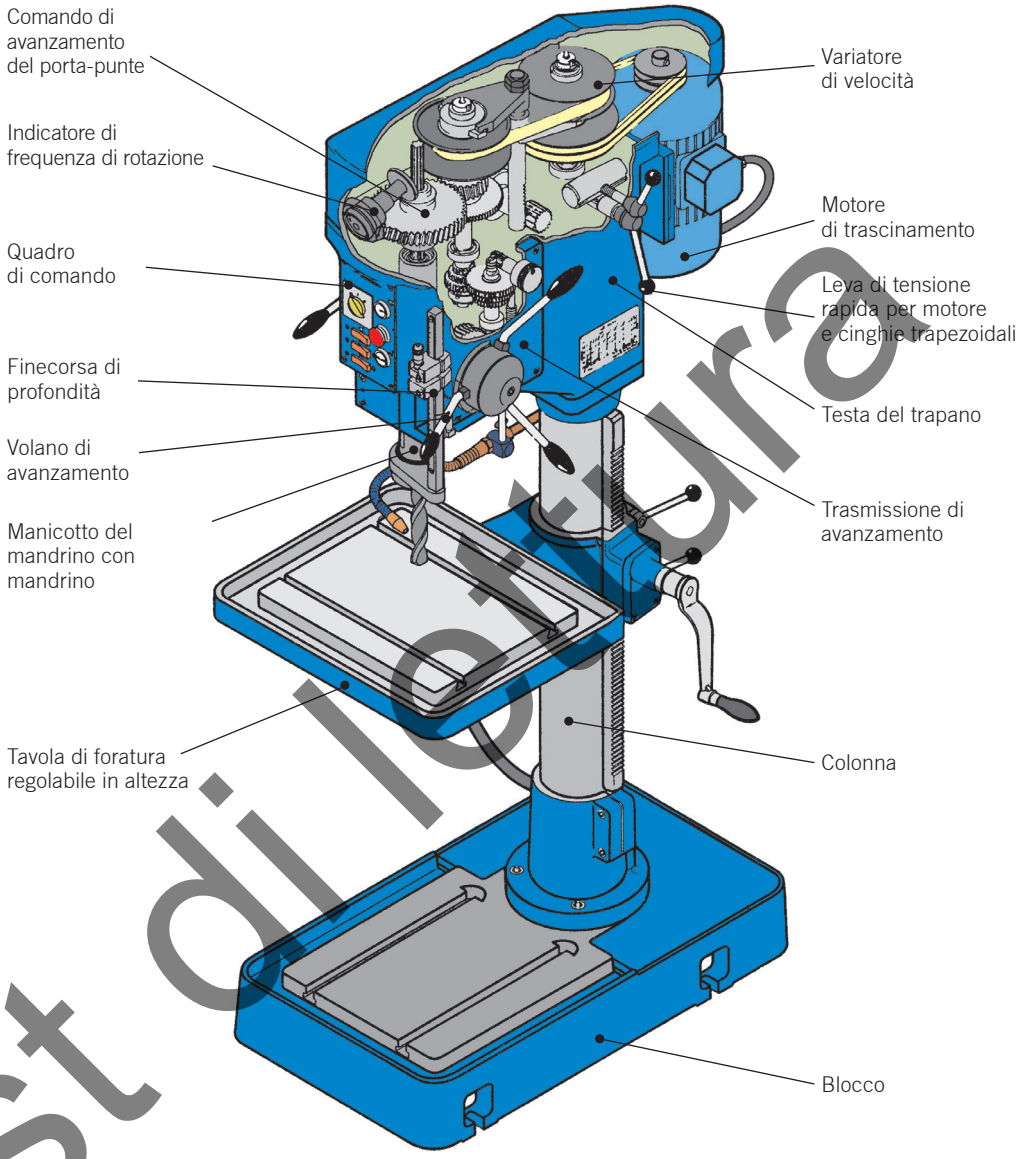
Trapano a mano

Testo di lettura

Teoria

Trapani

Trapano a colonna



Trapano a colonna

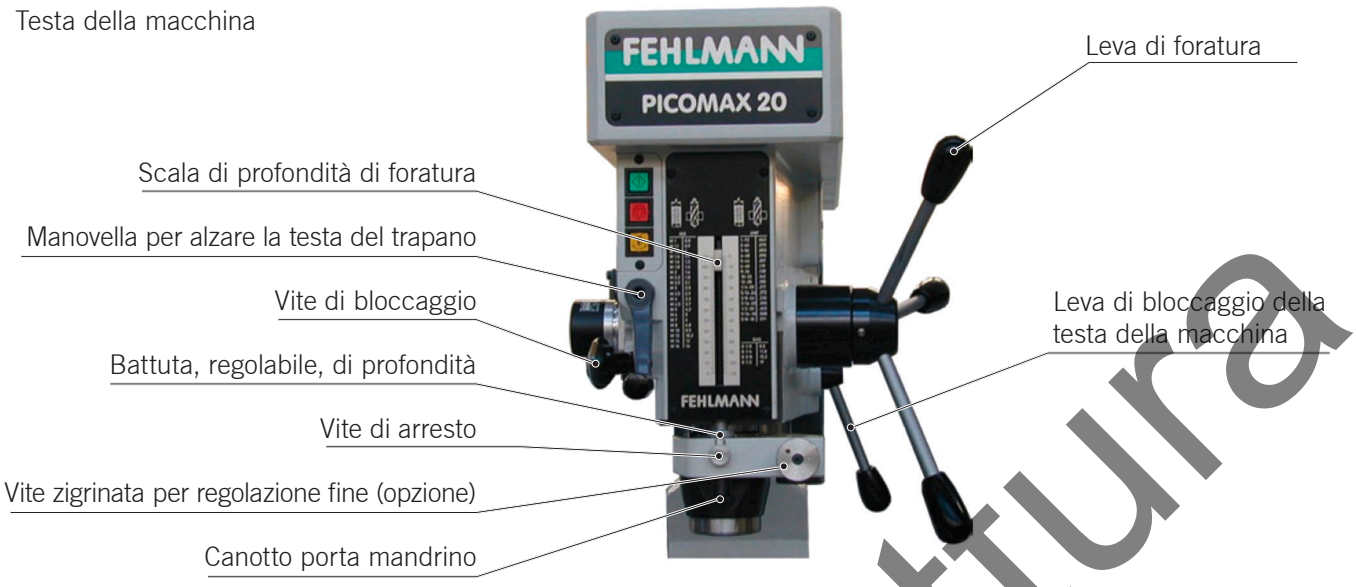
1. Suddividete i trapani dell'azienda in base al tipo di caratteristiche evocate. Annotate le vostre osservazioni nella seguente tabella.

Fabbricante, tipo:
Regolazione della velocità:
Frequenza di rotazione del mandrino:
Direzione di rotazione del mandrino:
Avanzamento:
Giravite:
Comando:

Test di lettura

Teoria Trapani

Testa della macchina



Scala di profondità di foratura:
La scala di profondità di foratura serve a regolare la profondità di foratura in maniera precisa. Vi sono indicati anche i diametri del foro pilota delle diverse lavorazioni di filettatura.

Manovella per alzare la testa del trapano per regolazione dell'altezza:
Dopo la liberazione della leva di bloccaggio, la manovella permette di regolare l'altezza della testa della macchina.

Vite di bloccaggio:
L'impugnatura a stella permette di bloccare l'attrezzo nella posizione desiderata.

Battuta, regolabile, di profondità:
Il mandrino di profondità permette di regolare esattamente la profondità di foratura. È dotata di un nonio (1 segno graduato = 0,1 mm).

Vite di arresto:
La vite di arresto permette di bloccare la profondità di foratura regolata.

Canotto porta mandrino:
La profondità di foratura viene regolata ruotando la canotto porta mandrino.

Leva di foratura:
La leva di foratura permette di spostare verticalmente il canotto dove sono alloggiati gli utensili, questo permette di spostarsi in direzione del componente da lavorare.

Leva di bloccaggio della testa della macchina:
La leva di bloccaggio permette di bloccare la testa della macchina sulla colonna.

Test di lettura

Teoria Trapani

Cura e manutenzione dei trapani

La manutenzione e la cura includono tutte le misure volte a ridurre l'usura dei componenti. Grazie ad una manutenzione e una cura regolari, la durata di vita delle macchine può essere prolungata e gli eventuali guasti individuati per tempo. La manutenzione consiste principalmente nel pulire, lubrificare e controllare il funzionamento.
I lavori di manutenzione devono essere eseguiti ad intervalli di tempo regolari.

Pulizia

Prima di lubrificarle e di controllarle, le macchine devono essere liberate da qualsiasi residuo di materiale e depositi del liquido di raffreddamento:
– pulite i residuo con una spazzola, un pennello o un aspiratore per metalli. Non usate l'aria compressa.
– potete pulire i depositi dei residui di olio o di liquido refrigerante utilizzando uno straccio. Se questi depositi sono asciutti, umidificate lo straccio con acqua fresca. Non usate prodotti detergenti che potrebbero interferire chimicamente con il liquido refrigerante e decomporlo.

Lubrificazione e controllo

Questi lavori devono essere eseguiti rispettando il **piano di manutenzione** del fabbricante della macchina. Questo piano descrive gli intervalli di manutenzione e fornisce delle informazioni sui lavori da eseguire.

Test di lettura

Teoria Trapani

Esempio di un piano di manutenzione

Punto di manutenzione	Frequenza	Intervallo	Lavori da eseguire
Dispositivi di sicurezza	Mensile	B	Controllare il funzionamento del pulsante di arresto di emergenza
	Mensile	B	Silenziosità di funzionamento del mandrino
Sicurezza dei dati	Dopo ogni modif.	D	Controllare la configurazione
	Settimanale	A	Controllare i programmi CN
Testa della macchina	Settimanale	A	Lubrificare nei punti di ingrassaggio
Trascinamento con nastro	Annuale	C	Controllo della tensione del nastro
Convertitore di frequenza	–	D	Convertitore di frequenza (vedere manuale dell'apparecchio)
Tavola delle coordinate	Mensile	B	Controllare la guida della coda di rondine e i dispositivi di protezione, ev. pulire
	Mensile	B	Lubrificare la guida della coda di rondine
Centralina di comando del ventilatore	Mensile	B	Controllare il filtro, ev. pulire con aria compressa
	Annuale	C	Sostituire il filtro
Serbatoio del liquido di raffreddamento	Settimanale	A	Controllare il livello del liquido di raffreddamento, ev. rabboccare/sostituire
Liquido di raffreddamento	Settimanale	A	Controllare la concentrazione
	Settimanale	A	Controllare il valore pH
	Settimanale	A	Controllare il tenore di germi
Parti esposte	Settimanale	A	Pulire le parti esposte e trattarle con olio anticorrosione

Test di lettura

Le **istruzioni** forniscono dei consigli e delle spiegazioni sullo svolgimento di questi lavori. Vi troverete anche una tabella dei prodotti lubrificanti consigliati. Al posto dei lubrificanti indicati, potete anche usarne degli altri, a condizione che le loro caratteristiche tecniche (ad esempio, viscosità, resistenza all'invecchiamento) corrispondano alle raccomandazioni del fabbricante.

Teoria

Trapani

Manutenzione dei liquidi refrigeranti

Durante i lavori di manutenzione, accertatevi che né l'olio né i solventi si mescolino con i liquidi refrigeranti. Infatti, le proprietà lubrificanti e di raffreddamento dei lubrorefrigeranti sarebbero ridotte. Potrebbero comunque formarsi batteri o funghi. Utilizzando emulsioni come liquido refrigeranti, bisogna verificatene periodicamente la concentrazione di olio. Una concentrazione troppo bassa può provocare la corrosione delle macchine.

I lubrificanti e i liquidi di raffreddamento sono prodotti inquinanti per l'ambiente. Non devono di conseguenza essere smaltiti nel terreno, negli scarichi o in una sede di depurazione normale. Solo le imprese specializzate, dietro autorizzazione, sono abilitate a smaltire questi prodotti. Molte di queste sostanze possono essere riciclate. Devono essere raccolte separatamente.

Raccolta di:
– lubrificanti
– liquidi di raffreddamento
– solventi



Smaltimento



Il vostro contributo alla tutela dell'ambiente:
– mantenete bene il liquido refrigerante: durerà di più e le quantità da smaltire saranno inferiori;
– fate attenzione alle perdite di olio sulle macchine. Chiudete ermeticamente le perdite;
– non usate quantità eccessive di detergenti o lubrificanti;
– raccogliete separatamente i prodotti di lubrificazione, i liquidi di raffreddamento e i solventi esausti.

1. Informatevi per sapere dove si trovano, all'interno della vostra azienda, i punti di raccolta dei diversi prodotti.

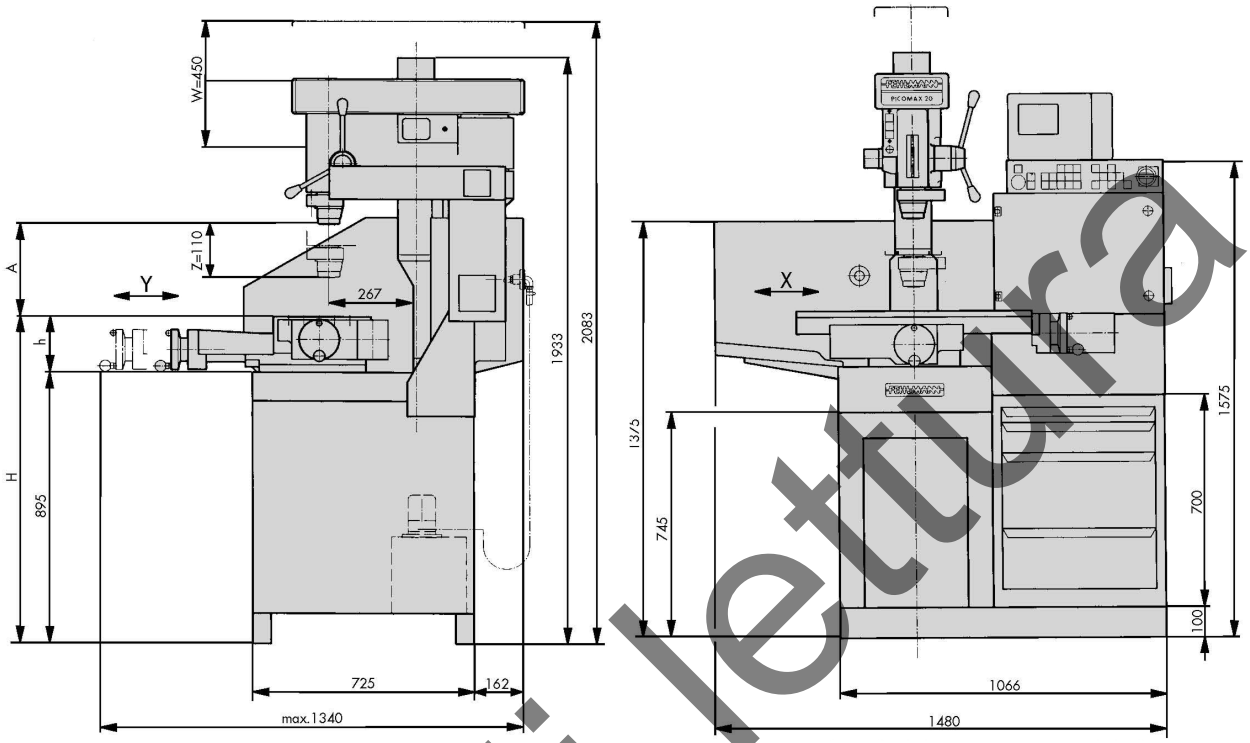
2. Effettuate la manutenzione settimanale del trapano con coscienza:
– fatela rispettando il piano di manutenzione del fabbricante o il piano di manutenzione interno all'azienda;
– prima di fare il pieno d'olio o di cambiare l'olio, informatevi allo scopo di utilizzare i prodotti adeguati;
– smaltite l'olio e i liquidi refrigeranti rispettando le direttive in vigore.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze — Trapani

Domande di verifica

1. Spiegate i dati della scheda tecnica segnati in rosso:



Mandrino di lavorazione

Regolazione dell'altezza della testa porta-mandrino W	450mm
Corsa del mandrino Z	110mm
Potenza di trascinamento	2,9kW
Coppia massima	40Nm
Campo della velocità a regolazione progressiva	50 - 6300 min^{-1}

Sistema di cambio di utensile SF 32

Precisione di ripetizione del cambio di utensile	0,002 mm
Tempo di cambio (manuale)	env. 3 s

Velocità di avanzamento su P 20-M

Assi X/Y	1 - 2000 mm/min

Prestazioni (acciaio N/mm2)

Capacità di fresatura	25 cm3/min
Capacità di foratura	ø 20 mm
Capacità di filettatura	M 16

Generalità

Peso della macchina	env. 850 kg
Potenza allacciata totale	4 kW
Tensione di esercizio	3 x 400 V 50 Hz
Fusibili rete, azione ritardata	16 A

Scelta dei tavoli	**Tavolo di foratura**
Spostamento longitudinale X	--
Spostamento trasversale Y	--
Superficie di serraggio X/Y	400 x 375 mm
Distanza tavolo-naso mandrino A	150 - 600 mm
Altezza dal suolo H	1015 mm
Altezza del tavolo h	105 mm
Carico massimo sul tavolo	250 kg
Scanalature a T, larghezza	12 H8
distanza / numero	50/7

2. Quali sono le indicazioni che deve includere un piano di manutenzione?

– Indicazioni sui lavori di manutenzione (dove, cosa)

– Indicazioni sugli intervalli di manutenzione (quando)

– Indicazioni sui prodotti necessari (quali, dove, quantità)

Test di lettura

SWISSMEM

Attività — Bloccaggio degli attrezzi e dei componenti

– Elencare, scegliere e usare gli attrezzi e i mezzi di bloccaggio di un trapano
– Elencare, scegliere e usare gli attrezzi e i mezzi di bloccaggio dei componenti

Domande di base

1. Che cosa si intende per mezzi di bloccaggio per punte e componenti?

Punte: mandrini, pinze di bloccaggio, coni morse

Componenti: morse, staffe di fissaggio, tavole di fissaggio magnetico

2. Perché le punte devono essere montate correttamente nei trapani?

La punta deve girare concentrica all'asse di rotazione. migliore stabilità durante la foratura, non c'è pericolo che la punte si danneggia, esecuzione corretta della lavorazione

3. Perché i componenti devono assolutamente essere bloccati e fissati?

Pericolo di incidenti! Occorre fissare i componenti in modo che non riescano a spostarsi verticalmente o lateralmente e che non si mettano in rotazione. Pericolo di rovinare il componente

Test di lettura

Teoria — Bloccaggio degli attrezzi e dei componenti

Bloccaggio degli attrezzi

Mandrino a bloccaggio rapido:
secondo la forma del codolo della punta, questa verrà bloccata nel mandrino o direttamente inserita nel perno.

Verranno bloccate nel mandrino solo le punte il cui codolo è in buone condizioni.
Il mandrino deve essere bloccato soltanto manualmente o, se necessario, con le chiavi appositamente fornite. La punta deve essere posizionata in fondo al mandrino.

Esistono diversi mandrini a bloccaggio rapido con campi di bloccaggio diversi (ad es. da ø 0 a 10; da ø 1 a 13).
Tutti i mandrini non sono appropriati per una rotazione verso sinistra o verso destra.



Mandrino a bloccaggio rapido

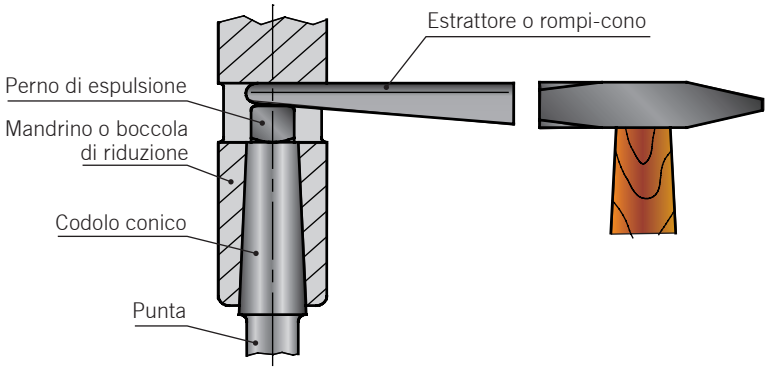
1. Perché non bisogna usare delle punte il cui codolo è danneggiato?

Le punte danneggiate non girano sull'asse di rotazione, risulteranno fori imprecisi

Installazione della punta nel mandrino:
La boccola conica e il cono devono essere puliti.
Le punte munite di codolo conico sono adattate al mandrino grazie ad una boccola di riduzione.
Per l'espulsione della punta, usare soltanto un estrattore.



Boccola di riduzione



Test di lettura

Teoria

Bloccaggio degli attrezzi e dei componenti

Bloccaggio della punta in una pinza di bloccaggio:
le pinze di bloccaggio permettono di bloccare la punta in maniera rapida, sicura e perfettamente centrata. Sono inoltre adatte alle alte velocità di rotazione.
La zona di bloccaggio di una pinza di bloccaggio è molto ridotta. Ciò significa che occorre avere pinze di bloccaggio di diverso diametro.

Mandrino per pinza di bloccaggio



Pinza di bloccaggio

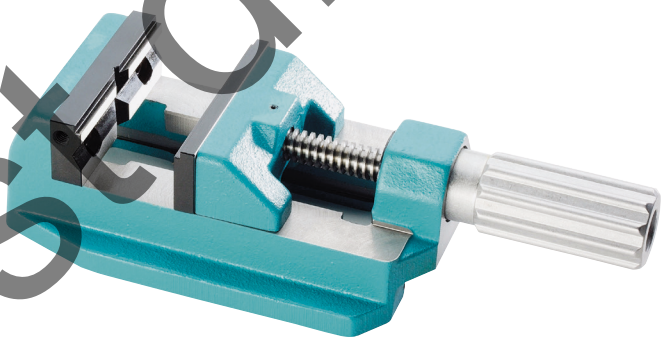


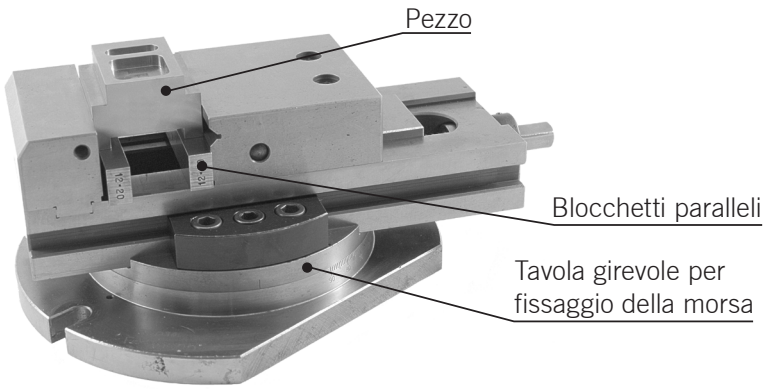
Bloccaggio dei componenti

Si tratta di fissare bene i componenti contro qualsiasi spostamento laterale e verticale. Il modo per fissare e bloccare un componente dipende dalla sua dimensione e dalla sua forma.

Durante la foratura i pezzi devono essere sempre bloccati correttamente.

La **morsa con chiusura manuale** è usata per bloccare piccoli componenti.



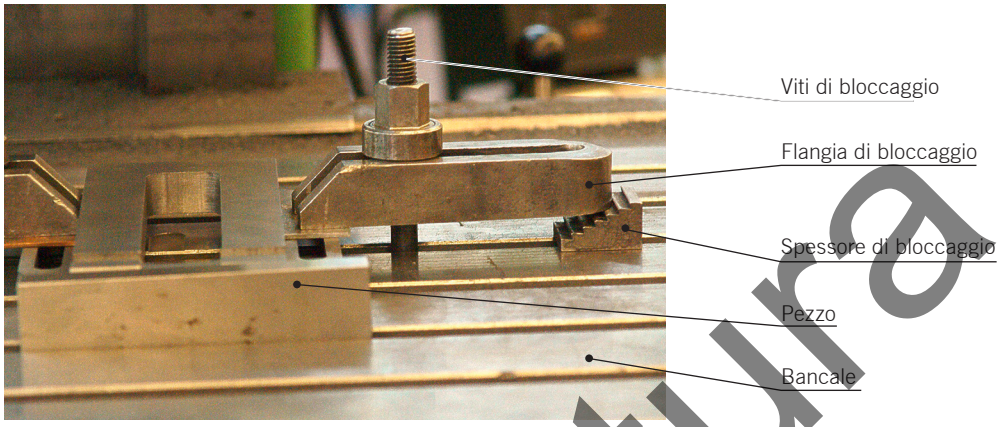


Testo di lettura

Teoria

Bloccaggio degli attrezzi e dei componenti

Fissate i componenti più grandi direttamente sulla tavola servendovi di **staffe di fissaggio**.



Accertatevi che:
– le **superfici di appoggio siano sempre pulite** (ad esempio tavolo, ganasce per morsa, blocchetti paralleli);
– uno **spazio di disimpegno della punta sia disponibile**. Ciò significa che la punta non deve penetrare nella tavola, nelle guide della morsa o nei blocchetti quando fuoriesce dal componente.

2. Fatevi mostrare dal vostro formatore/dalla vostra formatrice come bloccare la morsa per la foratura.

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Bloccaggio degli attrezzi e dei componenti

Domande di verifica

1. Che cos'è un cono Morse?

È il codolo del bloccaggio troncoconico normalizzato della punta

2. Che cosa significa l'abbreviazione MK2?

Dimensione normalizzata del codolo conico MK2 (cono Morse dimensione 2)

3. Bloccando la punta nel mandrino, vi accorgete che il codolo della punta è troppo piccolo. Come vi comportate?

Utilizzo una boccola di riduzione che permette di compensare gli errori di misura.

4. Qual è il punto principale da osservare durante il bloccaggio dei componenti?

Il componente deve essere fissato con forza ma non deformato.

5. Quali sono le esigenze per un dispositivo di bloccaggio?

Precisione, manipolazione semplice e sicura, polivalenza, componenti facili da cambiare, l'elemento non deve essere deformato dal dispositivo

6. Che cos'è un prisma di bloccaggio?

Un prisma di bloccaggio permette di bloccare dei componenti cilindrici, ad esempio, per praticarvi dei fori passanti.

Test di lettura

Appunti

Test di lettura

Attività — Foratura, lamatura, alesatura

– Forare, svasare e alesare dei fori di passaggio e dei fori ciechi

Domande di base

1. Citate i motivi per cui si differenziano le punte in funzione del materiale da lavorare.

2. Citate le proprietà che devono avere i materiali con i quali vengono fabbricate le punte.

Grande durezza a caldo, elevata resistenza all'usura, grande tenacità e resistenza alla flessione, grande resistenza ai cambiamenti di temperatura.

3. Spiegate a cosa serve una lamatura (sedi).

Da sbavare, da preparare l'inserimento della testa della vite, per poter meglio "impegnare" l'attrezzo in caso di ulteriori lavorazioni

4. Cosa si intende dicendo alesatura?

È un processo di lavorazione con asportazione di truciolo che consente di ottenere dei fori precisi e a raggiungere una finitura di superficie di alta qualità

Test di lettura

Teoria

Foratura, lamatura, alesatura

Foratura

La foratura è un processo di lavorazione con asportazione di materiale che consiste nel praticare dei fori, generalmente cilindrici ma anche di altre forme, per mezzo di una punta. Per fare ciò, si usano delle punte elicoidali, delle punte, dei maschi e degli alesatori.
Il tipo di punta elicoidale usata viene definito dalla materia da lavorare, che può essere tenera, dura o tenace.

Attrezzi di foratura e lamatura

Punta elicoidale (tipo N)
Foratura di fori passanti e di fori ciechi.



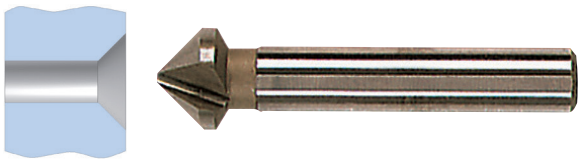
Punta multidiametro
Permette di forare e di contro-forare in un'unica operazione. Esiste sia per fori cilindrici che per fori conici.



Fresa a perno
Permette di eseguire delle lamature, di solito a 180° e a 90°, o delle svasature. Il perno guida la fresa nel foro esistente. Esistono delle frese a perno con perno fisso, girevole o mobile.



Fresa conica a forma di C
Disponibile con angolo da 60° e da 90°. Permette di eseguire delle sbavature profonde, chiamate svasature.



Test di lettura

SWISSMEM

Teoria

Foratura, lamatura, alesatura

Allargatore
Permette di alesare (ingrandire) i fori esistenti. I suoi tre taglienti possiedono una geometria di forma più precisa e un migliore stato della superficie.
Si usa principalmente dopo la foratura e prima dell'alesatura.



Punta per centrare 60°
Permette di fare un punto centrale per guidare la punta di foratura o centrare gli elementi ruotati.



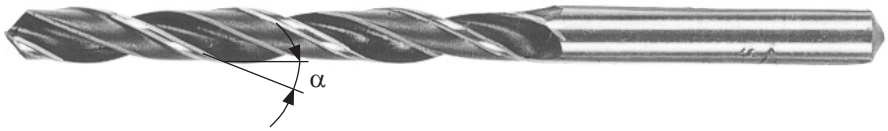
Punta per centrare CN
Punti di centraggio per foratura. Disponibile con angolo di punta da 90° e 120°. Permette di ottenere una posizione di foratura precisa.
Caratteristiche: codolo corto e cilindrico, quindi molto stabile.



