



la mola abrasiva



AMIS S.r.l.

Via Severino Doppi 4/a - 10095 Grugliasco (TO)
Tel + 39 011 308.28.35 - **Fax** + 39 011 314.93.16
info@catetoabrasivi.com - www.catetoabrasivi.com

P.IVA / CF: 10414490010 - Rea: TO1131421



indice



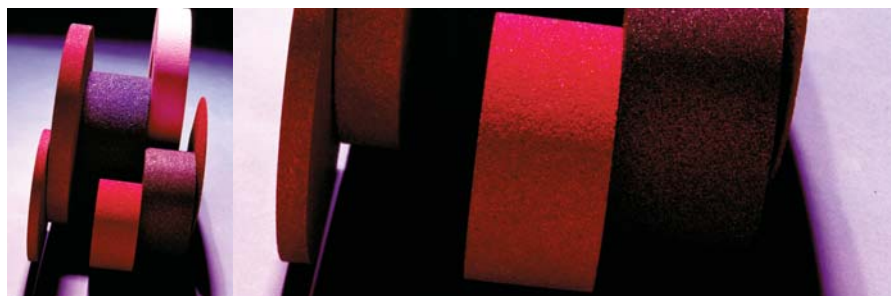
Argomenti:

<u>La mola abrasiva</u>	pag. 9
L'abrasivo	pag. 9
I Corindoni	pag. 10
Carburi di Silicio	pag. 11
Durezza Knoop degli "abrasivi"	pag. 11
<u>Il legante</u>	pag. 12
<u>Marcatura delle mole</u>	pag. 13
Scelta delle specifiche: fattori noti	pag. 14
Scelta delle specifiche: fattori variabili	pag. 14
1. Scelta dell'abrasivo	pag. 15
2. Scelta della grana	pag. 16
Tabella rugosità (Ra)	pag. 17
3. Scelta della durezza	pag. 18
4. Scelta della struttura	pag. 20
<u>5. Scelta del legante</u>	pag. 22
Legante vetrificato	pag. 22
Legante resinoide	pag. 23
Legante gomma	pag. 23
<u>Costruzione della mola ceramica</u>	pag. 24
<u>Costruzione della mola resinoide</u>	pag. 25
Lettura della specifica	pag. 25
Marcatura	pag. 26
Ciclo produttivo	pag. 27
<u>Trasporto e deposito</u>	pag. 28

<u>Montaggio</u>	pag. 29
Flange di serraggio	pag. 30
<u>Equilibratura statica</u>	pag. 32
<u>Primo utilizzo</u>	pag. 33
Condizioni di impiego della mola abrasiva	pag. 34
Velocità periferica	pag. 35
Refrigerazione	pag. 36
Ravvivatura	pag. 37
<u>Tipi di lavorazione</u>	pag. 38
Rettifica in tondo esterna	pag. 38
Rettifica interna	pag. 39
Rettifica senza centri	pag. 40
Rettifica in piano e tangenziale	pag. 41
Rettifica frontale	pag. 42
Affilatura	pag. 43
<u>Difetti di rettifica</u>	pag. 44
Rottura delle mole	pag. 46
<u>Scheda informativa</u>	pag. 48
<u>Profili standard (FEPA)</u>	pag. 49
<u>Forme mole standard (FEPA)</u>	pag. 50
Tipi di segmenti abrasivi standard	pag. 52
Mole montate su perno metallico	pag. 53
<u>Scelta della mola</u>	pag. 55



introduzione



- Questo catalogo tecnico della **Cateto** si rivolge a tutti gli utilizzatori senza la pretesa di affrontare e sviluppare in modo approfondito le innumerevoli problematiche che si presentano in un processo di rettifica bensì con l'obiettivo di rendere un servizio conoscitivo sulla composizione, fabbricazione e utilizzo della mola abrasiva.

- Pertanto quanto di seguito esposto vuole essere uno strumento di consultazione per agevolare il più possibile il vostro lavoro, comunque, in ogni caso e per qualsiasi esigenza il servizio tecnico della Cateto è sempre a vostra completa disposizione.

introduzione

la MOLA ABRASIVA



È considerato un utensile ad asportazione di trucioli a taglienti multipli ed è composta da:

Abrasivo + Legante

ogni mola è costituita da grani duri ed abrasivi taglienti e dalla sostanza agglomerante che li lega. Gli interstizi esistenti fra i due citati componenti costituiscono la porosità.

L'abrasivo

- L'abrasivo costituisce la parte attiva della mola. Le caratteristiche tipiche degli abrasivi sono la durezza e la tenacità.

- Ha la funzione di asportare il materiale sotto forma di minutissimi trucioli.

