

Nelle tabelle seguenti sono riportate le velocità di taglio e di avanzamento consigliate per le lavorazioni di tornitura, fresatura, foratura e alesatura di ogni tipo di materiale. I valori indicati sono frutto di considerazioni in base alle carat-

teristiche del materiale in lavorazione e dei tipi di utensili utilizzati, ma rimangono pur sempre valori consigliati, e che di solito vengono riportati sui cicli di lavoro, ma che in officina possono essere modificati a seconda della sensibilità dell'operatore.

Tabella 3 • Velocità di taglio V_t (mm/min) consigliate per tipi di lavorazioni al tornio

Materiale da lavorare	Sgrossatura			Finitura			Sgrossatura e finitura			Troncatura			Filettatura				Foratura	
													Alesatore	Filiera	Svasatore	Maschio		
R = acciaio rapido RR = acciaio superrapido W = placchetta di metallo duro (widia)																		
	R	RR	W	R	RR	W	R		W		R	W	R	R	R	R	RR	
Acciaio extra dolce	60	90	100	80	120	150	40	70	70	100	45	95	50	15	15	20	7	35
Acciai duri	35	50	95	45	70	120	25	40	50	95	50	70	30	9	8	18	6	31
Acciai extra duri	30	40	65	40	50	80	20	30	40	65	18	55	25	8	6	10	5	23
Acciai bonificati	20	25	60	30	35	70	15	18	35	60	15	50	20	7	5	8	4	20
Ghisa dolce	40	60	90	50	70	100	30	40	65	90	25	80	30	14	7	10	6	22
Ghisa dura	20	40	60	30	55	70	15	20	40	60	18	55	18	8	6	8	4	20
Rame - Bronzo	45	65	165	60	90	260	35	45	80	160	30	100	40	14	11	18	9	50
Ottone	100	200	220	200	300	350	75	100	100	220	55	200	80	20	15	20	10	85
Alluminio	200	300	400	300	500	600	150	200	300	400	150	300	150	30	24	30	15	175

Tabella 4 • Velocità di avanzamento V_a (mm/giro) consigliate per tipi di lavorazioni al tornio

Materiale da lavorare	Tornitura esterna		Tornitura interna		Utensile di forma	Troncatura
	Sgrossatura	Finitura	Sgrossatura	Finitura		
Acciaio $R_m < 600$ N/mm ²	0,1 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Acciaio $R_m = 600 ÷ 1000$ N/mm ²	0,1 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,15	0,05 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,1	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Acciaio $R_m = 1000 ÷ 1200$ N/mm ²	0,1 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,15	0,05 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,1	0,02 ÷ 0,05	0,05
Ghisa HB ≤ 180	0,1 ÷ 0,8	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Ghisa HB > 180	0,1 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,5	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,05	0,02 ÷ 0,05
Ottone - Bronzo	0,1 ÷ 0,8	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,1	0,05 ÷ 0,2
Rame	0,1 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,5	0,05 ÷ 0,25	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Alluminio	0,1 ÷ 0,8	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,3

Tabella 5 • Velocità di taglio V_t (mm/min) consigliate per operazioni di fresatura