In generale si distinguono tre tipi di punte elicoidali:
il tipo N, il tipo W e il tipo H

Punta elicoidale

Punta elicoidale tipo N
Adatta per i materiali di durezza normale (lavorazione normale). Angolo di taglio α da 16° a 30°.
Impiego: foratura di acciaio, ghisa, ecc. ⇒ vasta area di utilizzo.



Punta elicoidale tipo W
Adatta per i materiali teneri. Angolo di taglio α da 35° a 40°.
Impiego: foratura di alluminio, rame, materie plastiche, legno.



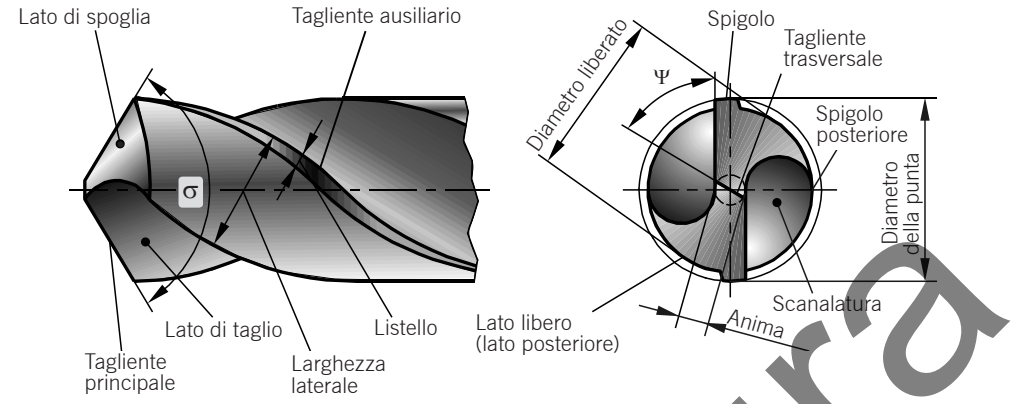
Punta elicoidale tipo H
Adatta per i materiali duri e tenaci. Angolo di taglio α da 10° a 15°.
Impiego: foratura di acciaio resistente, ottone, bronzo.



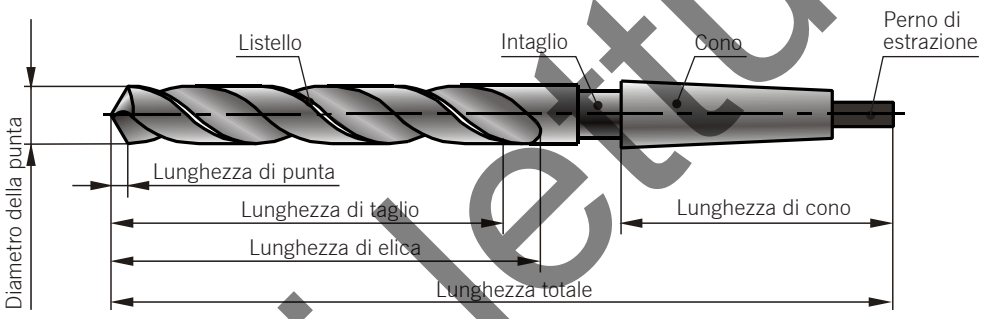
Test di lettura

Teoria — Foratura, lamatura, alesatura, maschiatura

Geometrie

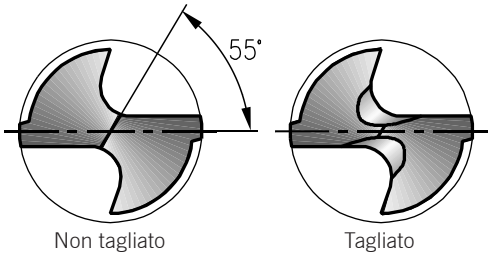


σ = angolo di punta
Ψ = angolo di taglio trasversale



Tagliente trasversale

Il tagliente trasversale non è un vero e proprio tagliente. Non taglia la materia, bensì si limita a raschiare. Esercita una forte resistenza all'avanzamento. Per ridurre questa resistenza, è possibile ridurre il tagliente trasversale.

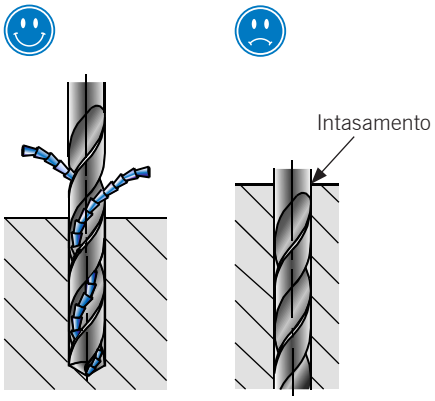


Il tagliente trasversale permette di verificare facilmente se gli angoli di spoglia sono giusti. Se necessario, il tagliente deve essere diritto mentre il suo angolo deve essere di 55°.

Per poter eseguire dei fori più grandi di 16 mm senza forza eccessiva, si consiglia di fare un foro pilota. In altre parole, si inizia ad eseguire un foro più piccolo. Verificate che il **diametro del primo foro sia almeno grande quanto la larghezza del tagliente trasversale** della punta successiva. I fori con diametro molto grande devono essere eseguiti in più volte.

Scanalature

Grazie al movimento rotante della punta, i trucioli vengono mandati nelle scanalature. **Durante le forature profonde, accertatevi che le scanalature non scompaiano all'interno del foro. Altrimenti il truciolo non riuscirebbe più ad uscire, le scanalature si riempirebbero e la punta si bloccherebbe e romperebbe.** Per i fori profondi, usate soltanto delle punte lunghe o extralunghe. Per evitare l'intasamento, fate fuoriuscire la punta dal foro, in modo da rompere il truciolo e permettergli di uscire.



Test di lettura

Teoria

Foratura, lamatura, alesatura, maschiatura

La sicurezza sul lavoro



- **Bloccare sempre correttamente i componenti! Fissarli contro la torsione.**
- **Durante l'utilizzo dei trapani, indossate sempre gli occhiali di protezione!**
- **Non frenare mai il mandrino con le mani!**
- **Attendere l'arresto totale della macchina prima di eseguire delle misurazioni o di eliminare il truciolo!**
- **Non rimuovere lo sfrido con le mani (rischio di tagliarsi)! Usate un pennello o una spazzola.**
- **Attenzione ai capelli lunghi o agli abiti che potrebbero impigliarsi nella punta. Indossate abiti abbastanza aderenti e se avete i capelli lunghi, indossate una retina per capelli!**
- **Lavorate l'ottone soltanto con le punte adatte!**

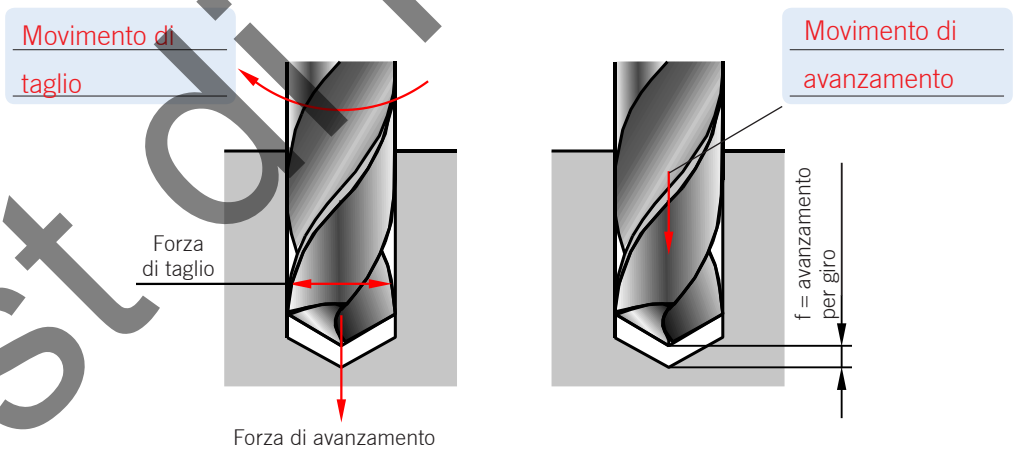


Processo di foratura



La punta a doppio tagliente esegue un movimento rotante. Questo movimento viene chiamato **movimento di taglio**.

Per eliminare il truciolo, la punta compie un movimento assiale. Questo movimento viene chiamato **movimento di avanzamento**.



Per combinare in modo ottimale, dal punto di vista della qualità (rispetto delle quote, stato superficie), della formazione del truciolo, del tempo di lavoro (o più semplicemente la resistenza della punta in termini di durata) e del tempo di lavorazione, devono essere determinati i seguenti parametri tecnici:
- velocità di taglio;
- avanzamento;
- materia di taglio;
- lubrificante refrigerante.

Test di lettura

Teoria

Foratura, lamatura, alesatura

Velocità di taglio e frequenza di rotazione durante la foratura

Calcolo della velocità di taglio v_C

L'importanza del movimento di taglio viene indicata dalla velocità di taglio in m/min. La velocità di taglio di una punta corrisponde alla velocità periferica di un punto situato nel diametro più grande del tagliente. Corrisponde alla velocità circolare (velocità del diametro orbitale). La velocità di taglio viene calcolata con la seguente formula:

$$v_C = d \cdot \pi \cdot n$$

dove

v_C = velocità in m/min
d = diametro della punta in mm
n = frequenza di rotazione 1/min

se il diametro della punta è indicato in millimetri (mm), la formula è quindi:

$$v_C = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_C in m/min
d in mm
n in 1/min

La velocità di taglio dipende dai seguenti fattori:
– il materiale del pezzo;
– il materiale della punta;

Se la velocità di taglio è troppo bassa, il tempo di lavorazione aumenta e il vantaggio si riduce.
Se la velocità di taglio è troppo elevata, l'affilatura della punta si riduce rapidamente e questa dovrà essere nuovamente affilata.

Velocità di taglio durante le forature con punta HSS
HSS = High Speed Steel (acciaio rapido)

Materia	**Velocità di taglio** in m/min
Resistenza alla trazione media (700 N/mm^2)	20 … 30
Resistenza alla trazione elevata (900 N/mm^2)	15 … 20
Ghisa	16 … 25
Alluminio e leghe di alluminio	35 … 60
Ottone fragile Ottone tenace	50 … 100 30 … 80
Materie plastiche (termoplasti)	20 … 300

I valori massimi della velocità di taglio sopra indicati possono essere raggiunti soltanto se vengono assicurati raffreddamento e lubrificazione. Oltre alla stabilita della macchina e tenuta del pezzo.

Test di lettura

Teoria

Foratura, lamatura, alesatura

Calcolo della velocità di rotazione *n*

La frequenza di rotazione di un trapano viene calcolata in base ad una determinata velocità di taglio e al diametro della punta:

:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

n in 1/min
v_c in m/min
d in mm

Se la frequenza di rotazione calcolata non è disponibile nel trapano, si utilizzerà quindi la frequenza di rotazione direttamente inferiore.

Lubrificanti refrigeranti per la foratura

I lubrificanti refrigeranti servono a raffreddare la punta e il componente ma anche a diminuire, per effetto del lubrificante, la resistenza all'attrito, permettendo così di ridurre la forza necessaria alla lavorazione. Serve inoltre ad evacquare i trucioli.

Avanzamento

Si chiama avanzamento il movimento assiale effettuato dalla punta durante la foratura. Di solito, il movimento di avanzamento viene impresso a mano con la leva di avanzamento. L'avanzamento automatico viene usato soprattutto sui trapani fissi di grandi dimensioni. Una carica eccessiva rischia di rompere le punte piccole.

L'avanzamento viene indicato in millimetri per giro. Dipende dal materiale di taglio, dal componente e dal diametro di foratura.

Nella documentazione tecnica o nei cataloghi dei fabbricanti si trovano valori indicativi.

1. Indicate i lubrificanti refrigeranti appropriati per i materiali menzionati nella tabella.

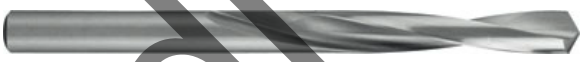
Materia	Lubrificante refrigerante
Acciaio, alluminio, rame	Emulsione di boro (acqua e olio di boro)
Leghe di rame-zinco (ottone)	Emulsione di boro e petrolio
Ghisa di ferro, leghe di magnesio	A secco (aria compressa)
Materiali sintetici e compressi Plastomeri (termoplasti) Duromeri (duroplasti)	Acqua (acqua saponata) A secco (aria compressa)

Test di lettura

SWISSMEM

Esercizio — Foratura, lamatura, alesatura

2. Dovete fare **un foro passante per una vite M6** in una lastra di ottone (tenace) di 8 mm di spessore.
Elaborate un piano di lavoro, scegliete gli attrezzi e determinate i parametri di taglio.
Disponete dei seguenti attrezzi.

N°		
	Diametro della punta 6 mm	
1		Tipo W
2		Tipo N
3		Tipo H
	Diametro della punta 6,3 mm	
4		Tipo W
5		Tipo N
6		Tipo H
	Diametro della punta 6,6 mm	
7		Tipo W
8		Tipo N
9		Tipo H

Tipo di punta, numero	Velocità di taglio	Frequenza di rotazione
Tipo H, Nr. 9	50 m/min	2412 1/min

Test di lettura

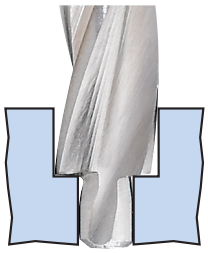
SWISSMEM

Teoria — Foratura, **lamatura,** alesatura

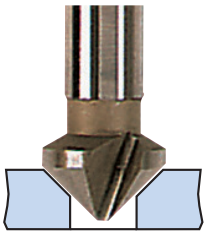
Lamatura

La lamatura è una lavorazione con asportazione di truciolo grazie alla quale si creano delle incassature per teste di vite che non devono fuoriuscire dal componente. In questo caso il foro è già esistente. Le dimensioni delle accecature e degli attrezzi corrispondenti sono standard. Fate riferimento agli estratti di norme corrispondenti in vigore. In funzione del foro esistente, si usano diversi attrezzi come, ad esempio:

Fresa a perno 180°

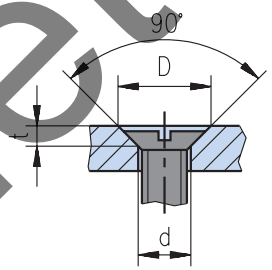


Fresa conica a 90° (svasatore)



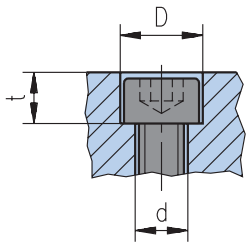
1. Calcolate, servendovi dei fogli di norme, le quote mancanti dell'incassatura per una vite a testa conica 90°, M6:

D = 12,6 … 12,85 mm
d = 6,6 mm (media)
t = 3,13 mm



2. Determinate, servendovi dell'estratto di norme in vigore, le quote mancanti del foro cilindrico per una vite a testa cilindrica M10 senza rondella:

D = 18 mm
d = 11 mm
t = 10 + 0,6 mm



Per evitare qualsiasi tipo di vibrazione, bisogna sbavare, rispettivamente lamare, ad una velocità di taglio di circa 8 - 12 m/min (inferiore a quella di foratura) e un notevole avanzamento (superiore a quello di foratura).

Processo di lamatura e sicurezza sul lavoro

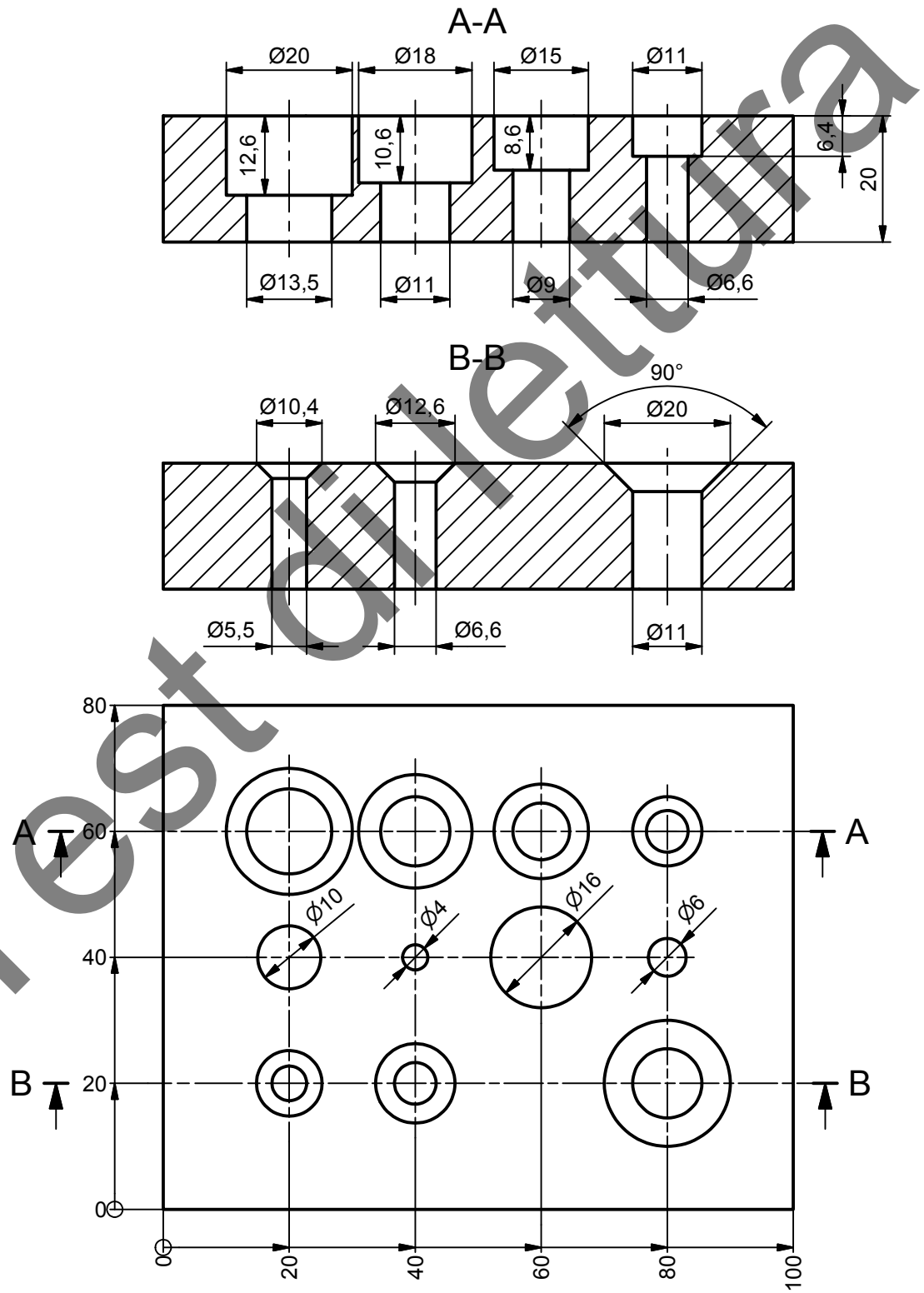
- **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
- **Controllare l'affilatura della fresa!**
- **Bloccare il componente correttamente!**
- **Scegliere la velocità di taglio (frequenza di rotazione) appropriata!**
- **Procedere ad angolo retto rispetto all'asse onde evitare di ottenere una lamatura mal arrotondata e obliqua!**
- **Rimuovere spesso la fresa dal componente ed eliminare i trucioli.**
- **Rispettare le profondità di lamatura standard (fine corsa di profondità).**

Test di lettura

Esercizio

Foratura, **lamatura,** alesatura

3. Fabbricate il componente sotto illustrato o fate uno schizzo di un componente simile all'esempio fornito. Per quel che riguarda le dimensioni, fate riferimento alle tabelle delle norme in vigore.
Verificate il vostro componente e stabilite un protocollo di misura.



Testgrundlage

Teoria — Foratura, lamatura, **alesatura**

Alesatura

L'alesatura è un processo di lavorazione con asportazione di truciolo per la finitura dei fori. L'alesatura permette di ottenere dei fori di elevata precisione geometrica e dimensionale con un eccellente stato superficiale.

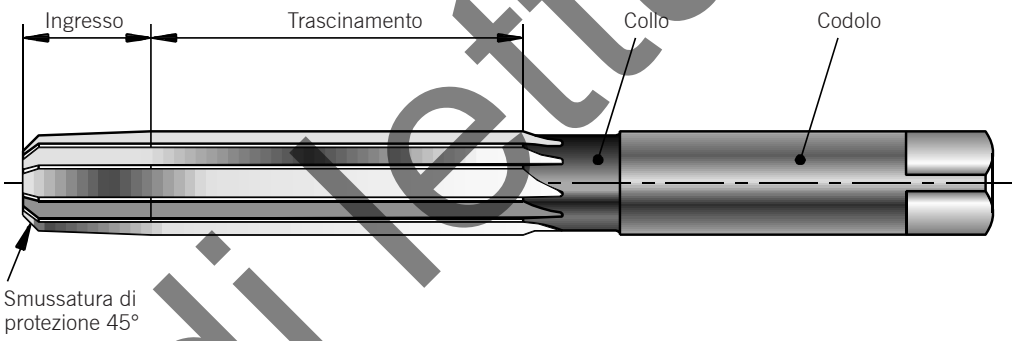
Si alesano ad esempio: gusci di cuscinetti, fori di spine, fori di trascinamento, fori nei quali si innesta un albero, ecc.

Le alesature vengono effettuate con degli attrezzi speciali chiamati alesatori.

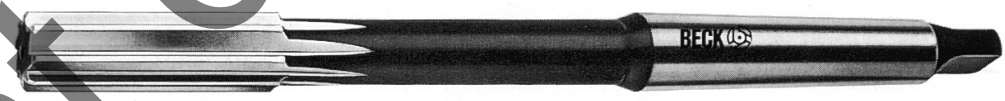
Alesatori

Le alesature possono essere realizzate a mano con alesatori manuali o a macchina con alesatori macchina. Gli alesatori manuali si riconoscono dal loro quadro di trascinamento. Inoltre, per migliorarne il trascinamento, gli alesatori manuali possiedono una lunga sede di ingresso e un codolo più lungo rispetto agli alesatori macchina.

Alesatore manuale a denti dritti

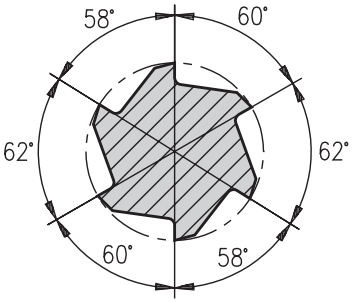


Alesatore a macchina con codolo conico



Il lavoro di taglio viene eseguito dall'ingresso. La parte di trascinamento non è cilindrica, ma si accorcia leggermente di qualche millesimo o centesimo di millimetro verso il codolo. Per determinare con precisione il diametro di un alesatore, prendete la misura nel punto di transizione tra l'ingresso e il trascinamento. Per facilitare la misura del diametro, la maggior parte degli alesatori possiede un numero pari di denti.

Il passo dei denti degli alesatori è irregolare, il che consente di evitare le vibrazioni e il tremolio dell'attrezzo durante l'alesatura.



Gli alesatori vengono fabbricati in acciaio rapido (HSS), con taglienti riportati in metallo duro o completamente in metallo duro (VHM).

Test di lettura

Teoria — Foratura, lamatura, **alesatura**

Alesatori a denti dritti
Esistono degli alesatori a denti dritti manuali o a macchina. Sono più facili da affilare rispetto agli alesatori a denti elicoidali. Questi attrezzi non devono essere usati per eseguire alesature con scanalature longitudinali, ad esempio con ingressi di chiavetta. Gli spigoli delle scanalature longitudinali provocano degli urti sui denti che rischiano di rompersi. L'alesatore a denti dritti è specialmente adatto alla lavorazione degli acciai con resistenza alla trazione superiore a 700 N/mm^2 e di materiali fragili che formano truciolo corto, nonché per all'alesatura di fori ciechi di lunghezza ridotta.



Alesatori a denti elicoidali
Esistono degli alesatori a denti elicoidali manuali o a macchina. In linea generale, l'angolo di elica è pari a circa 7° a sinistra, il che significa che il truciolo viene eliminato nella direzione di lavorazione. Ecco perché questi alesatori permettono soltanto di lavorare fori passanti. Sono più cari da affilare rispetto agli alesatori a denti dritti e vengono usati principalmente per lavorare degli acciai inferiori a 700 N/mm^2 e dei materiali che formano truciolo lungo. **Le alesature con scanalatura longitudinale devono essere lavorate con alesatori a denti elicoidali.**



Per alesare dei fori ciechi più lunghi, si hanno anche alesatori a denti tagliati a destra (il truciolo viene eliminato nel senso opposto a quello del taglio).

Alesatori espansibili
Il diametro degli alesatori espansibili è regolabile (in un intervallo molto ridotto) con una vite di espansione. L'intervallo di regolazione corrisponde approssimativamente al centesimo del diametro nominale.



Vite di espansione

Alesatore espansibile a mano



Alesatore a macchina espansibile

Alesatori rifilatori
Questi alesatori vengono usati soltanto a macchina. L'angolo di elica è pari a circa 45° a sinistra. Grazie al suo taglio particolare, questo tipo di alesatore possiede una grande capacità di lavorazione e garantisce un eccellente stato superficiale. Possiede solo due o tre taglienti ed è quindi iin grado di togliere un elevato numero di trucioli. È particolarmente adatto per la lavorazione di metalli che formano trucioli lunghi, es. leghe di alluminio.



Alesatori conici
Alesatori di forma conica, detti anche alesatori conici o alesatori conici per fori perno hanno una torsione sinistrorsa e di norma presentano una conicità di 1:50. Al fine di garantire il contatto determinante del collegamento, nell'ingegneria meccanica i collegamenti conici pongono esigenze massime alla qualità delle superfici così come alla precisione di forma (precisione di inclinazione e di circolarità).



Alesatore conico per fori perno



Alesatore elicoidale per fori perno

Testo di lettura

Teoria — Foratura, lamatura, **alesatura**

Sequenza di lavoro

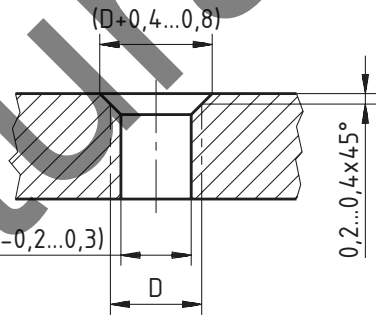
– **Foro da centro**

– **Foratura**

– **Ingrandimento con punta alesatore (elicoidale)**
Secondo il diametro da alesare, eseguite una foratura a 0,2 o 0,3 mm in meno rispetto alla quota di finitura. Le punte degli alesatori presentano di solito il diametro appropriato, ad esempio:

Diametro alesato	8 mm ⇒	diametro del preforo/ raddrizzatore	7,8 mm
Diametro alesato	12 mm ⇒	diametro del preforo/ raddrizzatore	11,75 mm
Diametro alesato	20 mm ⇒	diametro del preforo/ raddrizzatore	19,7 mm

– **Svasatura**
con attrezzo per cianfrinare a 90°, da 0,3 a 0,5 mm × 45°, rapportato alla quota nominale. Da un lato, l'alesatore sarà guidato meglio in ingresso mentre dall'altro, l'alesatura sarà già sbavata.



Quota nominale

– **Alesatura**

– **Controllo**
Verificate la precisione dell'alesatura con un calibro a tampone o con un micrometro per interni, e il suo stato superficiale ad occhio nudo.

Alesatura manuale

Centrate l'alesatore sul foro. Ruotate l'alesatore con un giramaschio esercitando una leggera pressione assiale per farlo penetrare gradualmente nel foro. Non alesate a secco, ma usate dell'olio di taglio al fine di aumentare la durata dell'alesatore e migliorare la condizione della superficie. **Non ruotate mai l'alesatore all'indietro,** anche per estrarlo dal foro dopo l'operazione, altrimenti si rovinano i denti.

Alesatura a macchina

Durante l'alesatura, è importante che l'alesatore sia perfettamente centrato rispetto al foro. Il minimo disassamento produce uno sfregamento notevole e può comportare il danneggiamento dei taglienti o la lavorazione non risulta corretta.

Forate, ingrandite, smussate e alesate il foro senza spostare il componente.

Se ciò non è possibile, allineate l'alesatore il più precisamente possibile rispetto al foro. In seguito, usate un mandrino galleggiante che permette di compensare dei leggeri disassamenti.



Mandrino galleggiante

Alesate sufficientemente in profondità. L'ingresso dell'alesatore deve in tutti i casi oltrepassare il foro.

Testo di lettura

Teoria — Foratura, lamatura, **alesatura**

Velocità di taglio

Durante l'alesatura, la velocità di taglio deve essere ridotta notevolmente rispetto alla foratura. Per gli alesatori HSS, a seconda della resistenza della materia, è pari a:

– Acciaio 6 ... 12 m/min
– Ghisa grigia 4 ... 10 m/min
– Leghe leggere 15 ... 20 m/min

1. Trovate le velocità di taglio degli alesatori di metallo duro nei cataloghi dei fabbricanti.

Acciaio:	6 ... 15 m/min
Ghisa grigia:	6 ... 12 m/min
Lega leggera:	15 ... 25 m/min

Avanzamento

Gli alesatori dovrebbero essere usati alla velocità di avanzamento massima possibile che consente di ottenere lo stato superficiale desiderato. Per gli alesatori HSS, l'avanzamento è pari, a seconda del diametro e della materia, a 0,1 - 0,8 mm/giro.

2. Per informazioni più precise sugli avanzamenti per gli alesatori di metallo duro, fate riferimento ai cataloghi dei fornitori, ad esempio:

SFS Bossard, utilis, dikart

Lubrificazione

Durante l'alesatura, una lubrificazione sufficiente dell'attrezzo con un lubrificante adeguato è d'importanza fondamentale. La lubrificazione permette di aumentare la durata di vita degli alesatori e di ottenere migliori stati superficiali.
La ghisa grigia e le materie plastiche devono essere alesate a secco.

La sicurezza sul lavoro

– **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
– **Bloccate i componenti in maniera sicura!**
– **Dopo l'utilizzo, sistemate sempre gli alesatori nei loro dispositivi di protezione (astucci, fodere di plastica o tubi)!**
– **Non fate mai ruotare un alesatore al contrario!**
– **Procedete alle misurazioni e ai controlli soltanto a macchina spenta!**

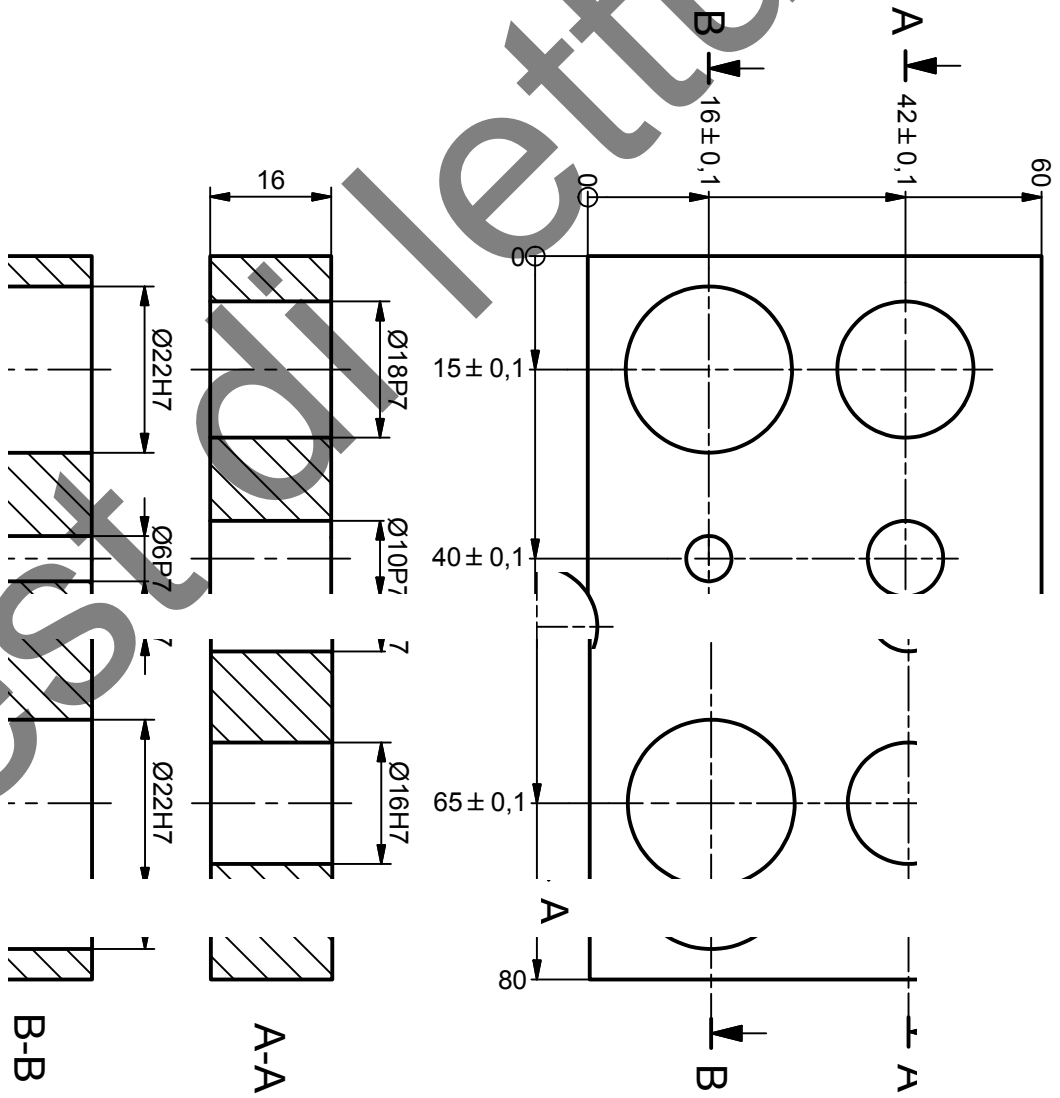
Test di lettura

Esercizio

Foratura, lamatura, **alesatura**

3. Indicate quali lubrificanti vengono usati nella vostra azienda e per alesare quali materiali.

4. Fabbricate il componente presentato di seguito o fate uno schizzo di un componente analogo e realizzatelo. Elaborate un piano di lavoro e un protocollo di misura. Controllate il diametro delle alesature e gli interassi. Usate innanzitutto un componente in acciaio, poi lavorate lo stesso componente in ghisa grigia, in ottone, in alluminio, in materia plastica con qualsiasi altra materia solitamente utilizzata nella vostra officina. Tutte le alesature: Ra 1,6.



Test di lettura

Esercizio — Foratura, lamatura, **alesatura**

5. Dovete eseguire un foro da ø 10H7 in una lastra d'acciaio di 15 mm di spessore. Elaborate un piano di lavoro, scegliete gli attrezzi e determinate i parametri di taglio. Disponete dei seguenti attrezzi qui illustrati.

N°		
	Fresa a testa conica	
1		60°
2		90°
	Punte per centrare, smussare	
3		Forma R
4		60°
5		Punta per centrare CN
	Punte elicoidali	
6		ø 9.8
7		ø 9.8
	Alesatori	
8		ø 9.5H7
9		ø 10H7
10		ø 10H8
11		ø 10H7

Operazione	Attrezzo n°	Velocità di taglio	Frequenza di rotazione
Centrare	5	40 m/min	4244 1/min
Forare	6	40 m/min	1300 1/min
Cianfrinare	2	12 m/min	232 1/min
Alesare	9 o 11	10 m/min	318 1/min

Test di lettura

Teoria

Foratura, lamatura, alesatura

La sicurezza sul lavoro



1. Trucioli, liquidi o altri rifiuti possono fuoriuscire durante la lavorazione, ecco perché è indispensabile indossare sempre gli occhiali di protezione.
2. Indossate sempre degli indumenti di sicurezza. È indispensabile fare in modo che guanti, maniche, gioielli o altri elementi non si impiglino nella macchina o nei componenti.
3. Fondamentalmente, tutte le manipolazioni nonché tutte le operazioni di regolazione e di misurazione devono essere eseguite a macchina spenta.
4. Accertatevi di aver chiuso correttamente e solidamente i componenti e gli attrezzi.
5. Non toccate un mandrino o una punta in movimento.
6. In caso di sostituzione degli attrezzi, che siano manuali o automatici, verificate sempre di aver scelto il porta-attrezzi giusto.
7. In caso di perdite di liquidi (liquido di raffreddamento, lubrificante refrigerante, grasso o olio) pulite immediatamente la sede ⇒ pericolo di scivolare.
8. Non toccate mai i trucioli con le mani. Usate un attrezzo appropriato per eliminarlo.
9. Indossate sempre dei guanti di protezione durante i lavori di pulizia.
10. Le macchine utensile presentano diversi cartelli di informazione relativi ai pericoli. Seguite tassativamente le istruzioni o le indicazioni che vi figurano.

Test di lettura

SWISSMEM

Verifica delle conoscenze

Foratura, lamatura, alesatura

Domande di verifica

1. Quali sono i movimenti generati dalla foratura?

Movimenti di taglio circolari, movimento di avanzamento rettilineo

2. Secondo quali criteri si definisce la velocità di taglio vc e in quale unità è indicata?

Secondo il tipo o il processo di foratura, in funzione del materiale da lavorare, secondo la qualità richiesta

In m/min.

3. Da quali fattori dipende l'avanzamento f ?

Dal materiale da lavorare, dal tipo e del materiale dell'utensile, dal diametro della punta, dalla profondità di foratura

4. Qual è l'angolo di punta di una punta elicoidale per l'acciaio e la ghisa?

118°

5. Di quale materiale è fatto una punta elicoidale?

HSS, HSS indotto, placchette intercambiabili, metallo duro

6. Che cosa si intende per foratura su foro pilota?

La foratura su foro pilota serve alla rifinitura dei fori pre-alesati

7. Come deve essere la velocità di taglio durante la svasatura?

È inferiore a quella usata per la foratura

Test di lettura

SWISSMEM

Verifica delle conoscenze

Foratura, lamatura, alesatura

Domande di verifica

8. Perché i fori di trascinamento devono essere svasati?

Per permettere al maschio di inserirsi meglio

9. Quale parte dell'alesatore effettua principalmente il lavoro di rimozione della materia?

L'ingresso

10. Quali sono i fattori (valori) che definiscono l'avanzamento f durante l'alesatura?

Il materiale da lavorare, il materiale dell'utensile, il diametro dell'alesatore e lo stato superficiale desiderato

11. Durante l'alesatura, qual è l'influenza degli oli di taglio sul diametro del foro?

Contribuiscono ad allargare il foro di qualche millesimo di millimetro

12. Citate i materiali per i quali non si utilizzano lubrificanti.

La ghisa grigia e le materie sintetiche

13. Gli alesatori a macchina conici hanno in principio una conicità di…

2% o 1:50

14. Quando si usano gli alesatori a denti elicoidali?

Per i fori passanti, i fori con presenti scanalature longitudinali, per le materie che formano trucioli lunghi.

15. Quali tipi di alesatori esistono?

Gli alesatori manuali, gli alesatori a macchina, gli alesatori multitaglio, gli alesatori multitaglio regolabili, gli alesatori conici

Test di lettura

SWISSMEM

Appunti

Test di lettura

Attività — Filettatura

– **Filettatura a mano**
– **Maschiare dei fori passanti e dei fori ciechi con maschio e giramaschio**

Domande di base

1. Citate alcuni tipi di filettatura conosciuti.

2. Cosa significa il concetto «passo del filetto»?

Passo *P*: la distanza percorsa da un punto durante la rotazione di un cilindro (ad esempio, una vite) corrisponde al passo P del filetto.

3. Citate le possibili cause che rendono difficile lo svitamento di una vite comportando l'applicazione di molta forza.

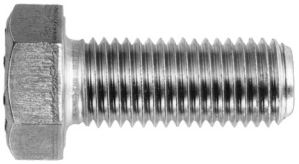
Test di lettura

Teoria — Filettatura

Filettatura

Le filettature vengono classificate in base a diversi punti di vista:
– con **filettature esterne** (vite) e **maschiatura interna** (dado).

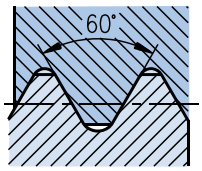
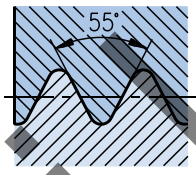
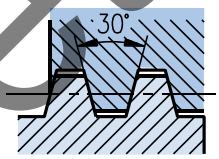
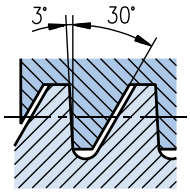
Vite
(filettatura esterna)



Dado
(maschiatura interna)



Filettatura metrica ISO normale o fine

Filettatura metrica ISO normale o fine	Filettatura di tubazioni/ Filettatura tubi di gas	Filettatura metrica ISO trapezoidale	Filettatura metrica a dente di sega
			
Impiego:			
Fabbricazione di macchine in generale, costruzione di attrezzature	Tubazioni raccordi idraulici	Morse	Pinze

– in base alla loro **funzione** (filettatura del movimento o filettatura di fissaggio)

Filettatura di movimento	Filettatura di fissaggio
	
Impiego:	
Mandrini	Accoppiamenti, trasmissioni, attacchi, costruzione metallica, fabbricazione di macchine in generale

Test di lettura

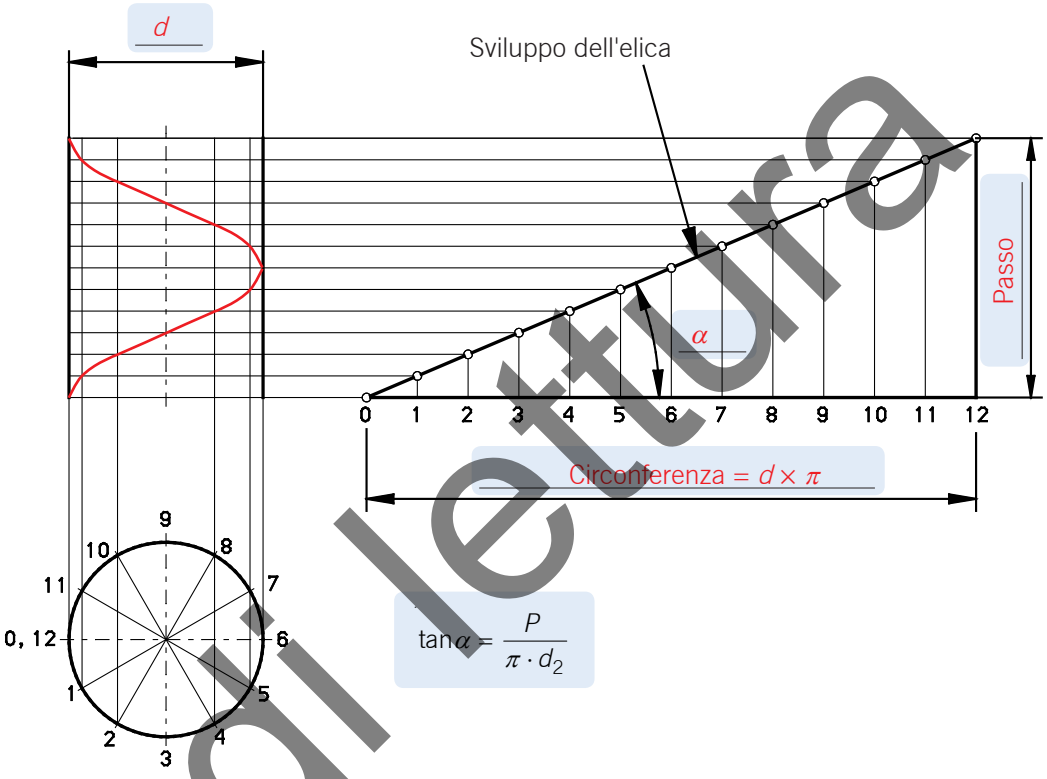
Teoria

Filettatura

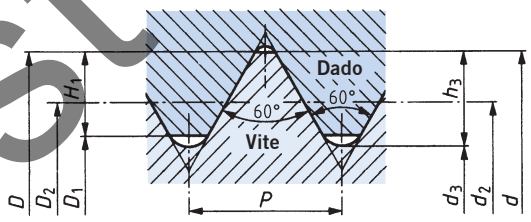
Spire

La filettatura è un intaglio elicoidale lungo un cilindro. Se si sviluppa la filettatura, diventa una linea dritta.

1. Disegnate la spira sul cilindro e completate le quote.



2. Completate la tabella.



D =	Diam. nominale dado
D_1 =	Diametro del nucleo dado
d =	Diametro nominale vite
d_3 =	Diam. del nucleo vite
d_2, D_2 =	Diametro sul fianco
h_3, H_1 =	Profondità della filettatura
P =	Passo

Spesso, sui disegni, le maschiature e le filettature sono misurate nella seguente maniera: M6, M10×1,5, G 1/8, Tr 16×4

3. Trovate il significato di queste denominazioni nella documentazione di riferimento (ad es. estratto delle norme).

M6	Filettatura metrica ISO
M10×1,5	Filettatura metrica fine ISO
G 1/8	Filettatura di tubazioni (Gas)
Tr 16×4	Filettatura trapezoidale metrica ISO

Test di lettura

SWISSMEM

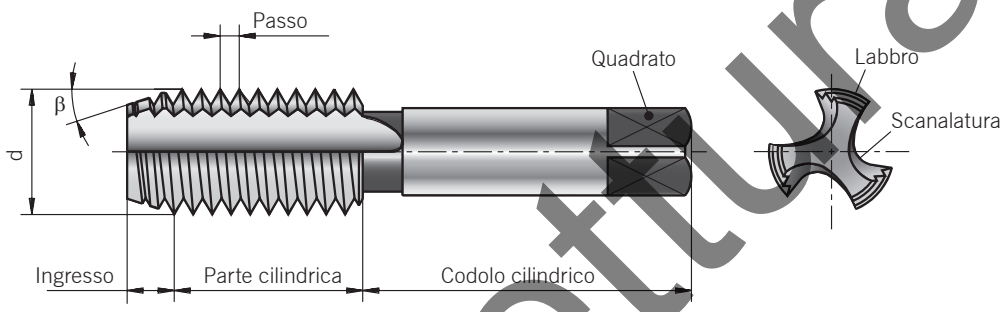
Teoria — Filettatura

Maschiatura a mano
(filettatura interna)

La maschiatura è l'operazione di lavorazione di una filettatura interna per mezzo di un maschio. La filettatura è l'operazione che consiste nel lavorare una filettatura su un tornio (o su una maschiatrice) e a lavorare manualmente una filettatura esterna mediante una filiera. Tuttavia, nelle officine, non si fa alcuna distinzione tra le diverse operazioni e di solito si parla semplicemente di filettatura.

Maschi

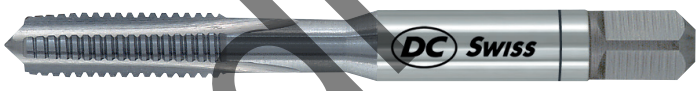
I maschi sono degli attrezzi che permettono di lavorare delle filettature interne. In sé, il maschio non è altro che una specie di vite che si avvita in un foro esistente, chiamato foro pilota. Il profilo viene generato dall'angolo di taglio delle scanalature.



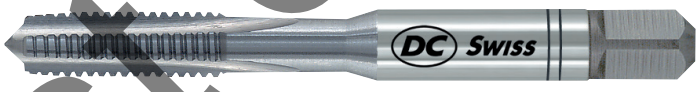
d = diametro nominale
β = angolo d'ingresso

Maschi a mano

I maschi a mano sono solitamente formati da serie di tre componenti:



Sgrossatore
(1 tacca sul codolo)



Intermedio
(2 tacche)



Rifinitore
(3 tacche o
nessuna)

Le serie per filetti fini sono composte da 2 componenti, uno sgrossatore e un rifinitore. Vengono utilizzate per filetti fini a causa della loro scarsa profondità della spira del filetto.

Maschi a macchina

Contrariamente ai maschi a mano, i maschi a macchina lavorano la filetto in un'unica passata.



I maschi elicoidali con elica a destra si prestano alla maschiatura di fori ciechi. L'elica consente di rimuovere il truciolo del foro pilota verso l'alto.



Test di lettura

Teoria

Filettatura

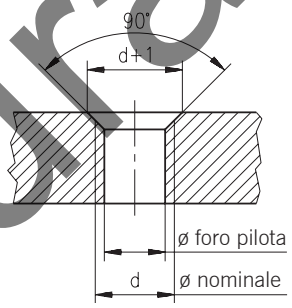
Lavorazione delle filettature interne

1. **Foratura del foro pilota**
   Per le filettature ISO metriche, il diametro del foro pilota è uguale al diametro nominale della maschiatura meno il passo.

   Esempi:
   Una maschiatura M10 ha un passo di 1,5 mm ⇒ diametro di foro pilota 8,5 mm
   Una maschiatura M12×1 ha un passo di 1 mm ⇒ diametro di foro pilota 11 mm

   In ciascuna officina, si trovano tabelle che indicano il diametro del foro pilota per le diverse maschiature.

2. **Svasatura**
   Smussate il foro pilota in ogni lato. Ciò consentirà di guidare meglio il maschio all'ingresso e la maschiatura verrà così preventivamente sbavata.



3. **Maschiatura**
   manuale.

– Applicate il maschio in un giramaschi, posizionate il maschio inserito nel giramaschi nel foro e ruotate esercitando una leggera pressione.



Giramaschio regolabile

– Lubrificate il maschio.

– Verificate di tanto in tanto la perpendicolarità del maschio utilizzando una squadra. Le piccole deviazioni angolari possono essere corrette con una leggera pressione unilaterale sul giramaschio durante la rotazione, ma mai in arresto.
Attenzione! I maschi piccoli si rompono facilmente.



– Ruotate ogni volta il giramaschio di un quarto di giro, poi indietreggiate leggermente. Quest'operazione rompe il truciolo e permette al lubrificante di raggiungere i taglienti.

– Quando la lavorazione è terminata, svitate il maschio fuori dalla maschiatura. Eliminate i trucioli dal foro filettato.

– Quindi ruotate i maschi intermedi e il rifinitore attraverso la maschiatura.

La sicurezza sul lavoro

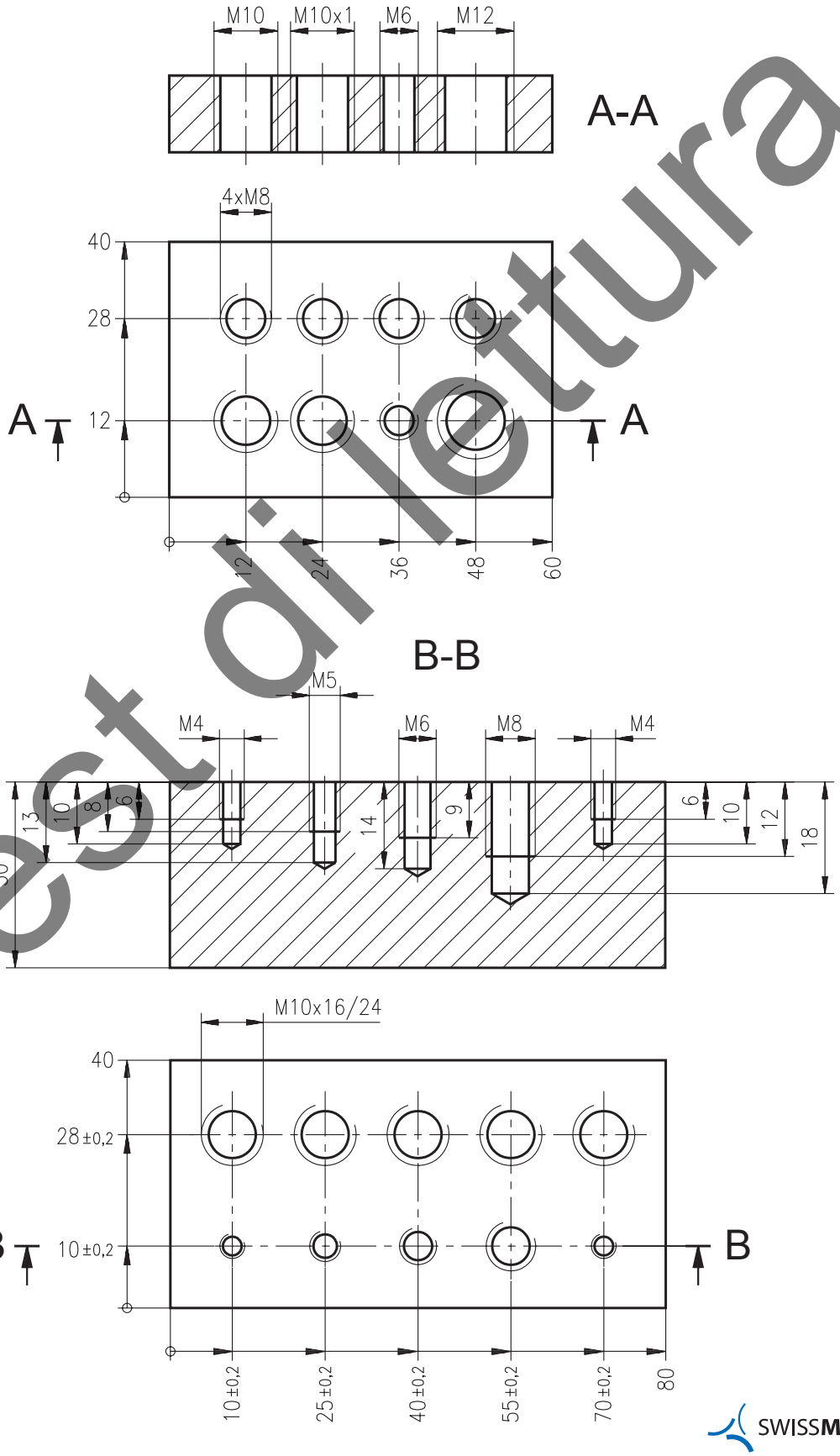
– **Indossate sempre degli occhiali di protezione!**
– **Serrate bene il componente!**
– **Fate in modo che il maschio intermedio e il rifinitore siano adeguati alla filettatura e che non intaglino quest'ultima. Non eseguite nessuna correzione d'angolo con il maschio rifinitore (rischio di rifiuto)!**
– **Eliminate i trucioli della filettatura!**
– **Lavorate soltanto con maschi ben affilati ⇒ pericolo di rottura!**
– **Pulite il maschio!**

Testo di lettura

Esercizio

Filettatura

1. Fabbricate dei componenti simili a quelli dei due esempi seguenti. Maschiate dei fori ciechi e passanti. Oltre all'acciaio, lavorate anche gli altri materiali spesso usati nella vostra officina. Scegliete ogni volta il maschio giusto e motivate la vostra scelta. Controllate le dimensioni, la perpendicolarità e gli interassi delle maschiature.



Test di lettura

Teoria — Filettatura

Filettatura a mano
(lavorazione di filettature est.)

Le filettature esterne si lavorano con una filiera.

Filiere

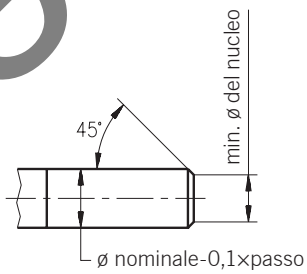
Come i maschi, le filiere assomigliano a una filettatura femmina, ossia ad un dado. Anche qui, i taglienti sono formati da scanalature. Le filiere vengono fabbricate in acciaio rapido (HSS), e permettono di lavorare una filettatura conforme in un'unica operazione.
Esistono filiere aperte e chiuse.
Il diametro delle filiere aperte è regolabile, che consente di lavorare delle filettature di un diametro leggermente ridotto in previsione di un trattamento di superficie ad esempio. Le filiere sono sempre consegnate chiuse dal fabbricante e, se necessario, possono essere aperte in officina o nel magazzino attrezzi.



Lavorazione di filettature esterne

1. **Lavorazione del diametro dell'asta filettata**
   Il diametro dell'asta dovrebbe essere inferiore di circa 1/10 del passo della filettatura. Esempi:
   La filettatura M10 ha un passo di 1,5 mm ⇒ diametro di tornitura 9,85 mm
   La filettatura M12×1 ha un passo di 1 mm ⇒ diametro di tornitura 11,9 mm

2. **Smussatura dell'asta filettata**
   Permette una lavorazione esente da eccessive bave sull'imbocco, favorisce l'imbocco della filiera.

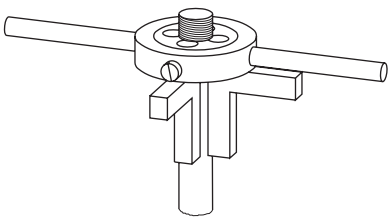


3. **Lavorazione della filettatura**
   – Inserite la filiera nel porta-filiere, appoggiate perpendicolarmente all'estremità dell'asta e lavorate la filettatura con una leggere pressione.

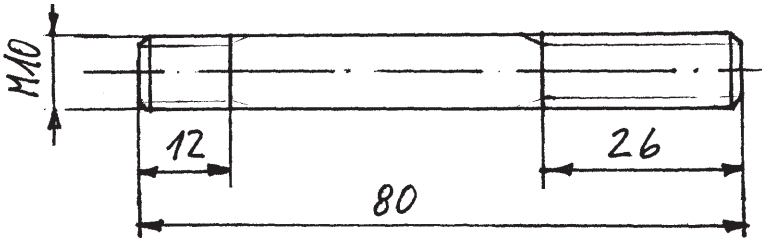


Porta-filiera

   – Lubrificate la filiera e rompete i trucioli a intervalli regolari indietreggiando leggermente.
   – Verificate la perpendicolarità della filiera servendovi di una squadra. Un leggero scarto può essere compensato applicando con precauzione una carica di senso opposto alla filiera.
   – Controllate la filettatura.
   – Pulite la filiera.



2. Fabbricate un prigioniero.



Test di lettura

SWISSMEM

Teoria — Filettatura

Maschiatura a macchina

Numerosi trapani sono dotati di un dispositivo di maschiatura automatico. Una volta raggiunta la profondità del foro desiderato, la macchina inverte automaticamente il suo senso di rotazione (a sinistra).