Materiale da lavorare	Frese cilindriche a splanare in acciaio rapido		Frese cilindriche frontali in acciaio rapido		Frese a disco in acciaio rapido		Frese frontali a lame riportate in lega dura		Frese a profilo costante in acciaio rapido		Frese a T in acciaio rapido	Frese a codolo inferiore a 10 mm in acciaio rapido	Frese a codolo con diametro superiore a 10 mm in acciaio rapido	
	Sgrossatura passata 5 mm	Finitura passata 0,5 mm	Sgrossatura passata 5 mm	Finitura passata 0,5 mm	Sgrossatura passata 5 mm	Finitura passata 0,5 mm	Sgrossatura passata 5 mm	Finitura passata 0,5 mm	Sgrossatura	Finitura		Sgrossatura e finitura passata pari Ø fresa	Sgrossatura passata meta Ø fresa	Finitura
Acciaio legato extraduro	8-12	13-18	8-12	13-18	9-12	13-16	45-60	55-65	6-10	8-12	8-10	8-10	10-14	14-16
Acciaio duro	10-16	16-18	12-16	16-25	12-18	16-25	62-80	80-90	8-12	14-16	10-12	10-12	14-20	20-26
Acciaio dolce	15-20	20-35	16-22	25-35	18-25	20-30	100-125	125-140	15-18	18-22	12-18	12-18	18-24	20-28
Ghisa dura e ghisa malleabile	12-18	18-25	12-16	18-25	12-18	18-25	45-55	50-90	10-15	14-18	8-10	8-10	12-14	18-25
Ghisa semidura	20-25	25-30	16-22	25-30	20-25	25-30	55-65	60-100	16-20	18-22	18-22	15-20	22-25	25-28
Bronzo	30-40	40-50	30-40	40-50	30-40	40-50	70-120	80-200	20-30	30-40	25-30	20-24	35-45	40-50
Ottone	35-50	50-70	35-50	50-70	35-50	50-70	80-120	80-200	40-50	50-60	40-45	22-28	36-60	60-70
Rame	30-50	45-80	30-50	45-80	30-50	45-80	100-180	180-300	30-40	35-45	22-25	20-24	30-50	50-80
Alluminio e sue leghe	150-200	250-300	200-250	300-350	150-220	300-350	500-600	800-1000	120-150	150-200	150-200	120-160	120-150	150-200

Tabella 6 • Velocità di avanzamento V_f consigliate per operazioni di fresatura, in mm/(denti · giro)

Materiale da lavorare	Frese cilindriche e frontali	Frese a disco	Frese di forma	Frese a codolo	Frese a lame riportate
Acciaio $R_m < 600$ N/mm ²	0,08 ÷ 0,2	0,03 ÷ 0,07	0,02 ÷ 0,08	0,04 ÷ 0,08	0,10 ÷ 0,25
Acciaio $R_m = 600 ÷ 1000$ N/mm ²	0,05 ÷ 0,15	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,06	0,02 ÷ 0,06	0,10 ÷ 0,20
Acciaio $R_m = 1000 ÷ 1200$ N/mm ²	0,04 ÷ 0,1	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,06	0,02 ÷ 0,06	0,05 ÷ 0,10
Ghisa HB ≤ 180	0,08 ÷ 0,2	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,04	0,03 ÷ 0,06	0,10 ÷ 0,30
Ghisa HB > 180	0,04 ÷ 0,1	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,04	0,04 ÷ 0,05	0,10 ÷ 0,20
Ottone - Bronzo	0,08 ÷ 0,2	0,03 ÷ 0,06	0,02 ÷ 0,06	0,06 ÷ 0,10	0,10 ÷ 0,40
Rame	0,1 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,10	0,04 ÷ 0,08	0,04 ÷ 0,10	0,10 ÷ 0,30
Leghe di alluminio HB ≤ 50	0,1 ÷ 0,25	0,06 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,10	0,08 ÷ 0,15	0,08 ÷ 0,30
Leghe di alluminio HB > 50	0,08 ÷ 0,15	0,04 ÷ 0,10	0,04 ÷ 0,08	0,04 ÷ 0,12	0,06 ÷ 0,20

Tabella 7 • Velocità di taglio e di avanzamento per la foratura		
Materiale in lavorazione	Velocità di taglio (m/min)	Avanzamento (mm/giro)
Acciai dolci e semiduri	9 ÷ 11	0,04
Ghisa	11 ÷ 12	0,07
Ottone	33	0,06
Bronzo	33	0,05
Alluminio	47	0,06

Tabella 8 • Velocità di taglio (m/min) e di avanzamento (mm/giro) per l'alesatura		
Materiale in lavorazione	Alesatore monotagliante	Alesatore a denti
Acciai duri ed extraduri e ghisa dura	0,05	0,3
	0,2	0,6
Acciaio semiduro e ghisa malleabile	0,05	0,3
	0,2	0,8
Acciaio dolce, ottone, alluminio e sue leghe	0,05	0,3
	0,2	1
Rame, bronzo	0,05	0,3
	0,25	0,6

Esempio

Si vuole costruire un cambio dotato di 8 velocità di rotazione da 50 giri/min a 1230 giri/min in progressione geometrica. Determinare il numero di giri intermedi.

I dati sono quindi:

$n_1 = 50$ giri/min
 $n_{\max} = 1230$ giri/min
possibilità di cambio $N = 8$

Dalla relazione (1) si ha:

$$\varphi = \sqrt[7]{\frac{n_{\max}}{n_1}} = \sqrt[7]{\frac{1230}{50}} = 1,58$$

i numeri di giri sono pertanto:

$n_1 = 50$ giri/min
 $n_2 = 50 \times 1,58 = 79 \approx 80$ giri/min
 $n_3 = 50 \times 1,58^2 = 124,8 \approx 125$ giri/min
 $n_4 = 50 \times 1,58^3 = 197,2 \approx 200$ giri/min
 $n_5 = 50 \times 1,58^4 = 311,6 \approx 310$ giri/min
 $n_6 = 50 \times 1,58^5 = 492 \approx 490$ giri/min
 $n_7 = 50 \times 1,58^6 = 777,9 \approx 780$ giri/min
 $n_8 = 50 \times 1,58^7 = 1229 \approx 1230$ giri/min

Il diagramma polare si presenta come in figura 2:

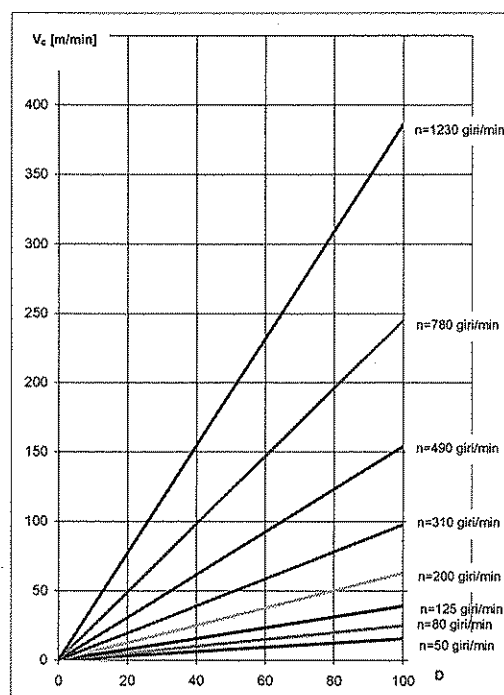


figura 2

18NiCrMo5

Normativa di riferimento UNI 7846
Reference standard UNI 7846

Corrispondenze Comparable standards

SIAU	DIN	W.N.	AFNOR	BS	AISI/SAE
K2D	-	-	(18NCD6)	(815M17)	-

Composizione Chemical analysis

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P e S
.15+.21	.60+.90	.15+.40	.70+1.00	1.20+1.50	.15+.25	≤ .035

Temperature per la lavorazione a caldo ed il trattamento termico Hot work and heat treatment temperatures

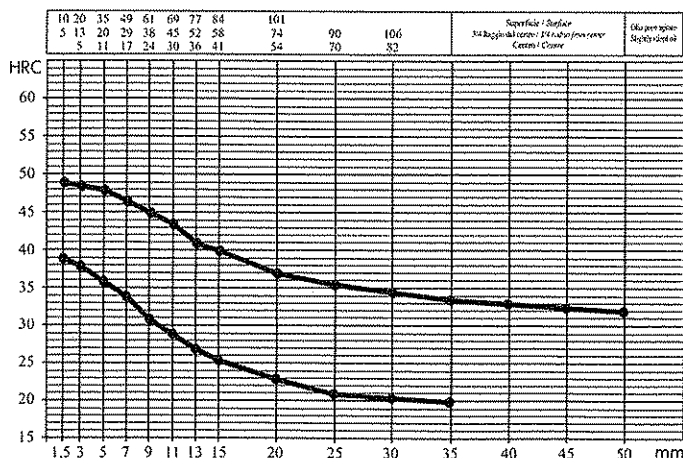
Punti critici Critical point	Fucinatura Forging	Normalizzazione Normalization	Ricottura subcritica Subcritical annealing	Ricottura isotermica Isothermal annealing	Tempra/Hardening 1° 2°	Rilievo tensioni Stress relieving
Ac1 730					840+870	
Ac3 815				850+900		
Ms 360	1100+900	850+900	650+700	↓ 650x2h	810+830	160+200
M _s 180					olio / oil	