I maschi piccoli possono essere serrati con il mandrino.
Per i maschi più grandi, che potrebbero girare a vuoto nel mandrino, si usa un mandrino per maschiatura. Il maschio viene serrato con una chiave. La coppia viene trasmessa sul quadrato di trasmissione del maschio.



Mandrino per maschiatura

Per serie più grandi e sulle macchine senza maschiatura automatica, potete usare un apparecchio per maschiare. Oltre alla profondità del foro, un simile apparecchio permette di regolare la coppia massima accettabile per proteggere il maschio contro un'eventuale rottura.



Apparecchio per maschiare

Avanzamento

L'avanzamento per giro deve corrispondere al passo della filettatura. Sui trapani con avanzamento manuale, il maschio è automaticamente trascinato nel foro pilota e il passo risulterà giusto. Dovete accompagnare il movimento al volano, ma senza esercitare nessuna forza.

Se usate l'avanzamento automatico, servitevi di un apparecchio per maschiare o di un mandrino di maschiatura con compensazione longitudinale. Questo meccanismo compensa gli scarti tra l'avanzamento della macchina e il passo della filettatura.

Velocità di taglio

La velocità di taglio per i **maschi HSS senza rivestimento** è la seguente:

– acciaio con meno di 800 N/mm^2	15 a 20 m/min
– acciaio con più di 800 N/mm^2	6 a 10 m/min
– ghisa grigia	8 a 20 m/min
– alluminio	20 a 25 m/min
– ottone	25 a 30 m/min

Test di lettura

Teoria

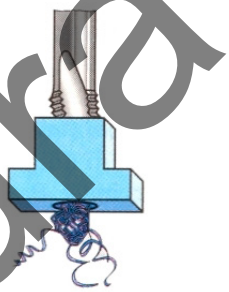
Filettatura

Maschi a macchina

Tutti i maschi a macchina, che siano a denti dritti o elicoidali, lavorano una filettatura finita in un unico passaggio.
Sono inoltre disponibili maschi a macchina con rivestimento TiN. Il rivestimento esercita un effetto positivo sullo stato superficiale e aumenta la capacità di asportazione del truciolo.

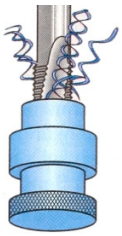
I maschi ad ingresso conico sono adatti alla lavorazione dei fori passanti nelle materie che formano trucioli lunghi. I trucioli vvengono resinti nella direzione di taglio.





I maschi a scanalature elicoidali con elica a destra sono adatti alla lavorazione di fori ciechi. I trucioli vengono estratti dal foro cieco con l'elica, allôpposto della direzione di taglio.





Importante! I maschi vengono contraddistinti da un codice colore ISO in base alla materia da lavorare (questo codice può essere differente da un fabbricante all'altro), ad esempio:

Giallo per i materiali teneri, ad es. alluminio



Blu per i materiali inossidabili fino a 1150 N/mm^2



Rosso per i materiali ad elevata resistenza fino a 1300 N/mm^2



Grigio per i materiali normali fino a 800 N/mm2



Verde per le leghe speciali

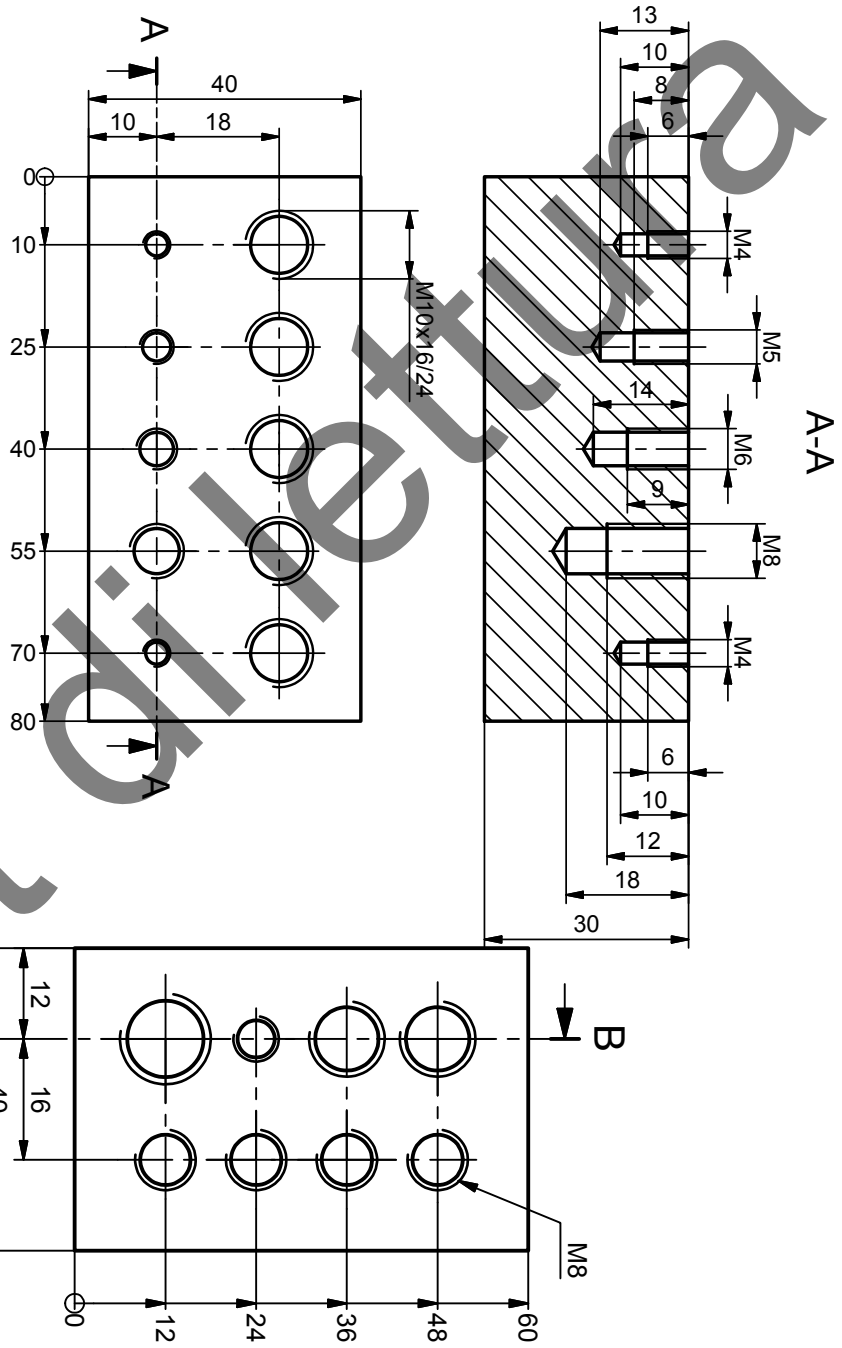


Test di lettura

Esercizio

Foratura, lamatura, alesatura, **maschiatura**

1. Fabbricate un componente analogo all'esempio sotto riportato, nel quale eseguite dei fori passanti e dei fori ciechi. Oltre all'acciaio, lavorate anche gli altri metalli solitamente utilizzati dalla vostra azienda. Scegliete i maschi adeguati e giustificate la vostra scelta. Controllate le dimensioni, la perpendicolarità nonché gli interassi delle filettature lavorate.



Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Filettatura

Domande di verifica

1. Spiegate il concetto di angolo d'elica di una filettatura (ad esempio, con un modello in sezione di una vita).

2. Come viene definito un filetto sinistro M8 (suggerimento: vedere gli estratti delle norme)?

M8 LH (Left Hand)

3. Che cosa succede quando usate un lubrificante in un'operazione di filettatura?

Il lubrificante ha l'effetto di ridurre l'attrito sul foro e lubrificare i taglienti (meno forza necessaria per realizzare la filettatura)

4. Che cosa può succedere se il bulino non afferra bene?

L'asta filettata non avrà o avrà poco spigolo

5. Come si calcola il diametro del preforo?

Diametro del foro di trascinamento = diametro nominale – passo (in mm)

6. Quando si utilizza un maschio a doppio tagliente?

Per le filettature di materiali a truciolo lungo, esempio: leghe di alluminio

7. Quali sono i vantaggi di un simile utensile?



Permette di realizzare contemporaneamente il foro di trascinamento e la filettatura

8. Come si riconosce il lato «non passa» di un tampone filettato?

Con l'evidenziazione in rosso

Test di lettura

SWISSMEM

Appunti

Test di lettura

Attività — Strumenti di misura

– **Conoscere le procedure e gli strumenti di misura**
– **Identificare gli errori di misura e di parallasse**
– **Conoscere i noni**
– **Conoscere l'utilizzo e il funzionamento dei principali strumenti di misura**

Domande di base

1. Per quali motivi i componenti devono essere controllati?

Per verificare la loro conformità con le indicazioni fornite sul disegno

2. Quali strumenti di misura conoscete?

Regolo, calibro a corsoio, misuratore di profondità, micrometro, calibro a forcella, calibro a tampone, macchina per misurare, ecc.

3. Quali sono i fattori che possono generare degli errori di misura?

Sporcizia, usura, errato utilizzo, misure sbagliate (parallasse, ecc.)

4. Che cosa succede se un componente presenta fori troppo piccoli?

I fori devono essere ripresi ed allargati.

5. Che cosa succede se la lunghezza totale di un componente da controllare è troppo corta?

Scarto ⇒ vedere se eventualmente è possibile usarlo altrove o se altri componenti possono essere adeguati al lavoro in corso.

6. Nella vostra azienda, chi è responsabile dei rispettivi strumenti di misura?

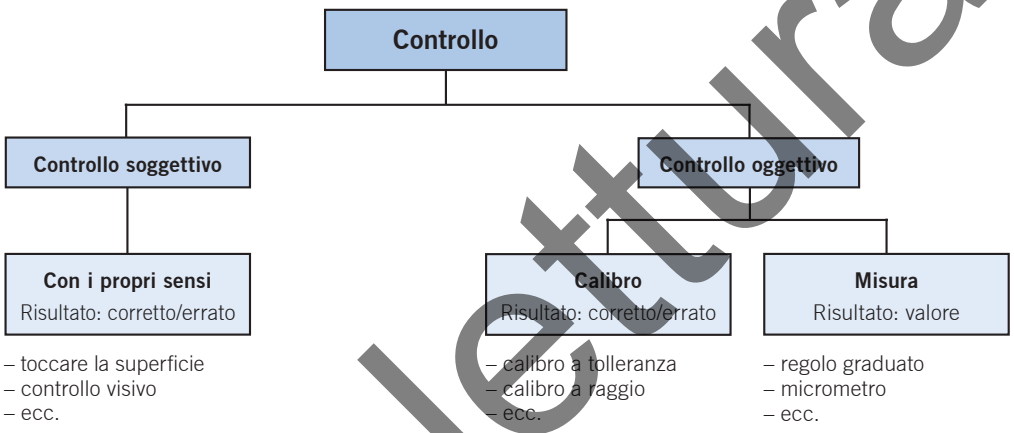
Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Controllo

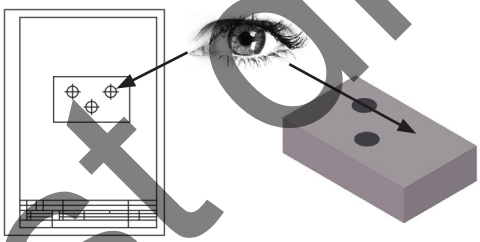
Il controllo consiste nel vedere se una determinata caratteristica dell'oggetto controllato soddisfa le esigenze imposte. Si effettuano controlli prima, durante e dopo la fabbricazione.
– I controlli prima della fabbricazione si basano sulle quote iniziali e sul materiale del componente grezzo. Permettono di rilevare se le dimensioni del materiale grezzo non sono conformi, se necessario sostituirlo.
– Durante la fabbricazione, potete ad esempio verificare lo stato superficiale o la lunghezza del pezzo. Potete così rilevare gli errori in tempo e adattare di conseguenza il processo di fabbricazione.
– Il controllo finale viene eseguito dopo la fabbricazione. Indica se il pezzo risponde alle esigenze o meno.

Struttura

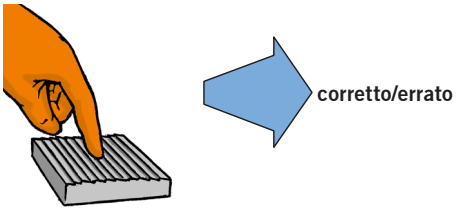


Controllo soggettivo

Il controllo eseguito con i propri sensi viene chiamato **controllo soggettivo.**



Constatate che manca un foro sul componente



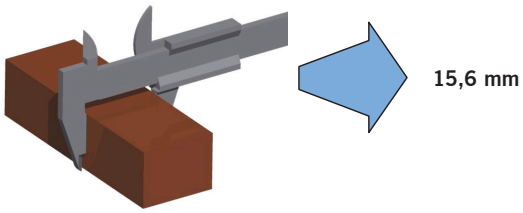
Sentite se il componente è rugoso

Controllo oggettivo

Il **controllo oggettivo** delle diverse quote può essere eseguito mediante misurazione o calibrazione.

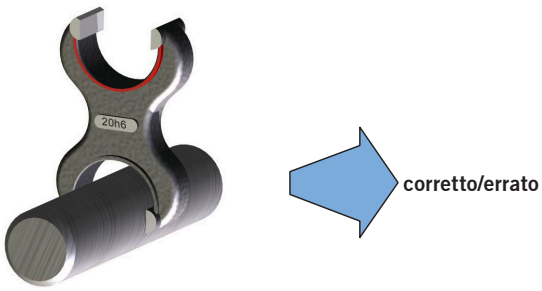
Misurando

La misura è la determinazione di un valore per mezzo di uno strumento di misura.



Calibrando

Un calibro permette di confrontare le quote di un componente da controllare. Il risultato non è un valore numerico, ma indica soltanto se il componente è corretto o meno.



Test di lettura

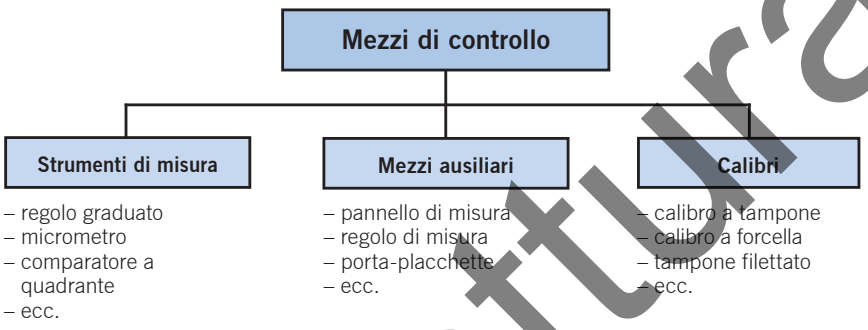
SWISSMEM

Teoria — Strumenti di misura

Temperatura di riferimento 20 °C

La temperatura di riferimento è la temperatura alla quale il mezzo di controllo e il pezzo devono avere la quota stabilita. Temperature troppo alte o troppo basse comportano errori di misura dovuti alla dilatazione termica. Se il mezzo di controllo e il pezzo presentano una dilatazione termica identica, questo errore è praticamente compensato. Questo è il caso quando il mezzo di controllo e il pezzo sono fatti dello stesso materiale.

Classificazione degli strumenti di misura



Scelta del processo di controllo

Si tratta innanzitutto di scegliere il mezzo di controllo adeguato:
- le caratteristiche non misurabili, quali ad esempio l'aspetto visivo, vengono controllate in maniera soggettiva;
- per determinare se una quota o una forma rientra nella tolleranza prestabilita, dovrete usare un calibro;
- per determinare la dimensione reale, ad esempio per registrarla su una scheda di controllo, dovrete misurarla.

Scelta del mezzo di controllo

Dopo aver scelto il processo di controllo, bisogna selezionare il mezzo di controllo in funzione dei seguenti criteri:

- Qual è la **precisione di misura** necessaria?
  Ad esempio: in un profilato di acciaio, dovete tagliare un pezzo di esattamente 1 mm. Per determinare la lunghezza del pezzo, dovrete usare un regolo di acciaio.

- Qual è l'**ordine di grandezza** della dimensione da determinare?
  Ad esempio: dovete misurare la posizione per una nuova macchina. Per fare ciò, avete bisogno di un metro pieghevole o di un metro a nastro.

- Qual è il **numero** di pezzi che dovete misurare?
  Ad esempio: dovete misurare lo spessore di 50 pezzi identici. Al posto di un calibro a corsoio, potete usare ad esempio un comparatore a quadrante

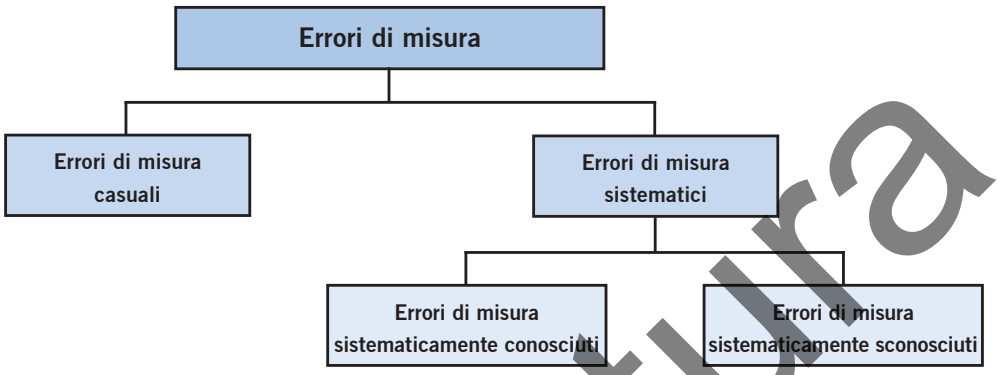
Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Errori di misura

Un errore di misura consiste nella differenza tra la grandezza reale e quelle misurata. Questi errori possono essere causati da diversi fattori e vengono suddivisi in due gruppi principali:

Struttura



Errori di misura casuali

Gli effetti di questi fattori di influenza generano modifiche costanti nelle misure effettuate. Gli errori di misura casuali non possono essere compensati da correzioni ma possono essere generalmente attenuati da una revisione significativa delle misure.
Possibili cause:
– forza di applicazione irregolare del calibro a corsoio;
– errata applicazione dello strumento di misura su forma cilindrica.

Errori di misura sistematici

Gli effetti di questi fattori di influenza non modificano le misure effettuate. Gli errori di misura sistematici non possono essere completamente evitati, ma possono essere ridotti in molti casi.
Possibili cause:
- errata calibratura degli strumenti di misura;
- dilatazione termica diversa tra l'oggetto da misurare e lo strumento di misura;
- errori di arrotondamento durante la lettura della scala di misura.

Errori di misura sistematicamente conosciuti

Nel caso degli **errori di misura sistematici conosciuti,** la causa è individuata. I fattori di influenza possono essere quantificati e, se necessario, il risultato può essere corretto in maniera opportuna. Dopo la correzione, il valore atteso dell'errore di misura è pari a zero. Considerato che l'importanza della correzione non è esattamente stimabile, rimane una certa insicurezza.

Errori di misura sistematicamente sconosciuti

Gli **errori di misura sistematici sconosciuti** influenzano anche in maniera sistematica il risultato di una misura, ma è impossibile valutarne l'importanza.

Test di lettura

Teoria

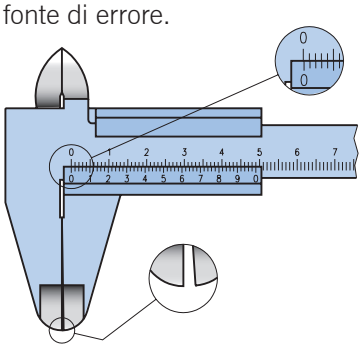
Strumenti di misura

Errori di misura

Un errore di misura consiste nella differenza tra la grandezza reale e quelle misurata. Questi errori possono avere diverse cause:

Errori degli strumenti di misura o calibri

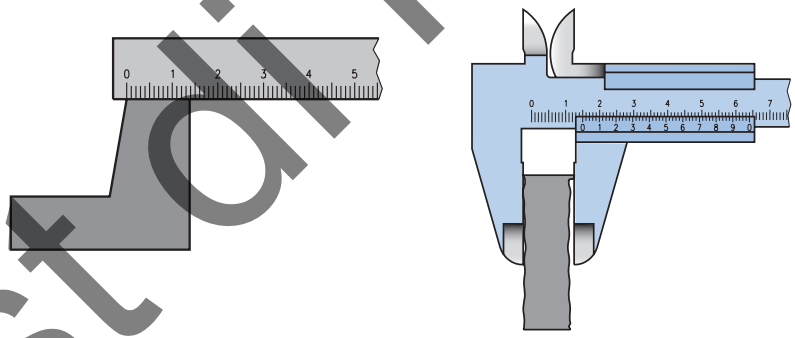
Gli errori di misura possono essere dovuti ad un errore di fabbricazione, ad esempio la scala imprecisa di un calibro. Allo stesso modo, l'usura delle superfici di misura è una fonte di errore.



Contromisure:
– verificate regolarmente gli strumenti di misura e i calibri;
– non usate mezzi di controllo difettosi. Questi devono essere aggiustati o sostituiti.

Oggetti difficili da controllare

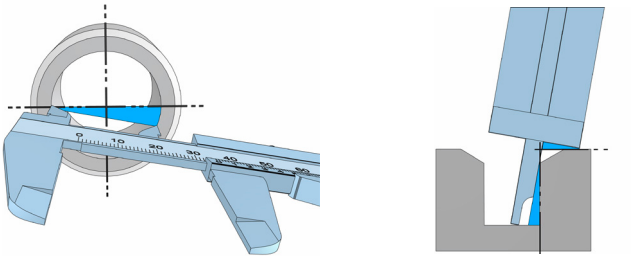
Stati superficiali inadatti, sbavature, difetti di parallelismo, sporcizia o una temperatura eccessiva del componente da controllare potrebbero dare origine ad errori.



Contromisure:
– pulite e sbavate i pezzi prima di misurarli e lasciateli raffreddare;
– prendete misure in diversi punti onde poter determinare le anomalie di parallelismo o l'ovalizzazione.

Utilizzo errato

Un errore di misura può spesso essere attribuito ad un errore di lettura, una forza eccessiva o l'applicazione obliqua dello strumento di misura.



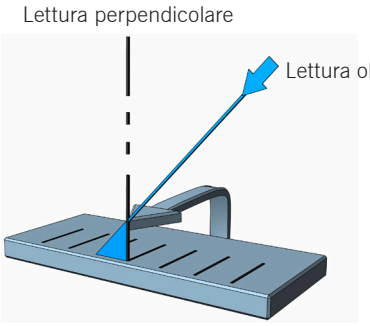
Contromisure:
– esercitatevi a leggere correttamente gli strumenti di misura. Per fare ciò, eseguite i diversi esercizi proposti nelle seguenti unità didattiche;
– misurate sempre con attenzione. L'applicazione di una forza eccessiva non soltanto altera i risultati, ma rischia anche di danneggiare lo strumento di misura.
– Fate in modo che l'asse dello strumento di misura coincida con la quota da misurare.

Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Parallasse

Un errore di lettura dovuto al parallasse può verificarsi su tutti gli strumenti di misura nei quali l'elemento indicatore e la scala non si trovano sullo stesso piano. In base al senso di osservazione, il valore letto è troppo piccolo o troppo grande. L'elemento indicatore può essere una lancetta, un indice o lo spigolo di un componente.



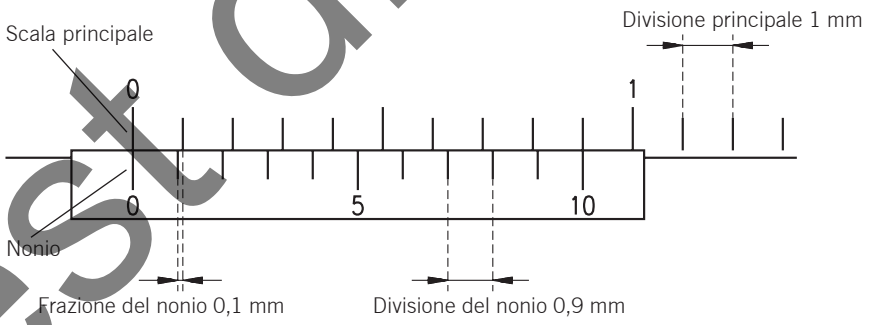
Per ottenere una lettura corretta, dovete sempre guardare lo strumento perpendicolarmente.

Nonio

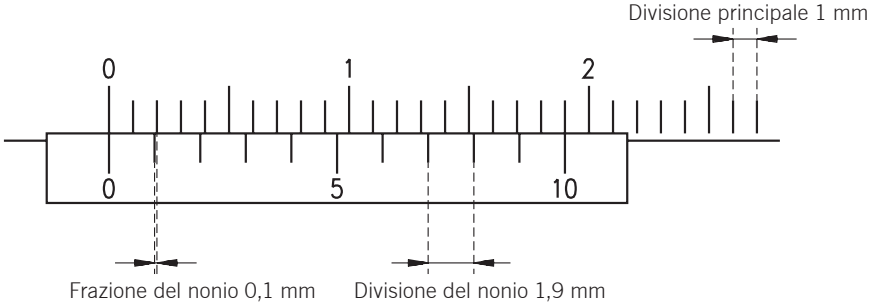
Un nonio consente di leggere direttamente le frazioni di millimetro. Si trovano dei noni sui carrelli, sulle manovelle delle macchine utensili convenzionali e sugli strumenti di misura. I noni correnti sono al $^1/_{10}$ mm, al $^1/_{20}$ mm e al $^1/_{50}$ mm.

Nonio al $^1/_{10}$ mm

Questo nonio è lungo 9 mm ed è composto da 10 divisioni. Ogni divisione misura quindi 0,9 mm. Si chiama frazione del nonio la differenza tra la scala principale e le divisioni del nonio. In questo caso, questa è di 0,1 mm e corrisponde alla precisione di misura.



Per facilitare la lettura, gli strumenti di misura vengono solitamente dotati di un **nonio al $^1/_{10}$ mm ampliato**. Questo è lungo 19 mm ed è composto da 10 divisioni. Il valore della frazione rappresenta una doppia visione principale meno la divisione del nonio.

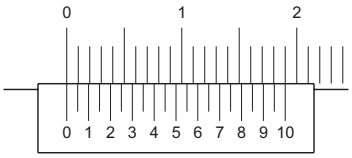


Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

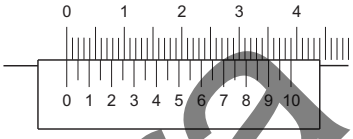
Nonio al $^{1}/_{20}$ mm

– 20 divisioni su 19 mm
– Divisione del nonio: $^{19}/_{20}$ = 0,95 mm
– Frazione del nonio
  o precisione di misura: 0,05 mm



Nonio al $^{1}/_{20}$ mm escursione

– 20 divisioni su 39 mm
– Divisione del nonio: $^{39}/_{20}$ = 1,95 mm
– Frazione del nonio
  o precisione di misura: 0,05 mm



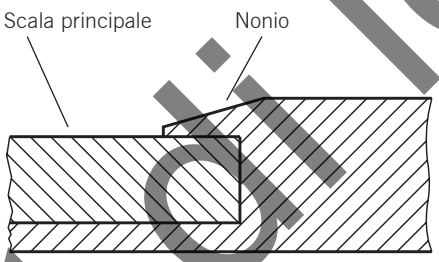
Nonio al $^{1}/_{50}$ mm

– 50 divisioni su 49 mm
– Divisione del nonio: $^{49}/_{50}$ = 0,98 mm
– Frazione del nonio
  o precisione di misura: 0,02 mm

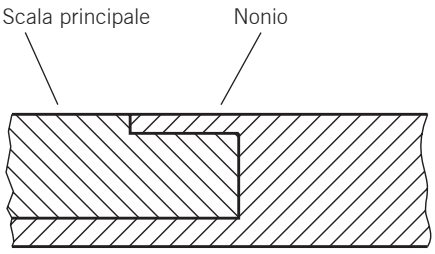


Parallasse del nonio

In base all'esecuzione del nonio, si può avere anche qui un errore di lettura dovuto al parallasse. La lettura è priva di parallasse quando la scala principale si trova allo stesso livello del nonio.



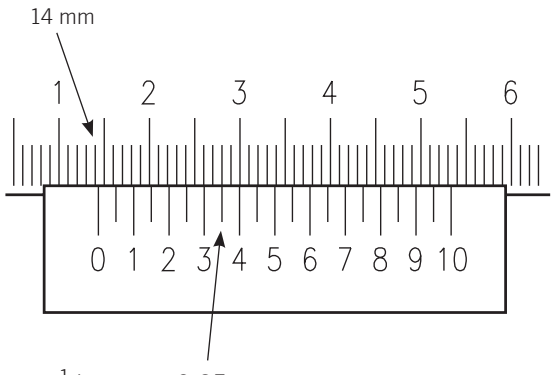
Parallasse possibile



Parallasse impossibile

Lettura della quota

In fase di lettura, potete considerare il segno zero del nonio come una virgola. Alla sinistra di questo segno, leggete i millimetri sulla scala principale. A destra, cercate il tratto del nonio che coincide perfettamente con il segno della scala principale. Questo segno vi indica, in base al tipo di nonio, il numero di $^{1}/_{10}$ mm, $^{1}/_{20}$ mm o $^{1}/_{50}$ mm.