Caratteristiche meccaniche / Mechanical properties

Stato Conditions	Saggio/Specimen Ø mm.	Re min. N/mm ²	Rm N/mm ²	A min. %	KCU min. J	Durezza HB allo stato HB hardness in the following conditions
Temprato e disteso Hardened and stress relieved	11	980	1230+1520	8	30	Ricotto lavorabile / Soft-annealed ≤ 240
	30	735	980+1270	9	32,5	Ricotto isoteramico / Isothermal annealed 149+207
	63	635	830+1130	10	35	Ricotto sferoidale / Spheroidal annealed ≤ 207

Temprabilità Hardenability

HRC / % Martensite	Diametro temprabile mm. / Hardenable diameter mm.
90% 70%	olio/oil acqua/water
43 35	50 -



Temprabilità Jominy Jominy hardenability

Distanza dall'estremità temprata Distance from quenched end	Durezza Rockwell Rockwell hardness
mm.	HRC min HRC max
1,5	39 49
3	38 48,5
5	36 48
7	34 46,5
9	31 45
11	29 43,5
13	27 41
15	25,5 40
20	23 37
25	21 35,5
30	20,5 34,5
35	20 33,5
40	33
45	32,5
50	32

39NiCrMo3

Normativa di riferimento UNI 7845
Reference Standard UNI 7845

Corrispondenze Comparable standards

SIAU	DIN	W.N.	AFNOR	BS	AISI/SAE
NCM2	(36CrNiMo4)	(1.6511)	(40NCD3)	-	(9840)

Composizione Chemical analysis

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P e S
.35÷.43	.50÷.80	.15÷.40	.60÷1.00	.70÷1.00	.15÷.25	≤ .035

Temperature per la lavorazione a caldo ed il trattamento termico Hot work and heat treatment temperatures

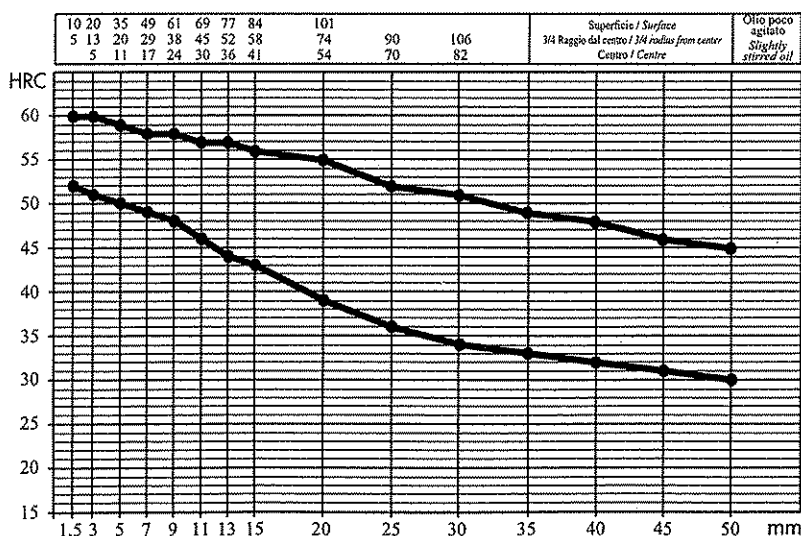
Punti critici Critical points	Fucinatura Forging	Normalizzazione Normalization	Ricottura subcritica Subcritical annealing	Ricottura isoterma Isothermal annealing	Tempra Hardening	Rinvenimento Tempering
Ac1 740						
Ac3 790	1100÷900	850÷880	650÷700	810÷880	830÷860	550÷650
Ms 330				650x3h	olio / oil	