Lettura: **14,35 mm**

Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Regoli

Per le misure di una precisione di circa 0,5 mm, è possibile usare delle righette. Le righette più utilizzate sono quelle metalliche, i metri pieghevoli e i metri a nastro.



Righetta metallica

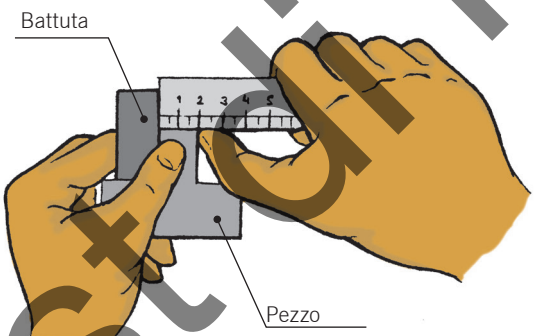


Metro pieghevole



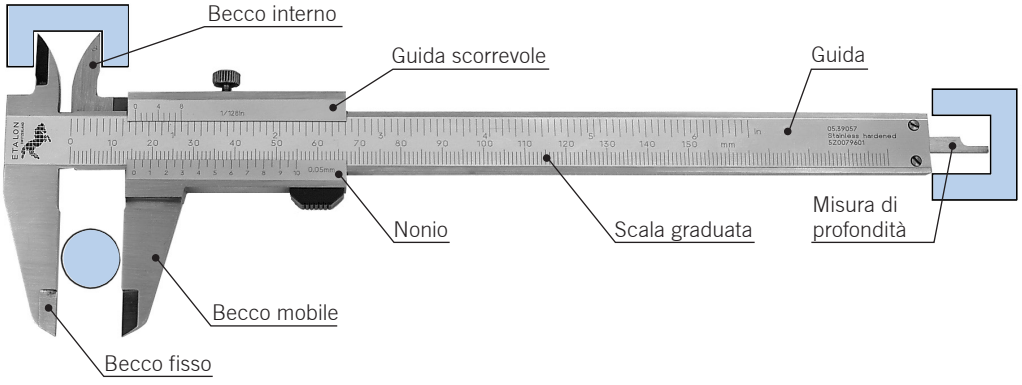
Metro a nastro

Quando si misura con una righetta, bisogna fare attenzione a posizionare correttamente lo zero e a leggere bene la scala (per evitare errori di parallasse). La posizione corretta dello zero può essere ottenuta appoggiando la righetta contro una battuta.



Calibro a corsoio

Il calibro a corsoio è uno strumento di misura semplice e polivalente. È composto da una guida e da una guida scorrevole. Il becco fisso è unito alla guida. Il becco mobile si trova sulla guida scorrevole e può essere spostato liberamente su una quota qualsiasi.



Test di lettura

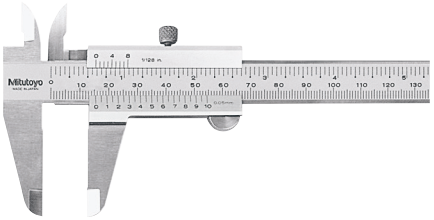
SWISSMEM

Teoria

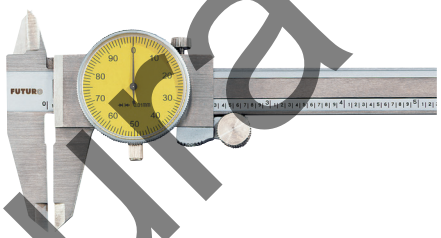
Strumenti di misura

Indicazione del valore di misura

Nonio
L'indicazione del valore di misura per mezzo di un nonio rappresenta la soluzione più economica. Tuttavia, la sua lettura non è semplice. Le spiegazioni e gli esercizi di utilizzo del nonio figurano nell'unità didattica «Parallasse e nonio».



Quadrante
Il calibro a corsoio a quadrante permette una lettura facile e sicura dei valori di misura. Qui i millimetri interi si leggono sulla scala graduata e le frazioni sul quadrante. La precisione di lettura è solitamente di 0,02 mm.



Display digitale
Il display digitale elettronico indica il valore misurato con una precisione di 1/100 mm. Grazie alla semplice pressione di un tasto, il display può essere rimesso a zero o convertito da millimetri in pollici. Sugli strumenti più costosi, i dati possono essere trasmessi ad un computer per la loro interpretazione.



Precisione dei calibri a corsoio

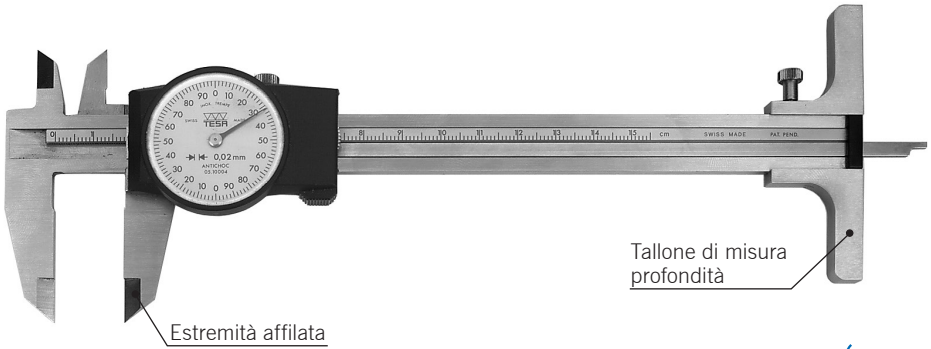
– I calibri a corsoio con nonio in $^1/_{10}$ e $^1/_{20}$ possono raggiungere una precisione di ± 50 + (0,1 × L) µm, L essendo la quota misurata espressa in mm.
Ad esempio: per una lunghezza misurata di 30 mm, otterrete una precisione di
± 50 + (0,1 × 30) = **± 53 µm.**

– I calibri a corsoio con nonio in $^1/_{50}$ possono raggiungere una precisione di
± 25 + (0,02 × L) µm
Esempio: per una lunghezza misurata di 60 mm, avrete una precisione di
± 25 + (0,02 × 60) = **± 26,2 µm.**

– Con i calibri a corsoio con display digitale, la precisione è di 0,02 mm per le quote da 0 a 100 mm, e di 0,03 mm per le quote da 100 a 150 mm.

Tipi di calibri a corsoio

– Il **calibro a corsoio** permette di misurare delle quote esterne, interne e di profondità comprese tra 0 e 150 mm (a volte anche fino a 300 mm). Per permettere di misurare le gole strette, i becchi presentano estremità affilate. Per ottenere una migliore stabilità durante le misure di profondità, il calibro a corsoio può essere dotato di un'ulteriore tallone.

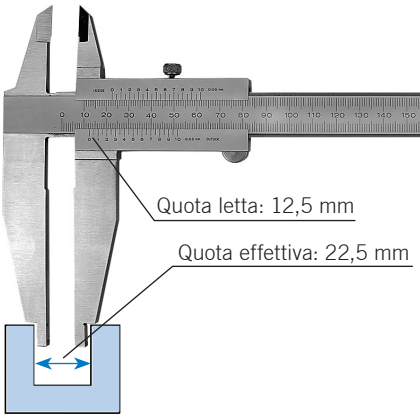


Test di lettura

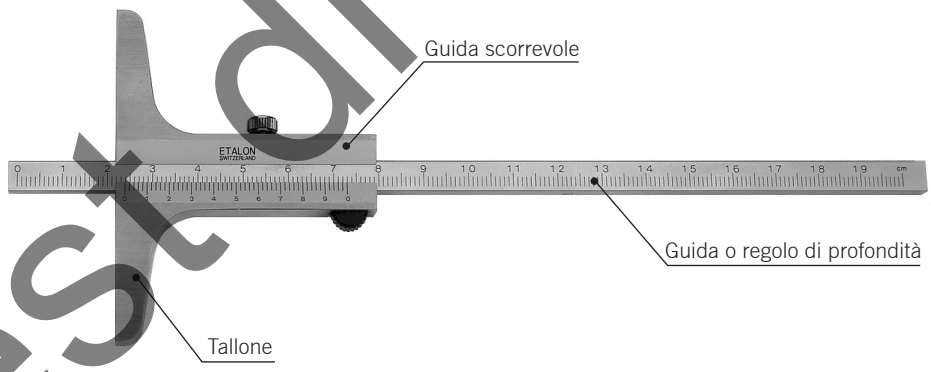
SWISSMEM

Teoria — Strumenti di misura

– Il **calibro a corsoio d'attrezzista** può essere usato per le misure per interni e per esterni fino a 2000 mm. Per le misure per interni, i becchi sono dotati di due becchi larghi 5 mm. Di conseguenza bisogna aggiungere 10 mm al valore letto sulla scala. Questo tipo di calibro a corsoio non permette di eseguire delle misure di profondità, perché non è dotato di un'asta di profondità.

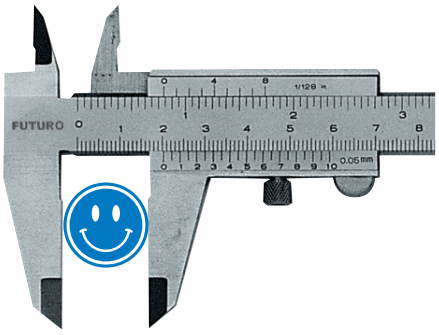


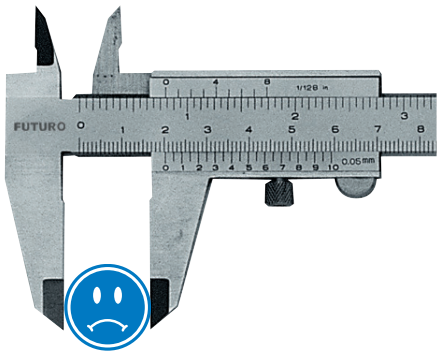
– Il **calibro a corsoio di profondità** serve a misurare le profondità fino a 500 mm. È composto da una guida scorrevole con base e da una guida che funge da regolo di profondità. Questa guida ha una struttura decisamente più stabile rispetto ad un calibro a corsoio da tasca. Di conseguenza, l'utilizzo del calibro a corsoio di profondità deve essere privilegiato per tutte le misure di questo tipo.



Manipolazione

Inserite i becchi di misura il più possibile in profondità sul componente.



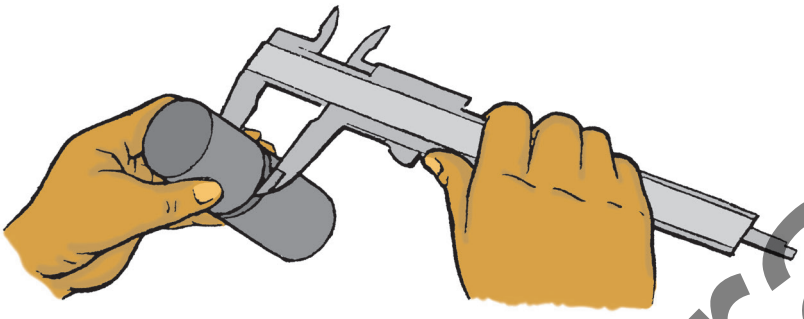


Test di lettura

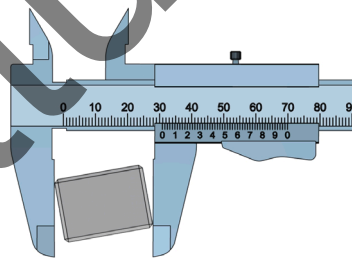
Teoria

Strumenti di misura

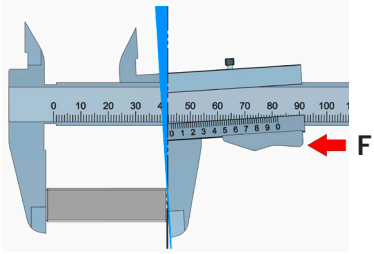
Usate la parte affilata dei becchi per misurare le gole strette.



– Evitate di applicare i becchi di misura in obliquo perché ciò potrebbe comportare errori di misura.



– L'applicazione di una forza esagerata o di un leggero gioco della guida scorrevole può generare errori di misura. misurate sempre con attenzione.

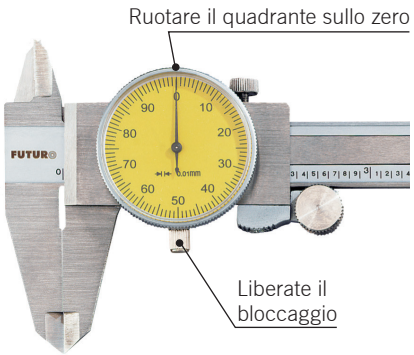


Verifica dello zero

Fate in modo che le superfici dei componenti da misurare siano pulite e senza bave. Controllate periodicamente l'azzeramento del calibro a corsoio.

Sui calibri a corsoio a quadrante o a display digitale, la posizione dello zero è regolabile. Sui modelli a nonio, la posizione dello zero non è modificabile. Tuttavia, l'usura delle superfici di misura potrebbe generare degli errori.
Si consiglia quindi di verificare periodicamente la posizione dello zero.

– Innanzitutto, pulite le superfici di misura poi applicate i becchi l'uno contro l'altro.
– Ruotate il quadrante per regolare la lancetta sullo zero.
– Sui calibri a corsoio con display digitale, l'azzeramento si effettua premendo il pulsante «zero».
– In caso di errore delle zero sui calibri a corsoio a nonio, questi devono essere sostituiti.

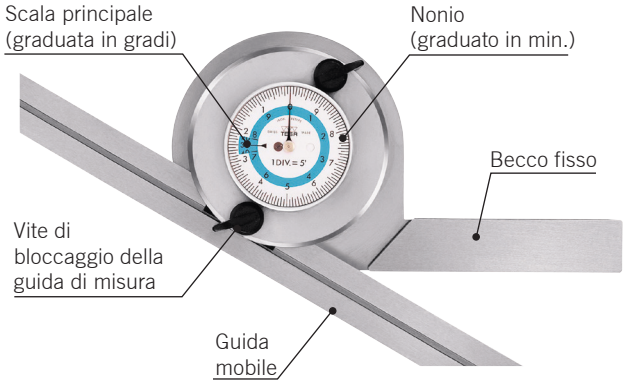


Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Rapportatore d'angolo universale

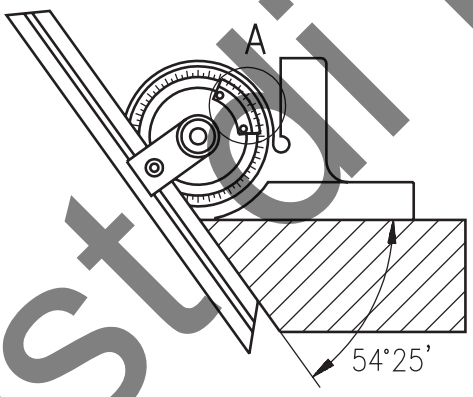
Il rapportatore universale viene utilizzato per misurare degli angoli qualsiasi con una precisione di 5' (5 minuti).

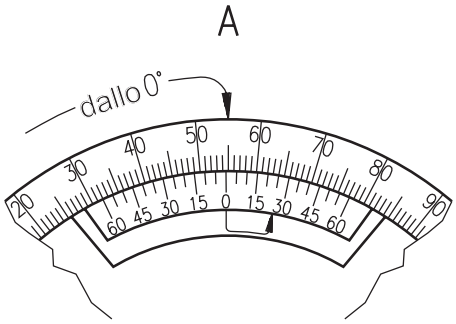


La scala principale comprende il cerchio intero ed è divisa in quattro volte 90°. La scala ausiliare comprende due noni, disposti a destra e a sinistra dello zero. Il regolo è smussato nella parte anteriore e può scorrere o essere persino sostituito.

Lettura

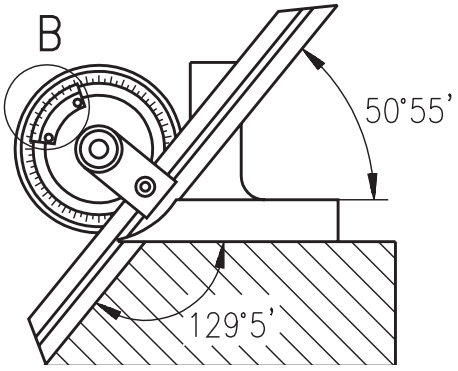
Per misurare un angolo, iniziate a leggere sulla scala principale il numero di gradi partendo dallo zero, poi leggete i minuti sul nonio **nella stessa direzione.** Gli angoli acuti possono essere letti direttamente.

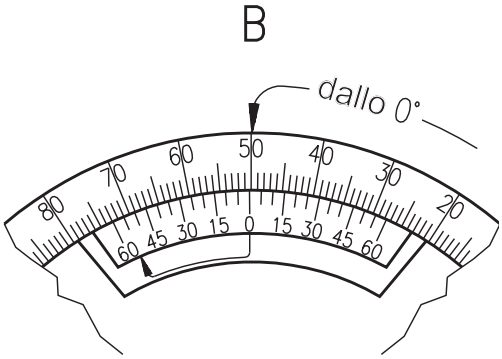




Valore letto: 54°25
Valore angolare: **54°25**

Gli angoli ottusi (>90°) non possono essere letti direttamente. Il valore angolare deve essere calcolato qui:
Valore angolare = 180° meno il valore letto.





Valore letto: 50°55
Valore angolare: 180° – 50°55 = **129°5**

Testo di lettura

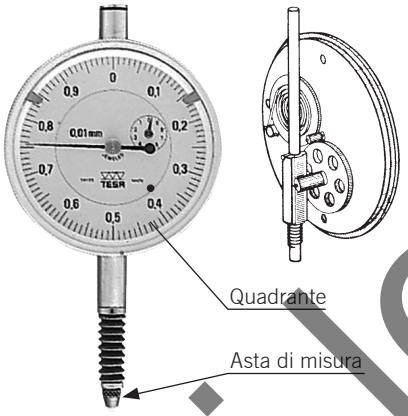
Teoria — Strumenti di misura

Comparatori a quadrante

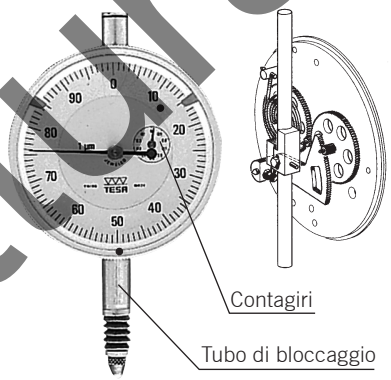
Sui comparatori a quadrante, il percorso del tastatore di misura viene trasmesso alla lancetta per mezzo di un meccanismo appropriato. A seconda del tipo di comparatore, il quadrante mobile viene diviso in 0,01 mm ($^1/_{100}$) o 0,001 mm ($^1/_{1000}$). Un contagiri permette di leggere i mm interi (comparatore al $^1/_{100}$) o i decimi di mm (comparatore al $^1/_{1000}$).

Genere di comparatore (graduazione)	**0,01 mm**	**0,001 mm**
Corsa per un giro completo della lancetta	1 mm	0,1 mm
Intervallo di misura totale	10 mm	1 mm

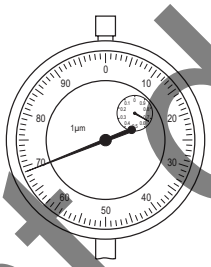
Comparatore al $^1/_{100}$ mm



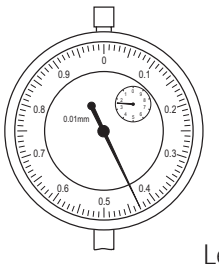
Comparatore al $^1/_{1000}$ mm



Esempi di lettura



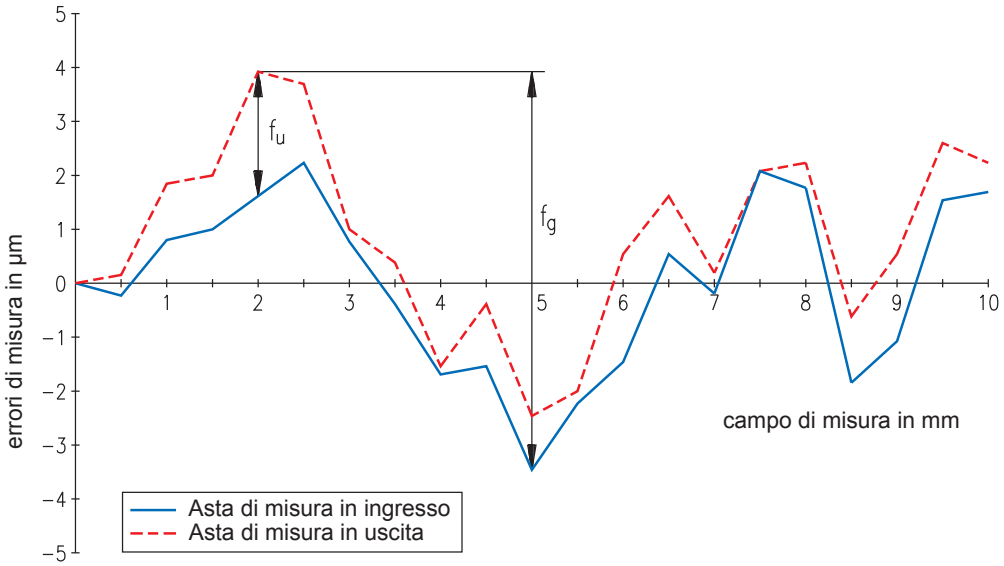
Lettura: **0,669 mm**



Lettura: **2,43 mm**

Precisione delle misure

Il seguente diagramma presenta l'andamento degli errori di misura di un comparatore al $^1/_{100}$ mm sull'intera corsa di misura di 10 mm.



Testo di lettura

SWISSMEM

Teoria

Strumenti di misura

In funzione della variazione della forza di misura, l'errore constatato quando l'asta viene ritirata è diverso da quello con l'asta in estensione. La differenza viene chiamata **isteresi di misura** (f_u), e può raggiungere fino a 5 µm. L'errore massimo di misura (f_g) è massimo di 15 µm. La riproducibilità, ossia la precisione ottenuta misurando diverse volte la stessa quota, può raggiungere 3 µm. Per il comparatore al $^1/_{1000}$ mm, questi valori sono più precisi di un fattore di tre circa.

Manipolazione

I comparatori sono usati per misurare l'ovalizzazione, la planarità e il parallelismo o per eseguire delle misure comparative delle quote esterne. Questo strumento deve essere fissato su un supporto per comparatore o su uno stativo di misura.

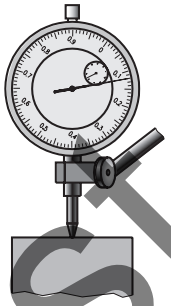


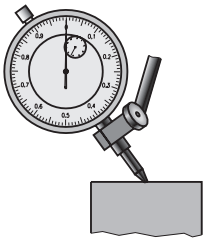
Supporto per comparatore



Stativo con piede magnetico

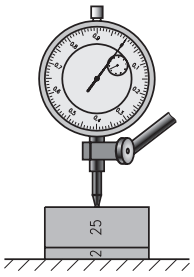
Fissate sempre il comparatore **perpendicolarmente** alla superficie da misurare.





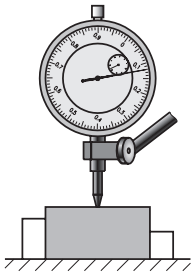
Misura delle quote esterne

– Serrate il tubo di fissaggio del comparatore su un supporto o uno stativo per comparatore.
– Regolate la quota nominale al valore desiderato con degli spessori.
– Portate l'asta di misura del comparatore sul calibro e azzerate il suo quadrante. Osservate che sia possibile misurare gli scarti negativi che positivi.



Regolazione su 27 mm

– Posizionate il componente da misurare sotto l'asta di misura e leggete lo scarto rispetto alla quota nominale. La quota esterna è composta dalla quota nominale più lo scarto.



Errore: 0,12 mm
Altezza del componente: 27,12 mm

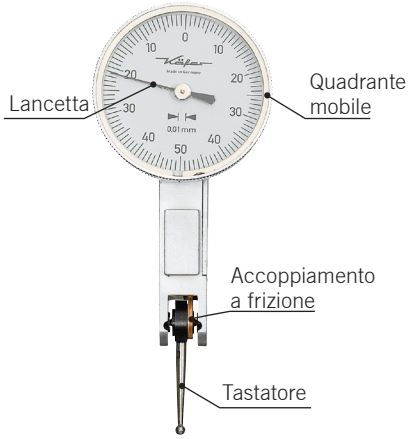
Test di lettura

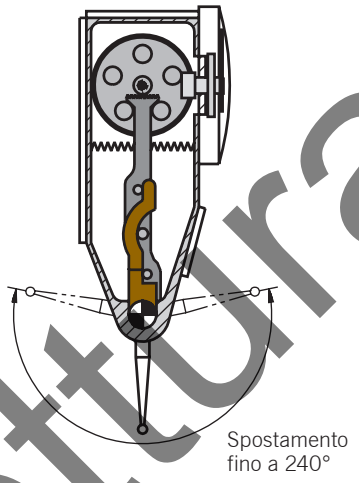
Teoria

Strumenti di misura

Comparatore a tastatore

Sui comparatori a tastatore, lo spostamento del tastatore viene trasmesso alla lancetta per mezzo di un sistema di leve. Un accoppiamento a frizione autorizza uno spostamento del tastatore fino a 240°. La precisione di lettura di un comparatore a tastatore è di 0,01 mm o 0,002 mm, essendo il suo intervallo di misura di 0,8 mm o 0,2 mm.

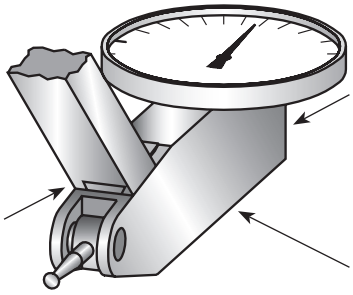




Manipolazione

Come i modelli ad asta, i comparatori a tastatore si usano per controllare la concentricità, la planarità e il parallelismo o per centrare degli elementi. Per via delle loro dimensioni e del tastatore girevole, il loro utilizzo è decisamente più facile. A questo proposito, osservate i seguenti punti:

– Il comparatore a tastatore deve essere fissato soltanto sulla guida a coda di rondine prevista per questo scopo.

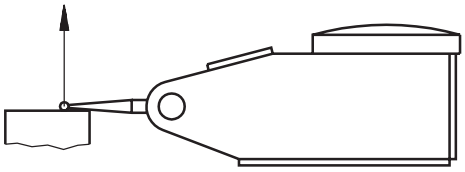


Guida a coda di rondine

– Tenete conto dell'intervallo di misura. Quando questo intervallo viene superato, il tastatore si sposta e prende una nuova posizione. Ciò potrebbe verificarsi senza che ve ne accorgiate, falsando così le misure.
– Disponete il tastatore perpendicolarmente alla direzione di misura.

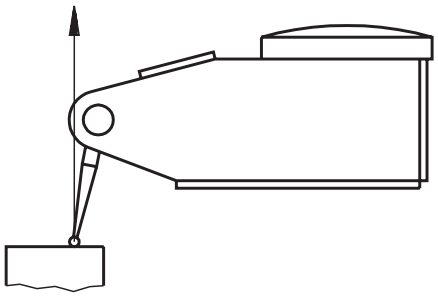


Direzione di misura



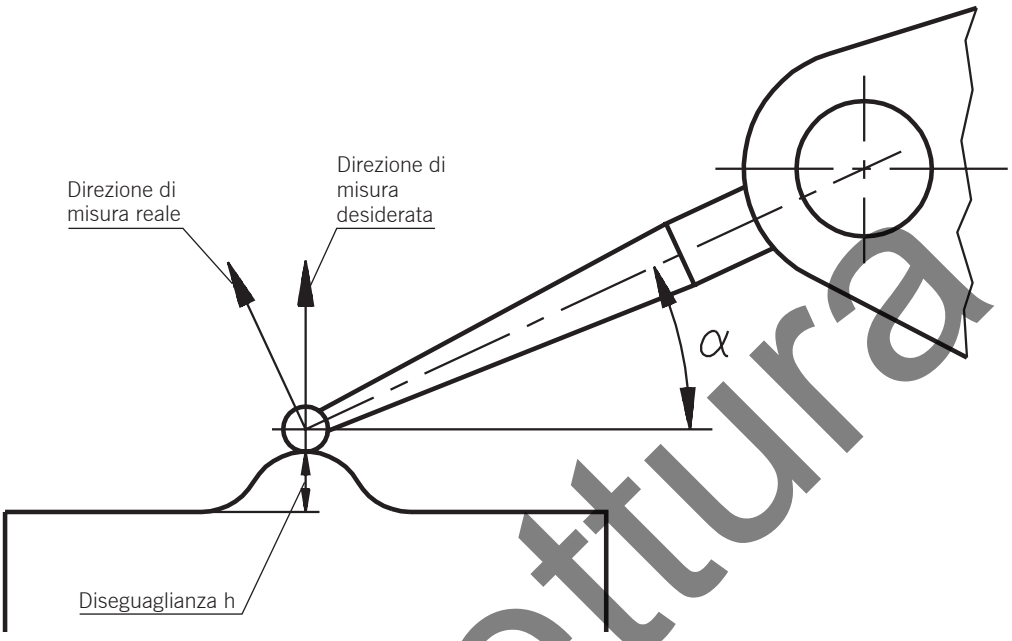


Direzione di misura



Test di lettura

Teoria Strumenti di misura



Se la diseguaglianza h viene misurata sotto l'angolo α, la distanza h indicata viene divisa per cos α.
Valore indicato ≈ h / cos α

Ad esempio:
Per h = 0,2 mm e α = 25°, il valore indicato è di:
0,2 mm / cos 25° = **0,22 mm**

Test di lettura

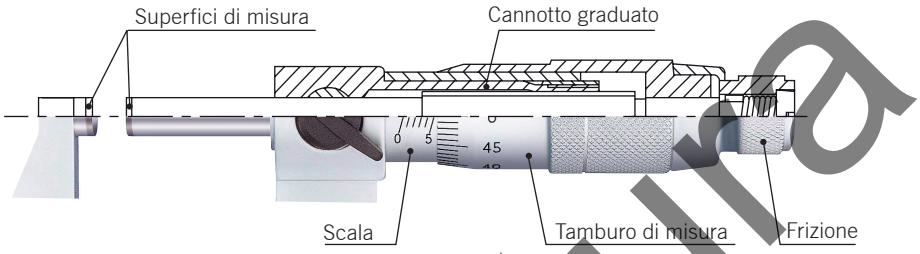
SWISSMEM

Teoria — Strumenti di misura

Micrometro

Quando si utilizza un micrometro?
L'utilizzo dei diversi strumenti di misura dipende principalmente dalla precisione di misura auspicata. I micrometri raggiungono una precisione di ~4 µm. Si utilizzano quindi quando si vuole ottenere una precisione di misura dell'ordine del $^1/_{100}$ mm.

Costruzione di un micrometro:

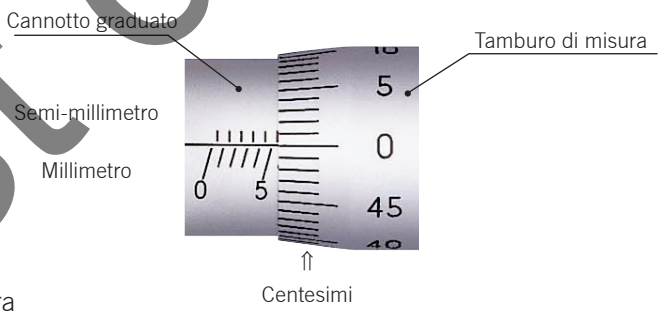


La parte principale del micrometro è la **vite micrometrica.** È temprata e rettificata e il suo passo è solitamente pari a 0,5 mm. Le **superfici di misura** sono in metallo duro, rettificato rodiato. Cio' permette di limitare la forza di misura tra 5 e 10 N.

Visualizzazione della misura
La misura viene indicata o con una cifra o con una scala di misura.

Scala di misura al $^1/_{100}$ mm

– **Scala di misura semplice**
La scala di misura semplice permette una precisione di lettura al $^1/_{100}$ mm. I millimetri e i semi-millimetri vengono indicati sul **cannotto graduato** del **tamburo di misura.**



Lettura

mm	semi- mm	$^1/_{100}$ mm	Totale
5	1	0	**5,50 mm**

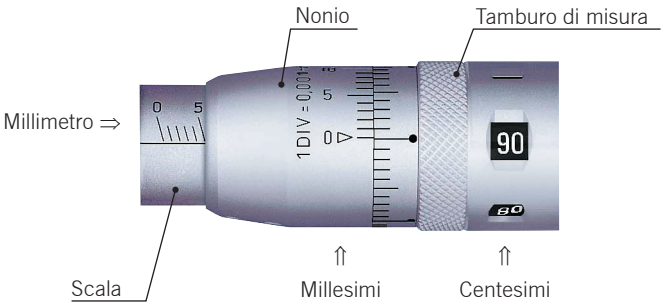
Test di lettura

Teoria

Strumenti di misura

Scala di misura al $^1/_{100}$ 0 mm

– **Scala di misura con nonio**
Questa scala di misura permette una precisione di lettura al $^1/_{1000}$ mm. I millimetri vengono indicati sul cannotto graduato, i centesimi sul tamburo di misura e i millesimi sul nonio.



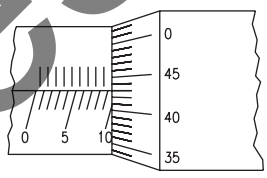
Lettura

mm	$^1/_{100}$ mm	$^1/_{1000}$ mm	Totale
4	90	1	**4,901 mm**

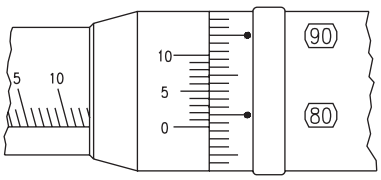
– **Display digitale**
Il display digitale permette di ottenere una lettura precisa al $^1/_{1000}$ mm. I dati misurati possono essere memorizzati e inviati ad un computer.



1. Annotate le misure rilevate sui due esempi seguenti.



Lettura: 9,43 mm



Lettura: 12,785 mm

Test di lettura

Teoria

Strumenti di misura

Micrometro (micrometro per esterni)

I micrometri sono usati per effettuare delle misure esterne tra 0 e 300 mm. Il micrometro copre degli intervalli di misura distribuiti ogni 25 mm (ad esempio da 0 a 25 mm o da 125 a 150 mm).

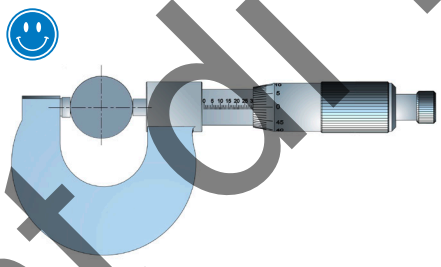


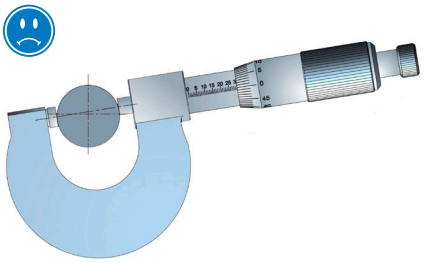
Manipolazione

– Afferrate il micrometro soltanto nei punti previsti a questo scopo **(isolati termicamente)**.
– Ruotate lentamente la vite micrometrica servendovi della frizione per posizionarla sul componente.



– Le estremità del componente da misurare devono essere perfettamente allineate nell'asse del micrometro.





– Prima di eseguire la misurazione, lasciate raffreddare gli elementi lavorati.
– Verificate regolarmente la precisione del micrometro.

Controllo

La precisione del micrometro viene verificata con blocchetti di riscontro o dei calibri di controllo.



Controllo con blocchetto di riscontro



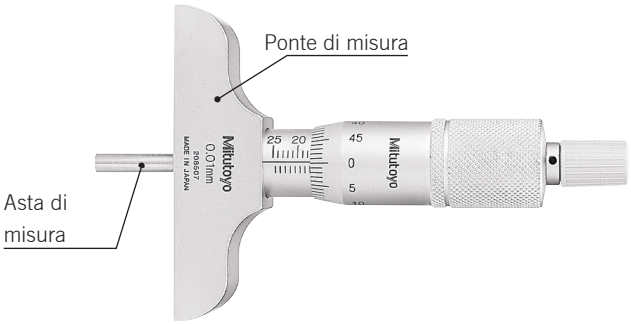
Calibro di controllo

Assicurate una cura estrema nel controllo dello strumento. Verificate che le superfici di misura siano assolutamente pulite e mantenete lo strumento e il calibro di controllo ad una temperatura di 20 °C.

Testo di lettura

Teoria Strumenti di misura

Micrometro di profondità



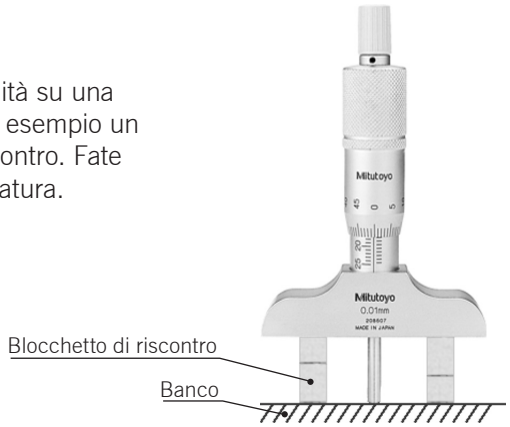
I micrometri di profondità possono essere usati per misurare profondità comprese tra 0 e 300 mm. L'asta di misura può essere cambiata e copre degli intervalli di misura presenti ogni 25 mm (ad esempio da 0 a 25 mm o da 275 a 300 mm).

Manipolazione
- Il ponte di misura viene accuratamente appoggiato, con due dita, al pezzo da misurare.
- Ruotate lentamente la asta di misura con la frizione al fine di scendere verso il componente.



- **Fate particolarmente attenzione all'asta di misura. Questa, soprattutto se è lunga, rischia di essere piegata e quindi di diventare inutilizzabile.**
- **Le misure esatte si effettuano a 20 °C.**
- **La precisione del micrometro di profondità deve essere regolarmente controllata.**

Controllo
Controllate il micrometro di profondità su una superficie assolutamente piana (ad esempio un piano) usando dei blocchetti di riscontro. Fate attenzione alla pulizia e alla temperatura.



Test di lettura

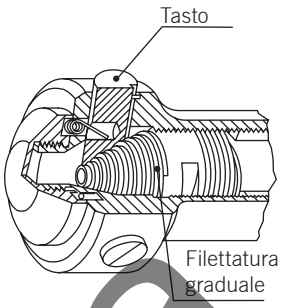
Teoria

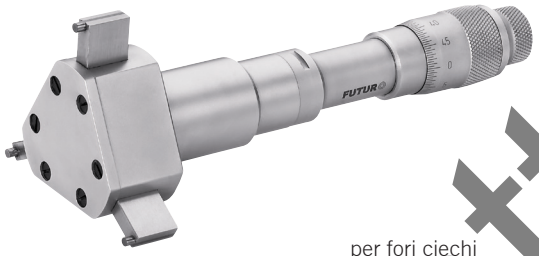
Strumenti di misura

Micrometro per interni



per fori passanti





per fori ciechi

I micrometri per interni esistono per intervalli di misura compresi tra 3,5 e 300 mm. I tre tasti vengono azionati da una filettatura graduale o da un cono. In questo modo, l'intervallo di misura del micrometro per interni è molto limitato (ad esempio da 3,5 a 4 mm o da 10 a 12 mm).

Manipolazione

– Il micrometro per interni è centrato automaticamente grazie a tre tasti. Accertatevi, con un leggero movimento e una rotazione simultanea della frizione, che il micrometro non sia di traverso.



– Come per qualsiasi misura, verificate la temperatura e controllate regolarmente lo strumento.

Controllo

– I micrometri per interni vengono verificati con un anello di controllo.



Anello di controllo ø 8 mm

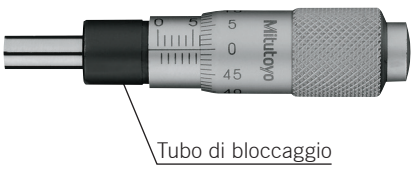
Test di lettura

SWISSMEM

Teoria — Strumenti di misura

Micrometri speciali

Battuta micrometrica
Questo micrometro viene usato per diverse operazioni di misura e di regolazione dei microscopi, trasbordatori, dispositivi di misure speciali, ecc. Viene fissato mediante un tubo di bloccaggio.



Micrometro per la misura delle filettature
Il diametro di una filettatura esterna può essere misurato con il metodo cono-intaglio o il metodo a tre fili.

Metodo cono-intaglio
Scegliete il dispositivo di misura (intaglio e cono) in base al passo della filettatura e del suo angolo di profilo.



Lo strumento di misura usato dal dispositivo è un micrometro.



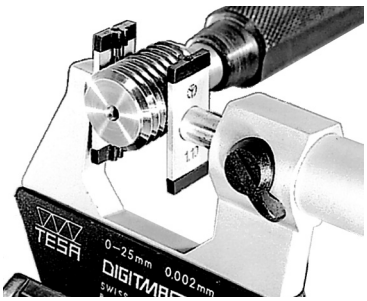
Dopo ogni utilizzo del cono e dell'intaglio, il micrometro deve essere nuovamente tarato con un calibro.



Metodo a tre fili
Con questo metodo, più preciso, si usano tre fili per misurare le filettature. In base al passo della filettatura, sono disponibili diversi fili di misura.



I fili di misura vengono installati su un micrometro normale per misurare i valori della filettatura.

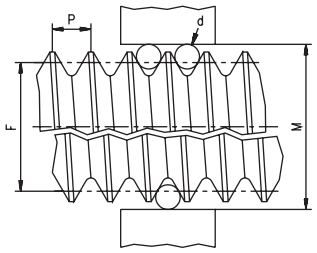


Test di lettura

Teoria

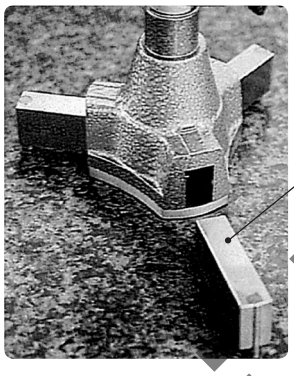
Strumenti di misura

Il diametro sul fianco è indicato dal valore di misura o dall'estratto di una tabella.

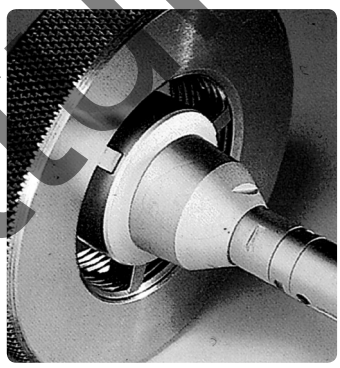


M: Misura
F: -ø
P: Passo
d: Filo-ø

Micrometro per interni per la misura di filettatura
È possibile misurare il diametro sul fianco delle filettature interne con un micrometro dotato di dispositivo di misura intercambiabile. Sono necessarie tre misure diverse per ciascun passo di filettatura.



Quadri di misura sostituibili



Blocchetti di riscontro (SN EN ISO 3650-1998)

I blocchetti di riscontro sono misure materializzate. La misura viene rappresentata dalla distanza tra due superfici esterne. Si tratta delle misure materializzate più precise, e quindi più importanti, esistenti nella tecnica di misura delle lunghezze. La loro precisione dipende dalla dimensione nominale e dal grado di precisione.

Precisione dei blocchetti di riscontro

Grado di precisione	Dimensione nominale in mm	Errore ammesso dalla dimensione nominale in µm	Tolleranza di parallelismo in µm
00 *)	fino a 10	± 0,06	0,05
Grado di calibratura K	fino a 10	± 0,20	0,05
0	fino a 10	± 0,12	0,10
1	fino a 10	± 0,20	0,16
2	fino a 10	± 0,45	0,30

Scelta del grado di precisione

– **Grado di precisione 00** *)
Questo grado di precisione si applica soltanto sulle dimensioni campione usate da organismi di certificazione accreditati SCS o da laboratori.

*) Dal 1998, il grado di precisione 00 secondo ISO 3650 è stato abolito e sostituito dalla dicitura «K».

Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

– **Grado di calibratura K**
I calibri di controllo con grado di calibratura K vengono usati nei laboratori di misura all'interno delle aziende. Servono per la calibratura degli altri blocchetti di riscontro.

– **Grado di precisione 0**
I calibri di controllo con grado di precisione 0 servono per la regolazione degli apparecchi di strumenti di misura di elevata precisione.

– **Grado di precisione 1**
I calibri di controllo con grado di precisione 1 servono per il controllo dei calibri e per la regolazione degli strumenti di misura.

– **Grado di precisione 2**
I calibri di controllo con grado di precisione 2 vengono principalmente utilizzati come calibri di lavoro, ad esempio per misurare le larghezze delle scanalature o le distanze tra i fori.



Materiali

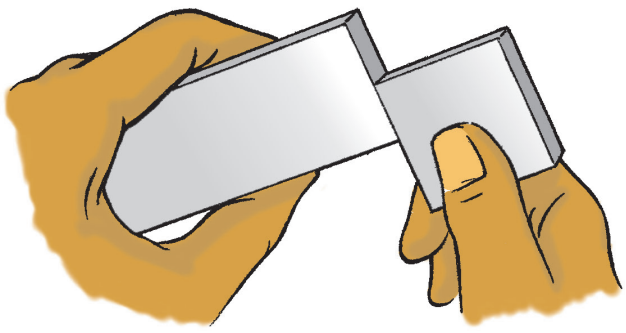
– **Acciaio**
I calibri di controllo in acciaio vengono fabbricati in acciaio speciale fortemente legato. La tempra del calibro consente di garantire una lunga durata e una grande resistenza all'usura. Dopo la tempra, le superfici del calibro vengono rodiate.

– **Metallo duro**
I calibri di controllo in metallo duro sono circa due volte più duri rispetto a quelli in acciaio. Sono anche nettamente più resistenti all'usura, permettendo così il loro utilizzo in condizioni difficili (ad esempio in presenza di polvere di politura). Sono resistenti alla corrosione e antimagnetici. La loro capacità di dilatazione termica è due volte inferiore a quella dell'acciaio.

– **Ceramica**
I calibri di controllo in ceramica sono in pratica duri come quelli in acciaio, ma sono ancora più resistenti all'usura. Presentano le stesse proprietà di dilatazione termica dell'acciaio e sono estremamente resistenti alla corrosione, agli acidi e alle basi.

Combinazione di calibri

Dopo una pulizia completa, i calibri di controllo possono essere assemblati gli uni con gli altri. Grazie alle loro superfici assolutamente piatte, aderiscono insieme.



Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Serie di blocchetti di riscontro

Di solito, i blocchetti di riscontro si presentano sotto forma di **serie complete**.



Serie normale

La **serie normale** comporta 45 blocchetti di riscontro, il che consente di effettuare misure comprese tra 3 e 103 mm per una gradazione di 0,001 mm. Qualora doveste combinare questi blocchetti di riscontro, iniziate sempre dalla misura più piccola.

Blocchetto di riscontro mm	**Gradazione** mm
1,001 ... 1,009	0,001
1,01 ... 1,09	0,01
1,1 .. 1,9	0,1
1 ... 9	1
10 ... 90	10

Combinazione di blocchetti di riscontro Dimensione totale:	**57,839**
1. Blocchetto di riscontro	1,009
2. Blocchetto di riscontro	1,030
3. Blocchetto di riscontro	1,800
4. Blocchetto di riscontro	4,000
5. Blocchetto di riscontro	50,000

Serie da 87 blocchetti di riscontro

Le serie normali di blocchetti di riscontro non sono disponibili in commercio. Ma si trovano serie simili che comprendono fino a 112 blocchetti di riscontro. A titolo d'esempio, una serie tradizionale comprende 87 blocchetti di riscontro.

Blocchetto di riscontro mm	**Gradazione** mm
1,001 ... 1,009	0,001
1,01 ... 1,49	0,01
0,5 ... 9,5	0,5
10 ... 100	10

Combinazione di blocchetti di riscontro Dimensione totale:	**57,839**
1. Blocchetto di riscontro	1,009
2. Blocchetto di riscontro	1,330
3. Blocchetto di riscontro	5,500
4. Blocchetto di riscontro	50,000

- **Prima dell'utilizzo, pulite i blocchetti di riscontro con un panno di tessuto non tessuto.**
- **Nelle combinazioni di blocchetti di riscontro, usate sempre meno elementi possibile al fine di evitare l'accumulo degli errori relativi a ciascun blocchetto.**
- **Non lasciate mai i blocchetti di riscontro assemblati per più di 8 ore filate. Rischierebbero di saldarsi a freddo e di non poter più essere separati.**
- **Dopo l'utilizzo, pulite i blocchetti e ungeteli con della vaselina.**
- **I blocchetti di riscontro danneggiati o usati devono essere rimossi.**

Test di lettura

Teoria — Strumenti di misura

Strumenti per misura ottica

Gli strumenti per misura ottica operano in assenza di qualsiasi contatto fisico. Sono ormai privi di tasti meccanici, di potenziometri, di cavi di comando o di altri dispositivi simili di misura e di rilevamento del movimento. Permettono di eseguire misure ad alta definizione o di misurare superfici intere e includono nuove applicazioni, quali il controllo sistematico di superficie o la misura di oggetti molto piccoli.
Le caratteristiche principali degli strumenti di misura ottica sono:
– nessun contatto meccanico con il componente
– nessuna forza di misura esercitata sul componente
– possibilità di misurare dei componenti complessi
– possibilità di misurare componenti molto piccoli e di registrare valori minimi
– i componenti possono essere misurati in tutte le posizioni
– i componenti possono essere misurati durante la loro lavorazione.

Ecco alcuni processi di misura ottica.

Ultrasuoni

Il processo ad ultrasuoni consente di misurare parti nascoste del componente. Ciò significa che è possibile, tra le altre cose, misurare in maniera non invasiva crepe microscopiche, cavità da ritiro o inclusioni di corpi estranei nei componenti. Dato che il controllo ad ultrasuoni costituisce un processo economico, presenta una vasta sfera di applicazioni. Il processo di misura ad ultrasuoni permette:
– di controllare i cordoni di saldatura
– di controllare gli assemblaggi incollati
– di controllare l'integrità dei componenti di stampo o di ghisa
– di verificare l'assenza di fessurazioni sulle guide e le ruote dei veicoli su guida
– di eseguire misure di lunghezza
– di eseguire misure di portata
– di eseguire misure di livello



Infrarossi

La tecnica di misura ad infrarossi viene solitamente utilizzata per misurare le temperature. I termometri a infrarossi misurano la temperatura di superficie degli oggetti opachi. Il processo di misura ad infrarossi permette:
– di misurare oggetti in movimento
– di misurare punti inaccessibili
– di misurare componenti che non possono essere toccati
– di misurare componenti piccoli
– di misurare componenti troppo caldi per essere misurati con sensori termici
– di misurare prodotti chimici tossici
– di misurare oggetti che devono rimanere sterili
– di eseguire rapidamente misure in assenza di contatto
– di eseguire rapidamente misure senza effetto retroattivo
– di eseguire misure dirette



Laser

Gli strumenti di misura al laser vengono utilizzati per:
– misurare le vibrazioni di componenti girevoli
– registrare la precisione delle macchine-utensili (soprattutto la precisione del posizionamento, della rettilineità)
– misurare i livelli
– misurare lo spessore dei componenti
– misurare dei componenti complessi con sistemi di misura laser



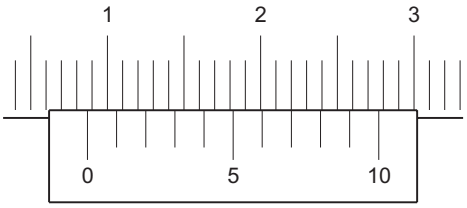
Test di lettura

Esercizi

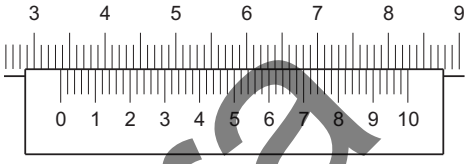
Strumenti di misura

1. Osservate il vostro orologio. Riuscite a determinare un errore di parallasse? Motivate la vostra risposta.

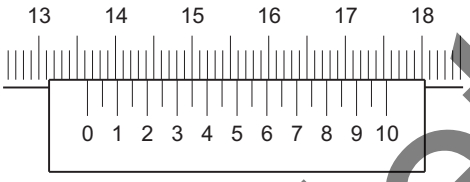
2. Scrivete i valori letti sulle illustrazioni sottostanti.



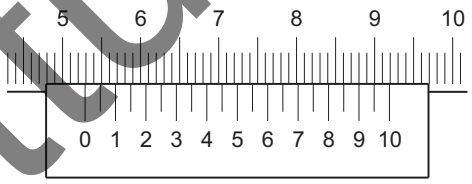
8,7 mm



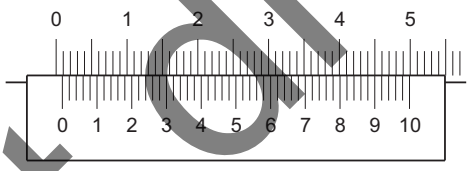
33,74 mm



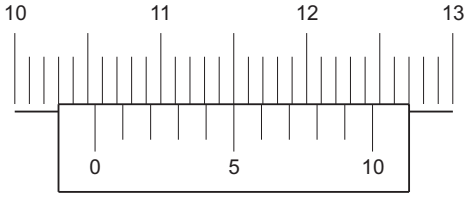
136,35 mm



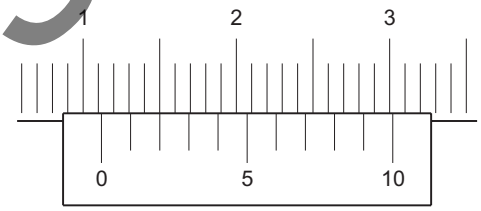
52,9 mm



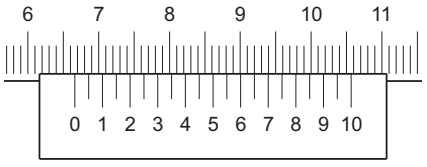
0,88 mm



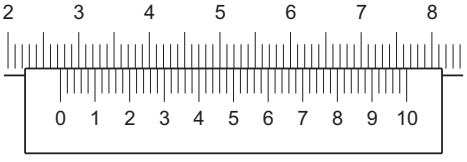
105,5 mm



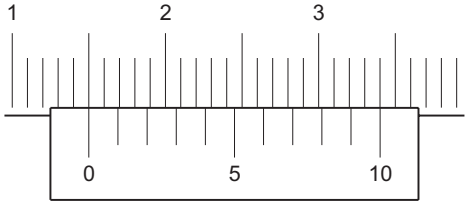
11,2 mm



66,65 mm



27,4 mm



15,0 mm

Test di lettura

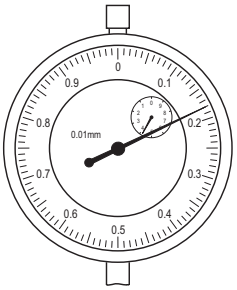
Esercizi

Strumenti di misura

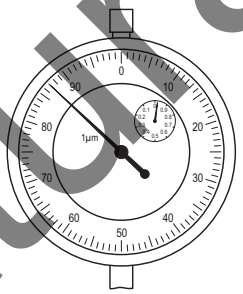
3. Misurate tre componenti qualsiasi servendovi di un calibro a corsoio. Scegliete dei componenti di cui potete misurare le dimensioni esterne ed interne, nonché la profondità. Confrontate i vostri risultati con quelli di un/un' altro/a apprendista.

4. Con un rapportatore d'angolo universale, misurate un angolo ottuso (ad esempio su un dado esagonale) e un angolo acuto (ad esempio su una coda di rondine).

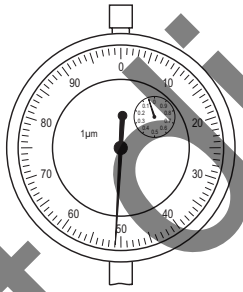
5. Annotate le dimensioni rilevate sulle illustrazioni sottostanti.
Ad esempio:



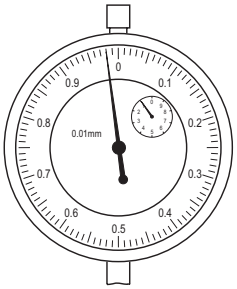
4,18 mm



0,987 mm



0,051 mm



0,98 mm

6. Misurate la differenza tra un calibro da 25 mm e un calibro da 20 mm usando il suddetto dispositivo di misura. La differenza è esattamente di 5 mm o riuscite a determinare un errore di misura (ad esempio 5,006 mm)? Ripetete tre volte questa misura e annotate i tre errori di misura.

7. Informatevi nella vostra azienda sulle applicazioni dei rapportatore d'angolo universale a tastatore. Prendete nota di tre applicazioni tipiche del comparatore ad asta e a tastatore.

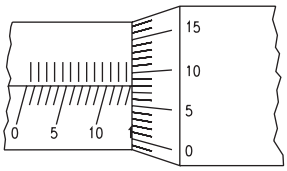
8. Realizzate una combinazione di blocchetti di riscontro per una dimensione totale di 98,637 mm. Segnatevi i blocchetti che avete usato.

Testo di lettura

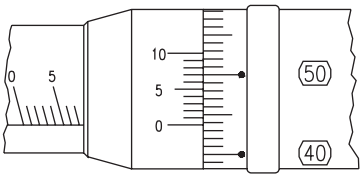
Esercizi

Strumenti di misura

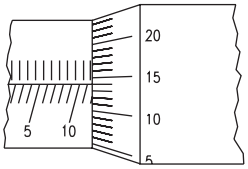
9. Scrivete i valori letti sulle illustrazioni sottostanti.