Caratteristiche meccaniche / Mechanical properties

Stato Condition	Saggio Ø mm. Specimen Ø mm.	Re min. N/mm ²	Rm N/mm ²	A min. %	KCU min. J	Durezze HB allo stato HB hardness in the following conditions
Bonificato Hardened and tempered	16	785	980÷1180	11	30	Ricotto lavorabile / Soft-annealed ≤ 240
	> 16	735	930÷1130	11	30	Ricotto isoterma / Isothermal annealed 180÷240
	> 40	685	880÷1080	12	30	Ricotto sferoidale / Spheroidal annealed ≤ 206
	> 100	635	830÷980	12	30	
	> 160 ≤ 250	540	740÷880	13	30	

Temprabilità Hardenability

HRC / % Martensite	Diametro temprabile mm. / Hardenable diameter mm.
90% 50%	olio / oil acqua / water
53 42	85 120



Temprabilità Jominy Jominy hardenability

Distanza dall'estre- mità temprata <i>Distance from quenched end</i>	Durezza Rockwell <i>Rockwell hardness</i>	
mm.	HRC min	HRC max
1,5	52	60
3	51	60
5	50	59
7	49	58
9	48	58
11	46	57
13	44	57
15	43	56
20	39	55
25	36	52
30	34	51
35	33	49
40	32	48
45	31	46
50	30	45

PROVE DI DUREZZA

Conversione dei valori di durezza

Non esiste un procedimento di carattere generale per convertire i valori di durezza ottenuti con metodi di prova diversi; per quanto possibile occorre evitare di convertire tali valori.

Tuttavia esistono casi particolari per i quali si hanno a disposizione delle tabelle di conversione ottenute con prove comparative che ci permettono di convertire in modo approssimato i valori di durezza ottenuti con metodi diversi e i valori di durezza Brinell nel carico unitario di rottura a trazione. La tabella seguente vale solo per gli acciai, esclusi quelli austenitici.

durezza Brinell diametro sfera $D = 10$ mm carico di prova $F = 29,42$ kN		durezza Rockwell		durezza Vickers $F = 294,2$ N	carico unita- rio di rottura a trazione
diametro del- l'impronta d mm	HB	HRB	HRC	HV30	R_m N/mm ²
6,49	80	36,4		80	275
6,16	90	47,4		90	314
5,88	100	56,4		100	343
5,63	110	63,4		110	383
5,41	120	69,4		120	412
5,22	130	74,4		130	441
5,04	140	78,4		140	471
4,88	150	82,2		150	500
4,74	160	85,4		160	540
4,61	170	88,2		170	564
4,48	180	90,8		180	608
4,37	190	93,0		190	638
4,27	200	95,0		200	667
4,17	210	96,6		210	706
4,08	220	98,2		220	736
3,99	230		19,2	230	765
3,91	240		21,2	240	804
3,83	250		23,0	250	834
3,76	260		24,6	260	873
3,69	270		26,2	270	903
3,63	280		27,6	280	942
3,57	290		29,0	290	971
3,51	300		30,3	300	1 010
3,40	320		32,7	320	1 079
3,30	340		34,9	340	1 148
3,22	359		37,0	360	1 207
3,15	376		38,9	380	1 265
3,08	392		40,7	400	1 324
3,02	408		42,4	420	1 383
2,97	423		44,0	440	1 432
			45,5	460	
			47,0	480	
			48,3	500	
			49,7	520	
			50,9	540	
			52,1	560	
			53,3	580	
			54,4	600	
			55,4	620	
			56,4	640	
			57,4	660	
			58,4	680	
			59,3	700	
			61,1	740	
			62,8	780	
			64,3	820	
			65,7	860	
			66,9	900	
			68,0	940	