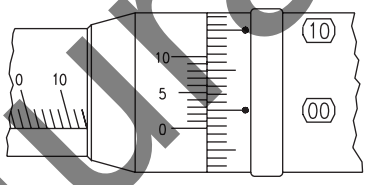
13,08 mm



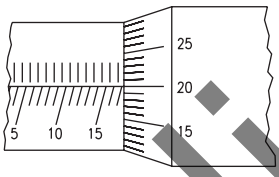
7,437 mm



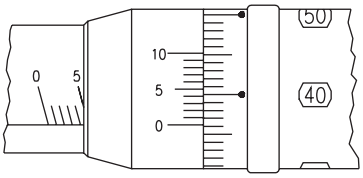
11,64 mm



11,977 mm



17,2 mm



4,362 mm

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Strumenti di misura

Domande di verifica

1. Citate tre processi di controllo oggettivo e tre processi di controllo soggettivo.

Processo di controllo soggettivo	Processo di controllo oggettivo
Controllo di svabatura	Lunghezza
Rugosità	Valore Ra

2. Perché la temperatura influenza il risultato delle misure dei componenti?

Perché i componenti con il calore si dilatano e con il freddo si restringono/accorciano.

3. Secondo quali criteri vengono scelti i mezzi di controllo?

A seconda delle necessità: strumenti di misura, calibri, mezzi ausiliari, precisione desiderata

4. Come si possono ridurre al minimo gli errori causati dagli strumenti di controllo?

Utilizzo e conservazione conformi alle prescrizioni, controlli e pulizie periodiche

5. A che cosa occorre fare attenzione quando si misurano i tubi in gomma?

Da eseguire una misura "senza forza applicata"

6. Quali sono gli errori di parallasse e come si possono evitare?

Errore di lettura, quando si leggono in modo non verticale dei riferimenti che non sono sullo stesso piano

7. Quale precisione si può raggiungere con un rapportatore d'angolo universale (goniometro)?

5 minuti d'angolo

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Strumenti di misura

8. Quali dimensioni si possono misurare con un calibro a corsoio?

Dimensioni esterne, interne, profondità

9. Qual è lo strumento di misura appropriato per controllare il parallelismo e la planarità?

Comparatore/comparatore a tastatore

10. Come occorre fissare il comparatore rispetto alla superficie da misurare?

In posizione di contatto verticale

11. Qual è lo strumento di misura appropriato per ottenere una precisione di circa 4 µm?

Micrometro

12. Elencate quattro diversi tipi di micrometri.

Micrometro per esterni, di profondità, per interni e micrometro per filettatura

13. Che cosa sono i blocchetti di riscontro e a che cosa servono?

Sono misure materializzate in acciaio, in metallo duro o ceramica. Servono come misure di riferimento per la regolazione degli strumenti di misura o per il controllo diretto delle quote.

14. A che cosa occorre prestare attenzione quando si usano i blocchetti di riscontro?

Pulizia, assemblare il meno possibile i blocchetti di riscontro tra loro, compiere misure a 20 °C se possibile, separare nuovamente i blocchetti di riscontro dopo aver eseguito la misura, conservarli in base alle istruzioni

15. Quali sono i vantaggi degli strumenti per misura ottica?

Misura senza contatto fisico, misure eseguite di continuo (durante la lavorazione), misure indipendenti dalla posizione, vasto campo di misure possibili

Test di lettura

Appunti

Test di lettura

Attività Calibri

– Conoscere l'utilizzo e le funzionalità dei calibri principali
– Conoscere i gruppi di piani
– Interpretare, elaborare e modificare i documenti tecnici

Domande di base

1. Quali possono essere i due risultati di un controllo effettuato con un calibro a tampone?

"Passa" o "non passa" /corretto o errato

2. Quali strumenti di controllo conoscete?

Regolo di precisione, squadra con tallone, calibro a raggi, calibro per angoli, calibro di spessore, calibro per filettatura, calibro a tampone, calibro a forcella, ecc.

3. Fornite degli esempi di utilizzo tipici dei calibri.

Raggio, gioco assemblaggio, linearità, planarità, filettature, tolleranze

4. La temperatura di un calibro deve essere più fredda o più calda di quella del componente da controllare?

Idealmente alla stessa temperatura

5. Nella vostra azienda, esiste un dipartimento responsabile del controllo dei pezzi? Se sì, che è il responsabile?

Test di lettura

Teoria — Calibri

Calibratura

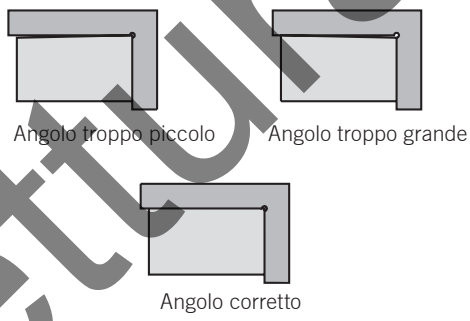
La calibratura è un processo di controllo che consente di stabilire se un componente da controllare è giusto o sbagliato verificando se alcune lunghezze, alcuni angoli o alcune forme del componente non superano le tolleranze definite o, in tal caso, in quale direzione vengono superate queste tolleranze. Il risultato non è un valore numerico, ma l'indicazione se il componente è stato creato correttamente o meno.

Calibri di formatura

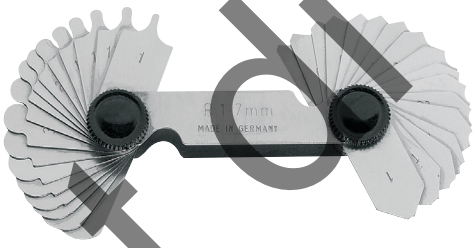
I calibri di formatura permettono di controllare raggi, angoli e altri profili secondo il **processo con raggio di luce.**

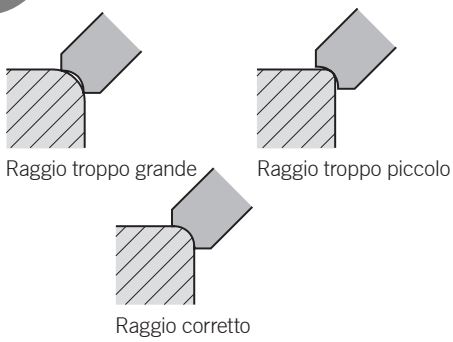
Squadra con tallone o a cappello





Calibro a raggio





Calibri di misura

Per verificare la forma desiderata, applicate il componente contro il calibro e osservate il tutto in contro luce. Più il raggio di luce sarà piccolo, più la forma del componente sarà precisa.

I calibri di misura sono spesso formati da calibri multipli a quota crescente.

Calibro di spessore



Calibro a fori



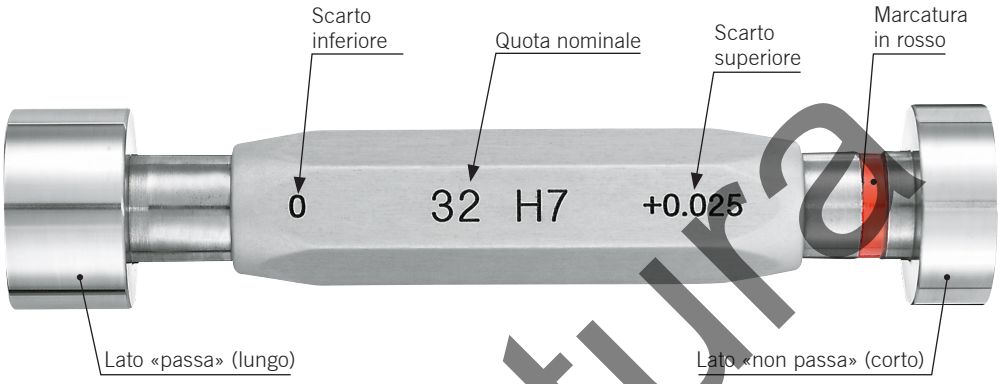
I calibri di misura permettono di determinare i limiti tra i quali si trova la quota misurata. Se, ad esempio, il calibro di spessore di 0,15 mm si inserisce in una gola, mentre quello da 0,20 mm non entra, la larghezza della gola sarà compresa tra 0,15 mm e 0,20 mm. Il calibro a fori consente inoltre di verificare il diametro delle punte.

Test di lettura

Teoria Calibri

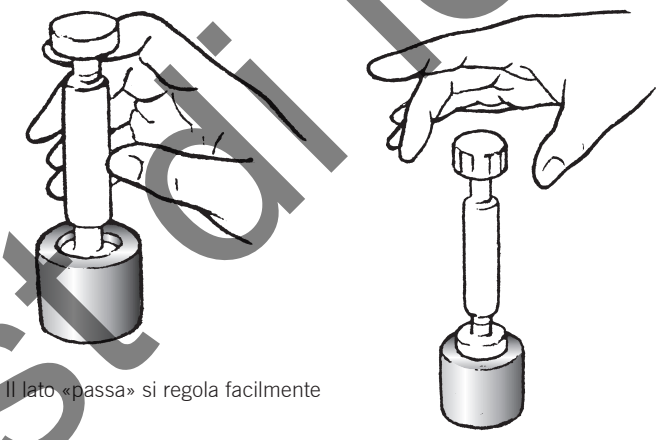
Calibri di limitazione

Un calibro di limitazione presenta un lato «passa» e un lato «non passa». Permette di determinare se un componente rispetta una tolleranza prestabilita. Lo scarto superiore, la quota nominale e lo scarto inferiore vengono segnati sul calibro. Il lato «non passa» viene identificato da un anello rosso.



Calibri a tampone

I calibrii a tampone permettono di controllare delle alesature. L'alesatura rientra nelle tolleranze quando il lato «passa» si adegua perfettamente e nel caso in cui il lato «non passa» non si adattasse. Il lato «non passa» viene identificato con lo scarto superiore, il tampone più stretto e un riferimento rosso.



Il lato «passa» si regola facilmente

Il lato «non passa» non si inserisce

Se il tampone lato «non passa» entra nell'alesatura, il componente è errato.
Se il tampone lato «passa» non entra, l'alesatura è troppo piccola e va ripresa.

Consigli

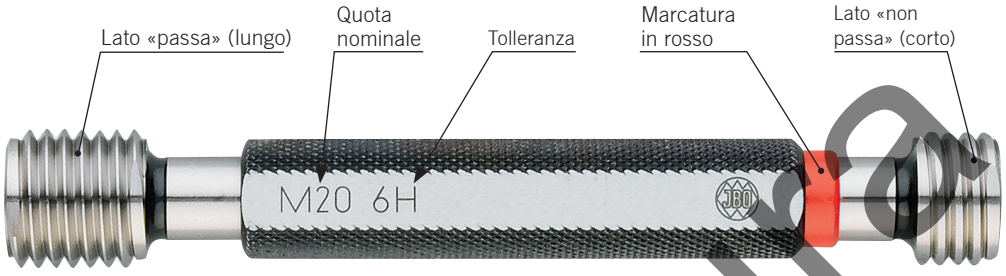
- L'alesatura da controllare deve essere pulita e sbavata.
- Non cercate di inserire il tampone a forza. Il calibro deve essere inserito delicatamente, con due dita.
- Se il tampone rimane incastrato nell'alesatura, non cercate di liberarlo usando un martello. Cercate piuttosto di liberarlo scuotendolo un po'.
- Per controllare un foro cieco, inserite il tampone molto lentamente, per permettere all'aria imprigionata di fuoriuscire.
- Non lasciate cadere un calibro a tampone. Qualora cadesse su un lato, la sua forma e la sua quota potrebbero modificarsi.

Testo di lettura

Teoria — Calibri

Tampone filettato

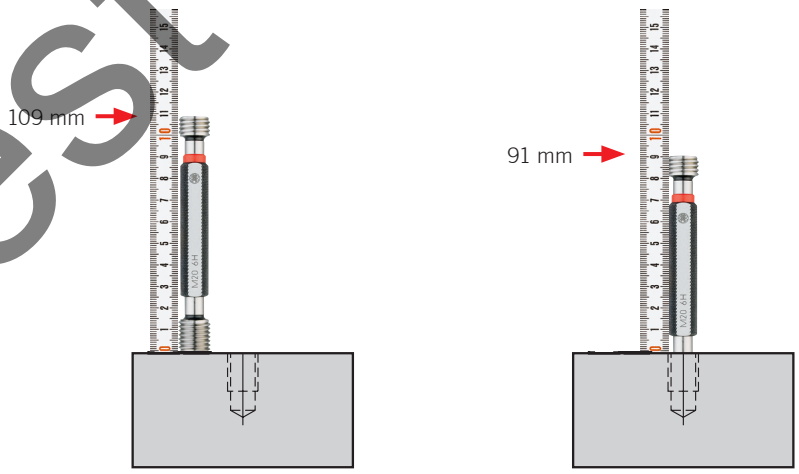
Permette di controllare le filettature interne. Il lato «passa» deve poter essere avvitato completamente e facilmente nella filettatura. Al contrario, il lato «non passa» non deve entrare. Riconoscerete quest'ultimo dall'anello rosso di riferimento e dal campo di trascinamento.



Consigli
- Fate in modo che non vi siano trucioli o sporcizia all'interno, in particolare nei fori ciechi.
- Avvitate il calibro nella filettatura soltanto a mano. Non usate mai una chiave.
- Una filettatura correttamente smussata facilita l'inserimento del calibro.

I tamponi filettati permettono anche di verificare la profondità e l'inclinazione della filettatura.

Misura della profondità della filettatura
Misurate innanzitutto la lunghezza del tampone filettato. In seguito, avvitate completamente il tampone e misurate la distanza tra il lato del pezzo e la sommità del calibro. Questa misura può essere eseguita con una righetta o un calibro di profondità.



Profondità della filettatura = 109 – 91 = **18 mm**

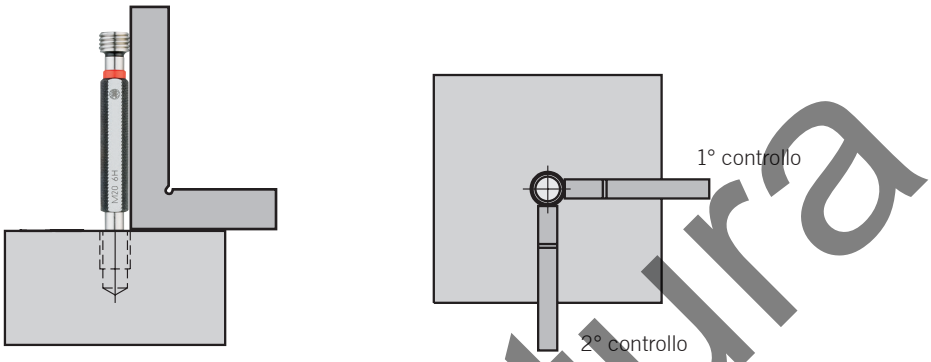
Test di lettura

Teoria

Calibri

Controllo della perpendicolarità
Avvitate il tampone filettato fino in fondo al foro. Verificate in seguito l'angolo del tampone con una squadra in almeno due punti.

Eseguire due controlli spostati a 90°



Squadra e lineale di precisione

La squadra e il lineale di precisione sono dei calibri di formatura. Permettono di controllare la perpendicolarità, la rettilineità o la planarità di un componente.

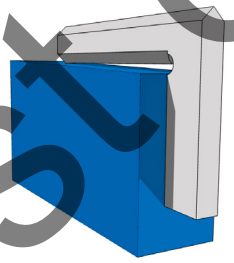
Squadra di precisione



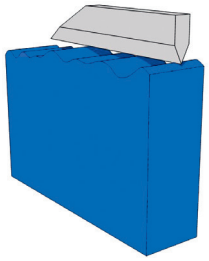
Lineale di precisione



Controllo della perpendicolarità



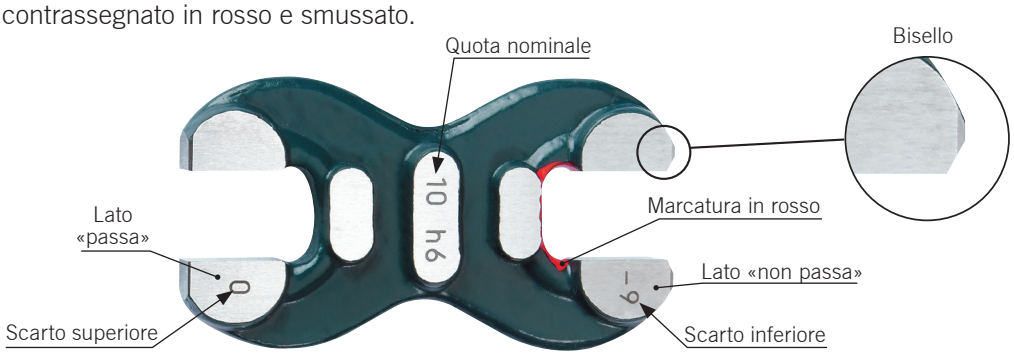
Controllo della rettilineità e della planarità



Il raggio di luce passante tra il calibro e il componente vi fornisce l'errore esistente tra la forma ideale e la forma reale. Con la squadra e il lineale di precisione, è possibile individuare scarti inferiori a 5 µm.

Calibro a forcella

Il calibro a forcella è composto da un lato «passa» e un lato «non passa». L'indicazione dello scarto superiore figura nel lato «passa» mentre l'indicazione dello scarto inferiore nel lato «non passa». La quota nominale è incisa tra i due. Il lato «non passa» è contrassegnato in rosso e smussato.



Testo di lettura

Teoria

Calibri

I calibri a forcella permettono di controllare il diametro esterno a bassa tolleranza degli alberi. Il componente rientra nelle tolleranze quando il lato «passa» scorre sull'albero attivato dal proprio peso e quando il lato «non passa» non si adatta all'albero.

Lato «passa» Lato «non passa»



Se il lato «passa» non scorre sull'albero, il componente deve essere ripreso. Se il lato «non passa» scorre sul componente, il componente non è corretto.

Consigli
- Gli alberi da controllare, come per qualsiasi calibro a forcella, devono essere puliti.
- Procedete con attenzione. Il calibro a forcella deve scorrere sull'albero, trascinato dal proprio peso.
- Non lasciate cadere il calibro a forcella. Qualora dovesse cadere, le sue dimensioni potrebbero venire modificate.

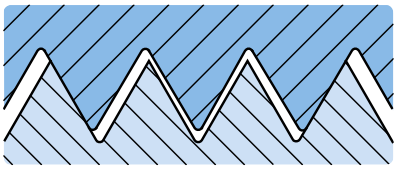
Calibro filettato

Con un calibro filettato, è possibile misurare il passo e l'angolo del fianco di una filettatura.

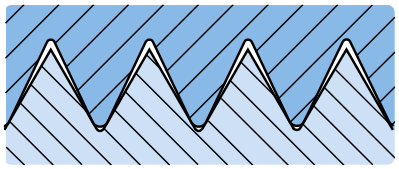


Anche se una filettatura è stata controllata avvitando la vite e il dado o con un anello di controllo, potrebbero risultare degli errori di passo o di angolo profilo. Si consiglia quindi di controllare ciascuna filettatura anche con un calibro filettato.

Errore di passo



Errore d'angolo di profilo



Test di lettura

Teoria

Calibri

Anello di controllo per filettatura

Gli anelli di controllo per filettatura vengono usati per controllare le filettature esterne. Li si trova sotto forma di anelli di controllo o di anelli filettati «non passa». L'anello di controllo deve poter essere avvitato facilmente e completamente sulla filettatura. Si riconosce l'anello filettato «non passa» grazie alla sua marcatura rossa e al fatto che è più piccolo. Non deve poter essere avvitata.

Anello di controllo



Anello «non passa»



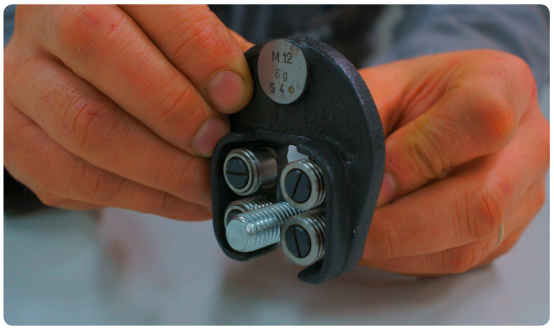
Consigli

- La filettatura da controllare deve essere pulita e priva di bave. Una filettatura sporca provoca una notevole usura dell'anello di controllo. In presenza di sporcizia, l'anello di controllo rischia di bloccarsi e può in seguito essere difficilmente svitato.
- Avvitate l'anello di controllo soltanto manualmente. Se non è possibile, ciò significa che la filettatura è troppo grande o che è sporca.
- È più facile avvitare l'anello di controllo se la smussatura della filettatura è pulita.

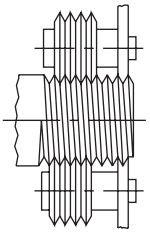
Calibro a forcella per filettatura

Il calibro a forcella per filettatura possiede una coppia di rotelle di controllo «passa» e una coppia di rotelle «non passa». Le rotelle «passa» hanno diversi canali elicoidali e devono poter rotolare sul filetto grazie al proprio peso, mentre le rotelle «non passa» ne hanno meno e non devono poter rotolare sulla filettatura.

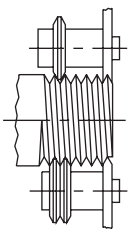




Rotelle «passa»



Rotelle «non passa»



Un sistema di eccentrico consente di regolare il calibro a forcella per filettatura con tolleranza desiderata servendosi di un calibro di regolazione o di un calibro tampone per filettatura.

Calibro di regolazione per filettatura



Calibro a tampone per filettatura



Testo di lettura

Verifica delle conoscenze

Calibri

Domande di verifica

1. Con quale calibro si possono controllare i fori?

Con un calibro a tampone

2. Qual è il calibro giusto per controllare i raggi?

Il calibro a raggi

3. A che cosa bisogna prestare attenzione durante i controlli effettuati con un calibro a tampone per filettatura?

Filettatura pulita, troncatura, forza minima esercitata durante l'avvitamento

4. Che cosa si può controllare con un calibro a tampone per filettatura?

"passa" o "non passa", profondità, perpendicolarità

5. Come si riconosce il lato «non passa» di un calibro a tampone?

Marcatura rossa, cilindro corto, dimensione più grande

6. Perché si usano dei lineali, rispettivamente delle squadre di precisione?

Per controllare la perpendicolarità, la planarità, la rettilineità

7. Citate almeno quattro calibri che consentono di controllare le filettature.

Tampone filettato, calibro a tampone, anello di controllo, calibro a forcella per filettature

Test di lettura

SWISSMEM

Attività — Tolleranze geometriche, rugosità superficiale



– Conoscere le diverse tolleranze di forma e di posizione
– Determinare la rugosità di superficie

Domande di base



1. Citate le possibili conseguenze degli errori di tolleranza geometrica e dimensionale, ad esempio a livello di una ruota di veicolo?

Durante la guida, il veicolo dà l'impressione di sobbalzare

Causa: errata concentricità radiale del cerchione

Effetto di frenata irregolare dei freni a disco

Causa: errata concentricità radiale del disco del freno

2. Perché alcuni componenti devono essere fini e altri rugosi?

Rispetto alla loro funzione: superfici di scivolamento ⇒ fine
pareti interne di un scatola ⇒ rugosa

3. Citate dei componenti le cui superfici devono essere particolarmente fini o rugose?

Fini: blocchetti di riscontro, superfici di scivolamento Rugose: ghisa, messa in lunghezza del materiale in barre (ad es. sega alternativa)

4. Quali esigenze devono soddisfare i componenti da controllare che dovete controllare?

Rispettare le tolleranze geometriche e dimensionali relative alla funzione del componente

5. Perché gli sci vengono sciolinati?

Per ottenere una superficie dotata di migliori proprietà di scivolamento
(riempimento delle rigature)

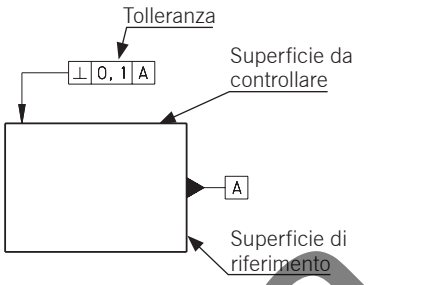
Test di lettura

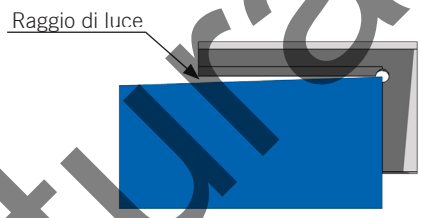
Teoria — Tolleranze geometriche, rugosità di superficie

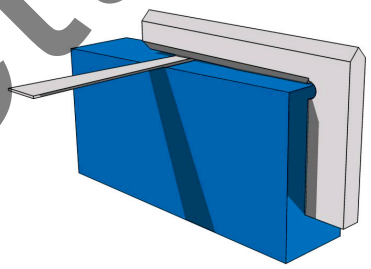
Controllo della perpendicolarità ⊥

Con una squadra

– Sulla base del disegno, determinate la superficie di riferimento, la superficie da controllare e la tolleranza.
– Scegliete una squadra dalle dimensioni appropriate, in modo che il lato lungo copra almeno la superficie da controllare.
– Applicate la squadra contro il pezzo. Premete il lato corto contro la superficie di riferimento. Il lato lungo deve poggiare leggermente contro la superficie da controllare. Accertatevi che il pezzo sia pulito e privo di sbavature.
– Se tenete ferma la squadra contro il pezzo, osserverete un raggio di luce. Più questo raggio tra la superficie da controllare la squadra è stretto, più l'angolo è preciso.
– Per rendervi conto dell'importanza di questo raggio, potete anche inserire un calibro di spessore nell'intervallo.

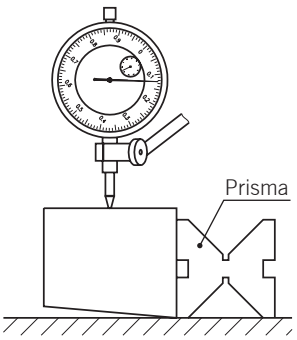






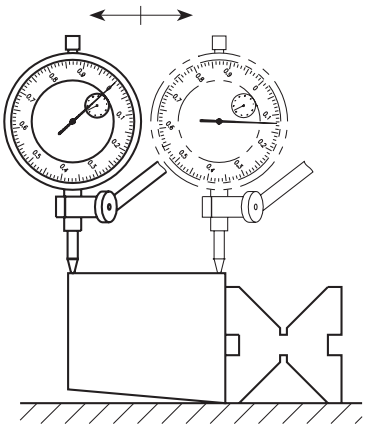
Con un comparatore ad asta o a tastatore

– Fissate il comparatore su un supporto e posizionate quest'ultimo su un piano.



– Applicate il lato di riferimento del componente contro un prisma e mettete in contatto il tastatore.

– Mettete il comparatore a zero su un bordo poi spostatelo sull'intera superficie da controllare. Potete spostare sia il pezzo che il comparatore.



– La differenza tra il punto più alto e il punto più basso non deve superare la tolleranza.

Test di lettura

SWISSMEM

Teoria

Tolleranze geometriche, rugosità di superficie

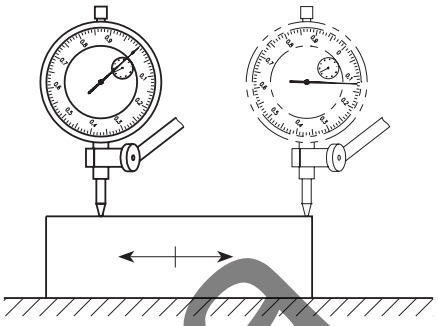
Controllo del parallelismo //

Con un comparatore ad asta o a tastatore

– Mettete il componente con il lato di riferimento contro il piano.

– Spostatelo sotto il comparatore ad asta o a tastatore fissato sul suo supporto.

– Mettete il comparatore a zero su un bordo poi percorrete tutta la superficie da controllare.



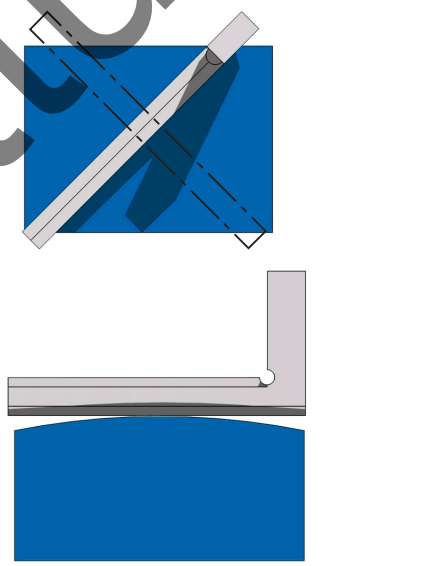
Controllo della planarità ▱

Con una squadra o un lineale di precisione

– Scegliete una squadra o un lineale di una lunghezza che copra l'intera superficie da controllare.

– Applicate il lineale su diversi punti della superficie, preferibilmente sulle diagonali.

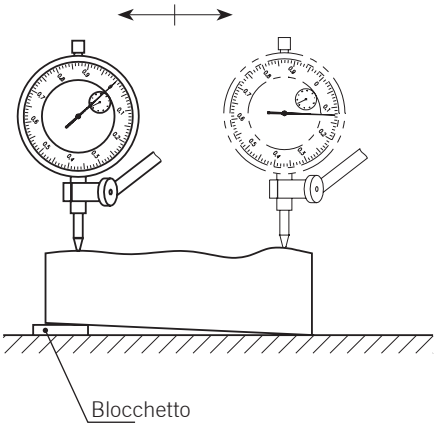
– Il raggio di luce tra il lineale e il pezzo vi indica gli eventuali difetti di planarità della superficie.



Con un comparatore ad asta o a tastatore

– Mettete il pezzo sul piano, in modo che i quattro angoli della superficie da controllare siano alla stessa altezza. Per fare ciò, potete posizionare dei blocchetti sotto il pezzo.

– In seguito, percorrete tutta la superficie con il comparatore.



Test di lettura

Teoria

Tolleranze geometriche e dimensionali, rugosità di superficie

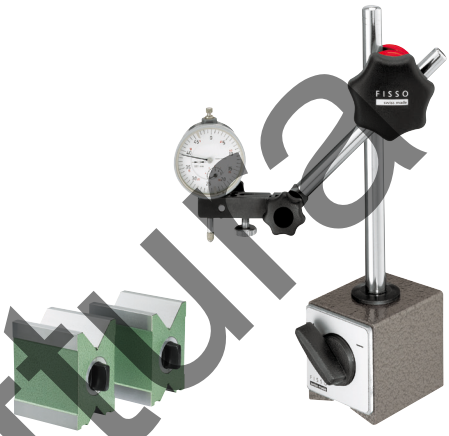
Controllo dell'oscillazione radiale ⌭

Il mezzo migliore per controllare l'oscillazione è di usare un verificatore di oscillazione. Se non l'avete, potete controllare l'oscillazione con dei prismi e un comparatore a quadrante.

Verificatore di oscillazione

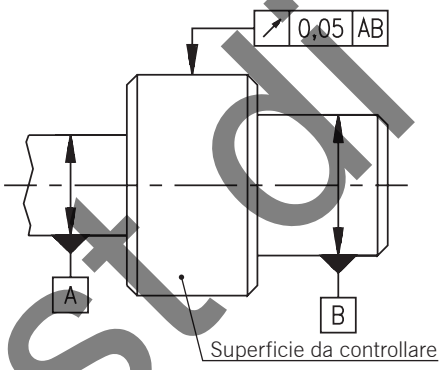


Prismi/comparatore



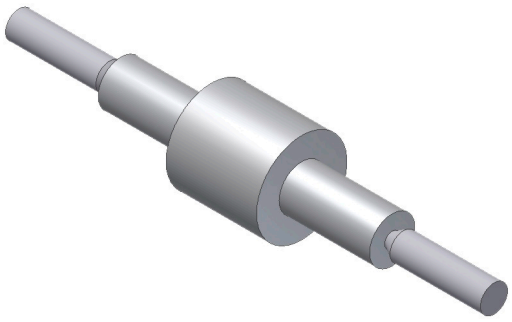
Procedura:

– Individuate, sul disegno, qual è l'asse di riferimento (o eventualmente la superficie di riferimento) e qual è la superficie da controllare.

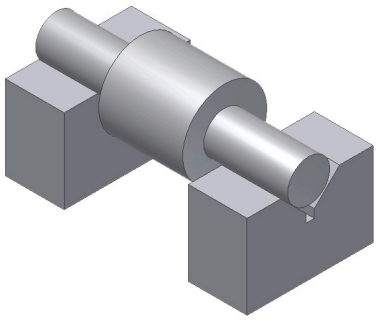


– Se il componente è dotato di due centrature sul proprio asse di riferimento, può essere serrato dalle estremità. Altrimenti, il componente deve essere posato sui prismi. In tal caso, la vostra misura si riferisce quindi alla superficie di riferimento (superficie di supporto).

Tra le estremità



Supporto su prisma

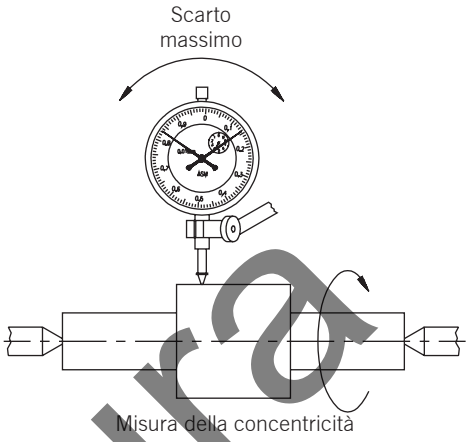


– Fissate il comparatore e percorrete la superficie da controllare.

Test di lettura

Teoria — Tolleranze geometriche e dimensionali, rugosità di superficie

– Determinate il punto più alto e il punto più basso ruotando il componente. La differenza tra questi due punti non deve superare la tolleranza.

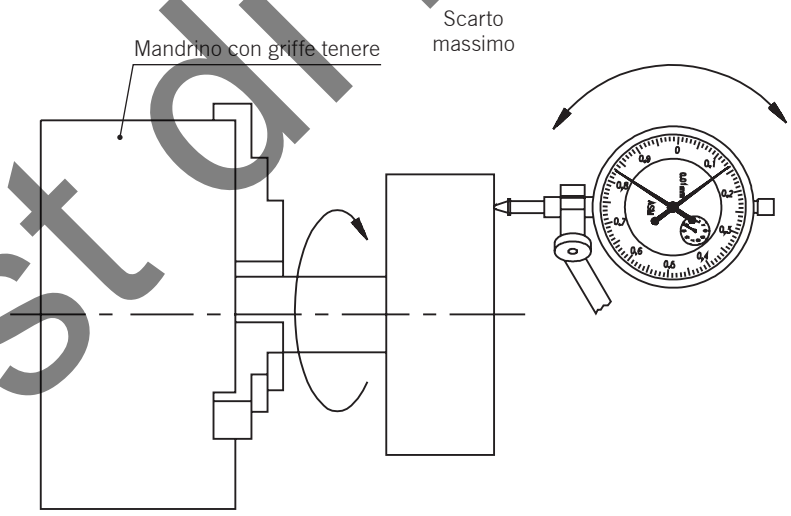


Misura della concentricità

– Eseguite queste misure in più punti della superficie da controllare.

Controllo dell'oscillazione assiale

– Per misurare l'oscillazione assiale, serrate il pezzo in un mandrino a tre griffe o mettetelo su un prisma.
– Mettete il comparatore sulla superficie da controllare e determinate lo scarto massimo facendo ruotare il pezzo.
– Effettuate le misure il più all'esterno possibile dalla superficie, laddove sono suscettibili di verificarsi gli scarti maggiori.



Misura dell'oscillazione assiale

Controllo della circolarità e della coassialità

La circolarità e la coassialità formano insieme l'oscillazione radiale. Misurate gli scarti generali dell'oscillazione radiale e rinunciate a misurare ciascun scarto.



Circolarità Coassialità Concentricità

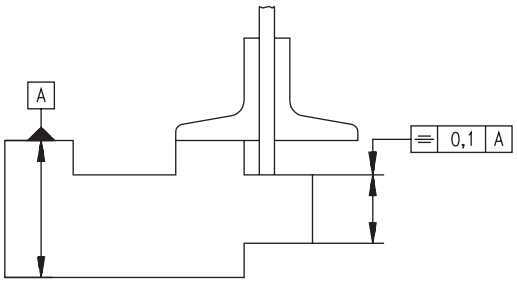
Test di lettura

Teoria — Tolleranze geometriche, rugosità di superficie

Controllo della simmetria

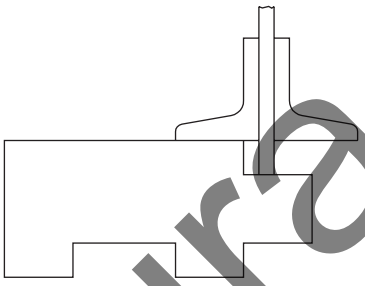
Con un calibro a corsoio o un calibro a corsoio di profondità
Per controllare la simmetria con un calibro a corsoio, sono necessarie due misure.

1a misura



Distanza 1: 15,1 mm

2a misura



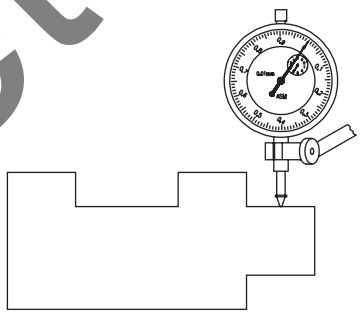
Distanza 2: 14,95 mm

Errore di simmetria: 15,1 – 14,95 = **0,15 mm**

La differenza tra i due valori misurati non deve superare la tolleranza. Nell'esempio precedente, la tolleranza (0,1 mm) viene superata di 0,05 mm.

Con un comparatore ad asta o a tastatore

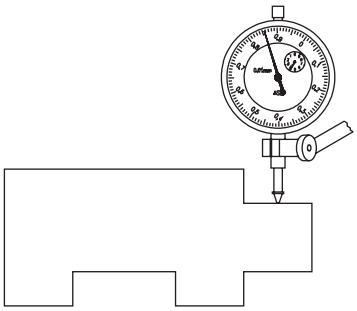
– Posizionate il componente su un piano con la superficie di riferimento in basso e passate il comparatore sulla superficie da misurare.



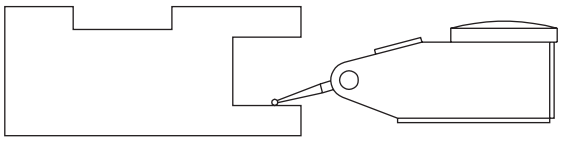
– Fissate il comparatore e mettetelo a zero.

– Ruotate il componente sull'altra superficie di riferimento e spostatelo sotto il comparatore. Fate in modo che questo non si sposti.

– Ora potete leggere direttamente lo scarto sul comparatore. Questo non deve superare la tolleranza.



Usate il comparatore a tastatore qualora non vi fosse sufficientemente posto per utilizzare il comparatore a quadrante.



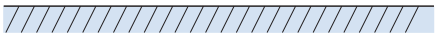
Test di lettura

Teoria

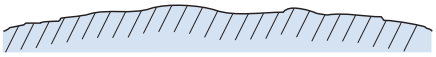
Tolleranze geometriche, rugosità di superficie

Scostamenti della forma

La superficie di un pezzo lavorato presenta sempre uno scarto rispetto alla forma geometrica ideale. Questo è causato ad esempio da una flessione, da vibrazioni, avanzamento e dalla formazione dei trucioli.



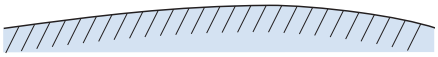
Superficie ideale del punto di vista geometrico



Superficie reale

La deviazione globale si suddivide in errore di formatura, ondulazione e rugosità.

Scostamento della forma:



Causa: flessione

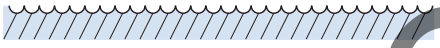
Ondulazione:



Causa: vibrazioni

Rugosità:

Solchi



Causa: avanzamento

Striature, scaglie

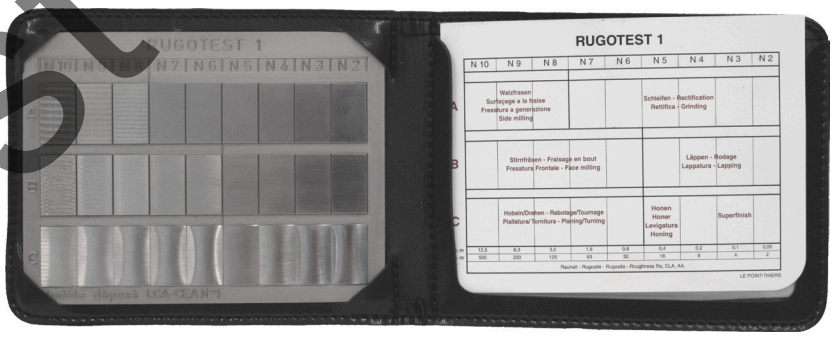


Causa: formazione di trucioli

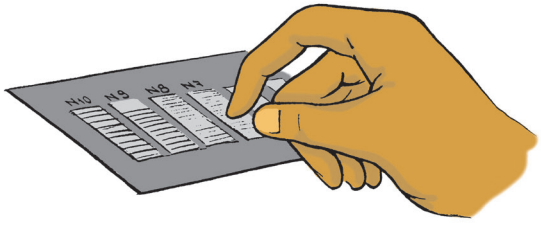
La rugosità può essere determinata rispetto alla superficie. La valutazione degli errori di formatura e di ondulazione è spiegata nell'unità didattica «Tolleranze geometriche e dimensionali I».

Confronto tra le superfici

Con questa tecnica, si confronta la superficie con un campione, chiamato **campione dello stato superficiale.**
Considerato che ogni processo di lavorazione produce una struttura superficiale caratteristica, vengono messi a disposizione dei campioni di superficie corrispondenti.



Potete determinare la classe di rugosità passando alternativamente l'unghia sul campione e sulla superficie del pezzo. Eseguite sempre quest'operazione sulle superfici perpendicolari ai solchi. Naturalmente potete confrontare visivamente gli stati superficiali, ma quest'impressione non è significativa. Fa fede soltanto la profondità dei solchi.



Test di lettura

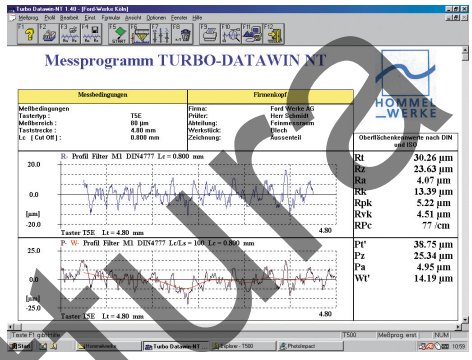
Teoria

Tolleranze geometriche e dimensionali, **rugosità di superficie**

Strumento di misura della rugosità

Per la misura universale della rugosità si utilizzano sempre più spesso degli strumenti elettronici.
Vantaggi di questi strumenti:
– polivalenza,
– diverse possibilità di applicazione. Ad esempio, i valori possono essere espressi in diverse maniere.





Esercizi

1. Controllate la perpendicolarità di un parallelepipedo qualsiasi. Prendete una prima misura con una squadra, poi con un comparatore. Confrontate i due risultati.

2. Sullo stesso parallelepipedo, verificate il parallelismo con un comparatore e valutate la planarità con una squadra.

3. Controllate l'oscillazione radiale di un albero qualsiasi. Cercate di determinare la parte dell'errore riguardante la circolarità e la parte riguardante la coassialità.

4. Controllate la simmetria di un pezzo qualsiasi. Misuratela una volta con il calibro a corsoio e una volta con il comparatore e confrontate i due risultati.

3. Determinate la rugosità su tre superfici lavorate con processi diversi. Esaminate ad esempio un pezzo limato, tornito e fresato.

Test di lettura

SWISSMEM

Verifica delle conoscenze

Tolleranze geometriche e dimensionali, rugosità di superficie

Domande di verifica

1. Con quali mezzi di controllo possono essere verificate le tolleranze geometriche indicate?

Planarità: lineale di precisione, squadra di precisione, comparatore, comp. a tastatore

Concentricità: comparatore, comparatore a tastatore

Parallelismo comparatore, comparatore a tastatore

2. A cosa occorre prestare particolarmente attenzione durante il controllo della planarità?

Prendere le misure il più possibile all'esterno della superficie

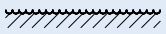
3. Perché la misura dell'oscillazione radiale deve essere eseguita in più punti?

Per limitare l'influenza della coassialità

4. Quali sono gli errori di formatura che possono comparire su dei pezzi? Disegnateli.

Scostamento della forma 

Ondulazione 

Rugosità 

5. Qual è l'elemento decisivo del controllo di superficie?

La superficie deve essere pulita

6. Come si può influenzare la rugosità delle superfici nella lavorazione con asportazione di trucioli?

Macchine rigide (che presentano poca torsione), forza di taglio adeguata (flessione), attrezzi ottimali (geometria di taglio), lubrificazione refrigerante ottimale, velocità di coppia ottimale

Test di lettura

Appunti

Test di lettura

Attività — Manutenzione e cura degli strumenti di controllo, documentazione qualità



– Controllare, pulire e mantenere in buono stato i mezzi di misura e di controllo
– Registrare i risultati di misura nel protocollo di controllo

Domande di base



1. Perché i mezzi di controllo devono essere sempre in uno stato impeccabile?

Per prolungare la loro durata, per garantire un risultato di misura continuamente esatto

2. Perché si redige un verbale del controllo dei pezzi?

Controllo qualità: le dimensioni importanti sono messe a verbale e confrontate con i valori di registrazione

3. Quali sono le dimensioni che devono essere controllate sui pezzi?

Di principio tutte

4. Definite il concetto di «campione» nel quadro delle tecniche di misura e di controllo?

Il campione è costituito da una parte di componenti di una serie di produzione che sono prelevati in maniera casuale e controllati

5. Nella vostra azienda, qual è il dipartimento responsabile del controllo dei pezzi?

Test di lettura

Teoria — Manutenzione e cura degli strumenti di controllo, documentazione qualità

Manutenzione e cura

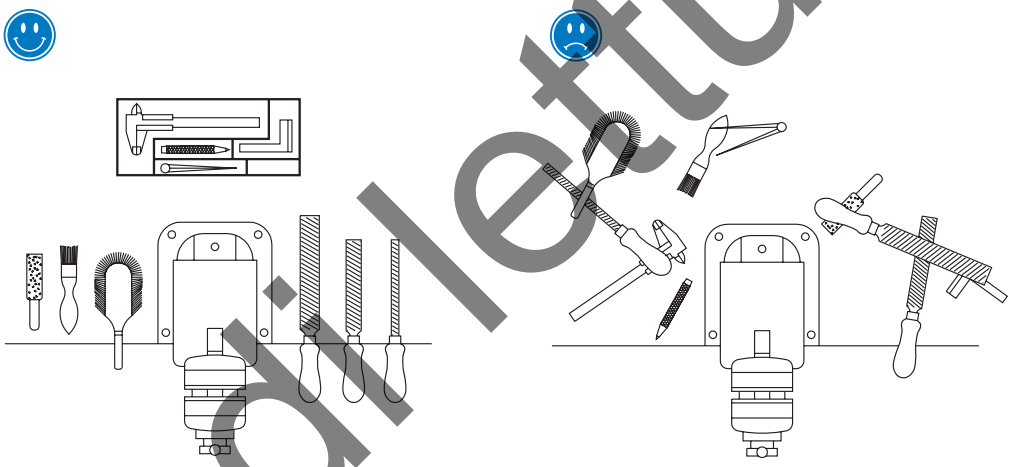
L'attenzione e la manutenzione dei diversi strumenti di controllo rappresentano un compito molto importante. Infatti, strumenti di controllo la cui manutenzione è lacunosa sono all'origine di errori di misura. Una cura e una manutenzione appropriati permettono inoltre di prolungare la longevità degli strumenti di controllo, che sono costosi.

Pulizia

Pulite regolarmente gli strumenti di controllo con un panno asciutto. In caso di notevole sporcizia, potete anche usare un detergente adeguato. Gli strumenti di misura smontabili, come i calibri a corsoio o i micrometri, devono essere smontati per la pulizia soltanto se si possiedono le conoscenze necessarie per farlo.

Ordine

Sistemate sempre gli strumenti di misura, aste e calibri nelle loro custodie. Durante il lavoro, disponetelo sempre in un punto previsto a questo scopo, ad esempio su un panno pulito o nella custodia corrispondente.



Attenzione

Gli strumenti di misura sono dispositivi molto precisi che devono essere trattati con grande cura. Qualora vi dovesse cadere uno strumento, verificatelo attentamente per rilevare qualsiasi danneggiamento e imprecisione prima di usarlo nuovamente.

Controllo

La precisione degli strumenti di misura, aste e calibri deve essere controllata periodicamente. Uno strumento impreciso deve essere identificato come tale e non essere più utilizzato. Dovrete toccare gli strumenti regolabili soltanto se avete le conoscenze necessarie e se le direttive interne all'azienda ve lo consentono. Per il controllo dei diversi strumenti, imparate il contenuto delle unità didattiche corrispondenti.

Documentazione qualità

Per garantire la qualità dei pezzi che consegnate, ciascuno di questi deve essere sottoposto ad un controllo finale. Il risultato di questo controllo è inserito in un protocollo di controllo. Nella produzione in serie dei pezzi, non si controllano generalmente tutti i pezzi ma si procede a verifiche mediante bulinatura sui campioni.

Controllo finale

Il controllo finale serve a verificare se l'insieme delle direttive di fabbricazione è stato rispettato. Oltre alle forme (comprese le loro tolleranze geometriche e dimensionali), si controllano anche lo stato superficiale nonché i diversi altri parametri come, ad esempio, la durezza superficiale. Viene inoltre eseguito un controllo visivo, che consente in particolare di rilevare eventuali spigoli danneggiati o la presenza di graffi o trucioli.

Test di lettura

Teoria

Manutenzione e cura degli strumenti di controllo, documentazione qualità

Piano di controllo

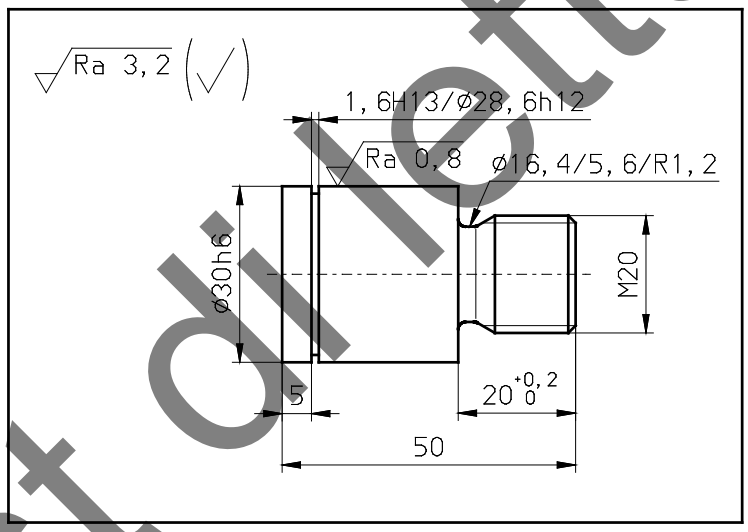
Il piano di controllo comprende la lista dell'insieme delle caratteristiche di controllo, nelle quali sono estratti disegni con le loro dimensioni nominali e le loro tolleranze. Per quel che riguarda le dimensioni senza tolleranza, indicate le tolleranze generali in vigore. Il piano di controllo può essere completato con indicazioni riguardanti gli strumenti di misura usati o le procedure di controllo applicate. Così, se dovete in seguito fabbricare e controllare uno stesso pezzo, saprete esattamente, grazie al piano di controllo, cosa misurare e come fare.

Il piano di controllo comporta altre informazioni importanti:
– numero di disegni;
– numero di ordine;
– indice delle modifiche;
– numero di pezzi da controllare nella serie.

Protocollo di controllo

Il protocollo di controllo risulta dall'iscrizione dei risultati delle vostre misure nel piano di controllo corrispondente.

Esempio



Protocollo di controllo

Disegno n° W32-15-02 Data:
Comando n°: A5635 15.2.09

Caratteristiche	Dim. nominale	Tolleranza	Str. di controllo	Dim effettiva	e. o.
Lunghezza totale	50,0	±0,3 mm	Calibro a corsoio	49,85	✓
Posizione tracciata	5,0	±0,1 mm	Calibro a corsoio	5,13	✗
Lunghezza filettatura	20,0	+0,2 mm	Calibro a corsoio	20,14	✓
Diametro	30,0	0/-13 µm	Calibro a corsoio	29,994	✓
Larghezza indicata	1,6	+140/0 µm	Calibro a corsoio	1,68	✓
ø indicato	28,6	0/-210 µm	Calibro a corsoio	28,45	✓
ø gola	16,4	±0,2 mm	Calibro a corsoio	16,4	✓
Larghezza gola	5,6	±0,1 mm	Calibro a corsoio	5,65	✓
Gola raggio	1,2	±0,2 mm	Calibro radiale	1,3	✓
Filettatura	M20		Anello campione		✓
Superficie	Ra 0,8		Cam.stato superficie		✓
Superfici	Ra 3,2		Cam.stato superficie		✓
Altro	Spigoli rotti		Controllo visivo		✓
Altro	Né rigature né impronte		Controllo visivo		✗
	Data del controllo: 17.07.98 Accettato dalla costruzione			Vidimazione: GS	

Test di lettura

Esercizi

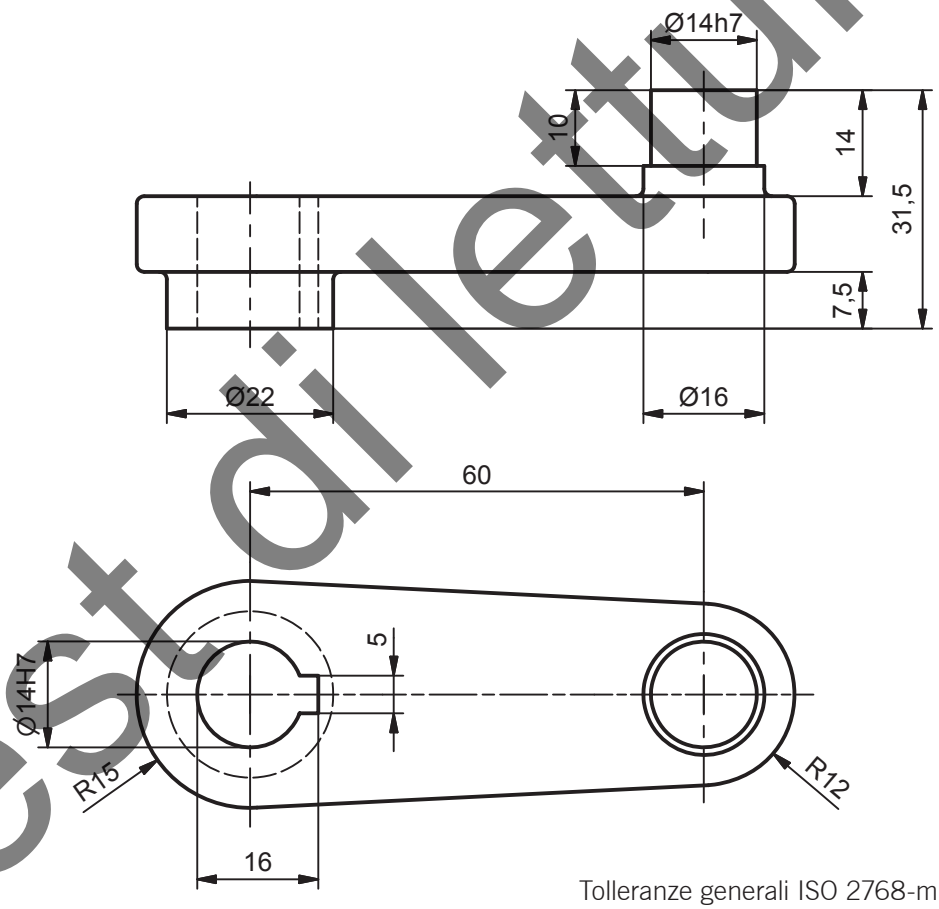
Manutenzione e cura degli strumenti di controllo, documentazione qualità

Compiti

1. Quali sono le direttive riguardanti gli strumenti di misura e i calibri che sono in vigore nella vostra azienda? Indicate dove potete trovarle.

2. Informatevi per sapere quali sono le direttive in vigore nella vostra azienda per la creazione dei piani/protocolli di controllo.

3. Completate il protocollo di controllo per la leva sotto illustrata usando i mezzi di controllo abituali.
- Determinate, con l'aiuto delle norme, gli scarti limite.
- Indicate lo strumento di controllo appropriato per ogni dimensione.
- Descrivete la procedura di controllo per la dimensione 60.



Tolleranze generali ISO 2768-m

N°	Oggetto da controllare	Dim. (mm)	Scarto limite (mm)		Strumento di controllo
1	Lung. del perno	10	+0,2	-0,2	Calibro a corsoio di prof.
2	ø del perno	14H7	0	-0,018	Micrometro
3	Alesatura	14H7	+0,018	0	Calibri a tampone, microm. per interni
4	Interasse	60	+0,3	-0,3	Calibri a tampone, calibro a corsoio
5	Larg. scanalatura	5	+0,1	-0,1	Calibro a corsoio
6	Prof. scanalatura	16	+0,2	-0,2	Calibri a tampone, calibro a corsoio

Test di lettura

Verifica delle conoscenze

Manutenzione e cura degli strumenti di controllo, documentazione qualità

Domande di verifica

1. Citate alcune direttive in materia di cura e conservazione dei mezzi di controllo.

Pulizia e taratura regolari, conservazione nella custodia originale, utilizzo attento

2. Che cos'è un controllo finale?

Verificare che i componenti siano corretti, la documentazione completa e che l'attrezzatura non sia danneggiata.

3. In una serie di 500 pezzi, è necessario controllare tutti i pezzi prodotti?

No, si procede per campionatura. Per esempio su 100 pezzi ne controllo 20.

4. Nella vostra azienda, dove vengono conservati gli strumenti di controllo?

5. A che cosa serve un piano di controllo?

Da elencare l'insieme delle caratteristiche di controllo per assicurare la tracciabilità dello svolgimento del controllo.

6. Elencate i punti importanti che devono figurare in un protocollo di controllo.

Numero di disegno e di ordine, indice delle modifiche, numero di componenti controllati nella serie, caratteristiche del controllo, dimensioni nominali, tolleranze, mezzi di controllo, dimensioni effettive, risultato, decisione

Test di lettura

Appunti

Test di lettura