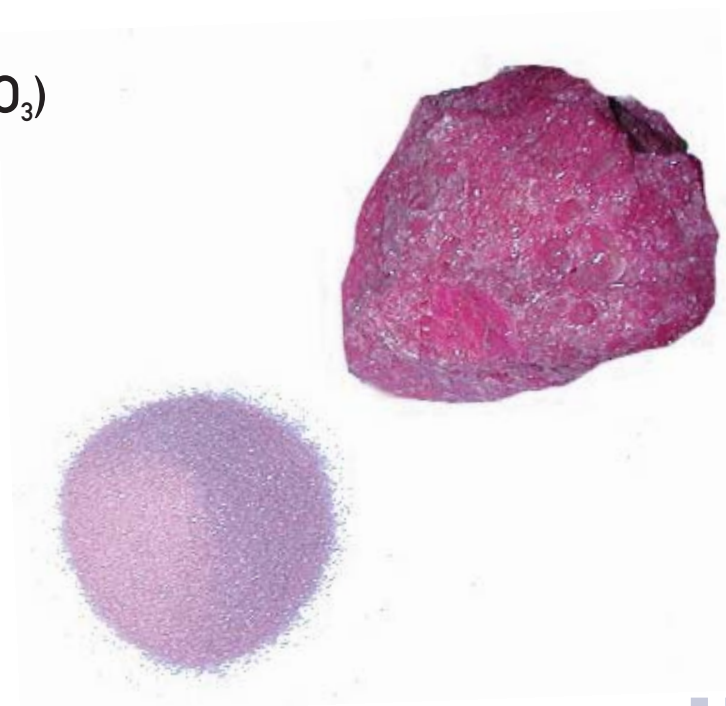
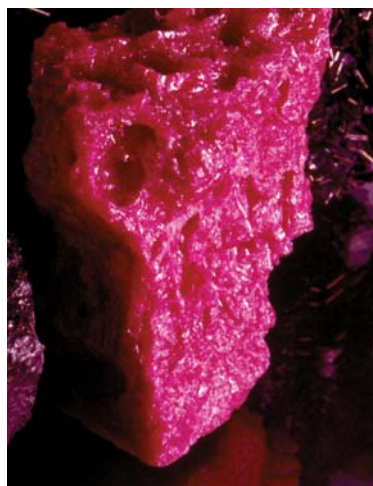
- Si suddivide in due gruppi:

I **Corindoni**: meno duri e più tenaci.

Carburi di silicio: più duri e più fragili.

abrasivo

I Corindoni (Al_2O_3)



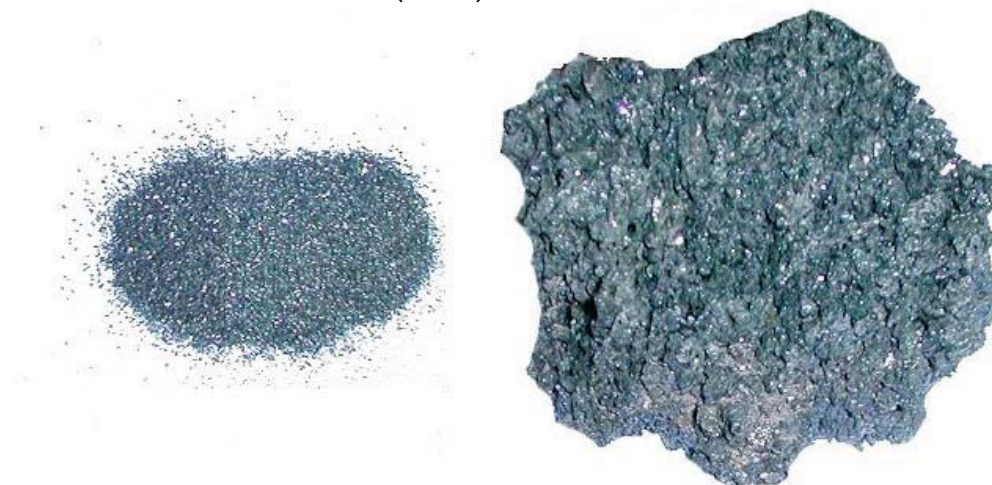
corindoni

Sono abrasivi artificiali a base di sesquiossido di alluminio
formula chimica Al_2O_3 , e si dividono in 4 categorie:

- 1. ROSSO - BRUNO:** derivato dalla fusione della bauxite, particolarmente tenace
- 2. FRIABILI:** derivati dall'allumina con aggiunta di ossidi metallici, particolarmente taglienti ma più fragili
- 3. MONOCRISTALLO:** con struttura cristallina particolare che conferisce > tenacità e > durezza

I tipi citati si ottengono per fusione ed i blocchi ottenuti vengono macinati selezionandoli in vari tipi di granulometria.

Carburi di Silicio (SiC)



Si ottengono dalla combinazione chimica di carbonio puro con silicio fusi in forno elettrico ad alta temperatura

I granuli sono acuminati, durissimi ma piuttosto fragili tanto da prestarsi a lavorare materiali di bassa resistenza alla trazione.

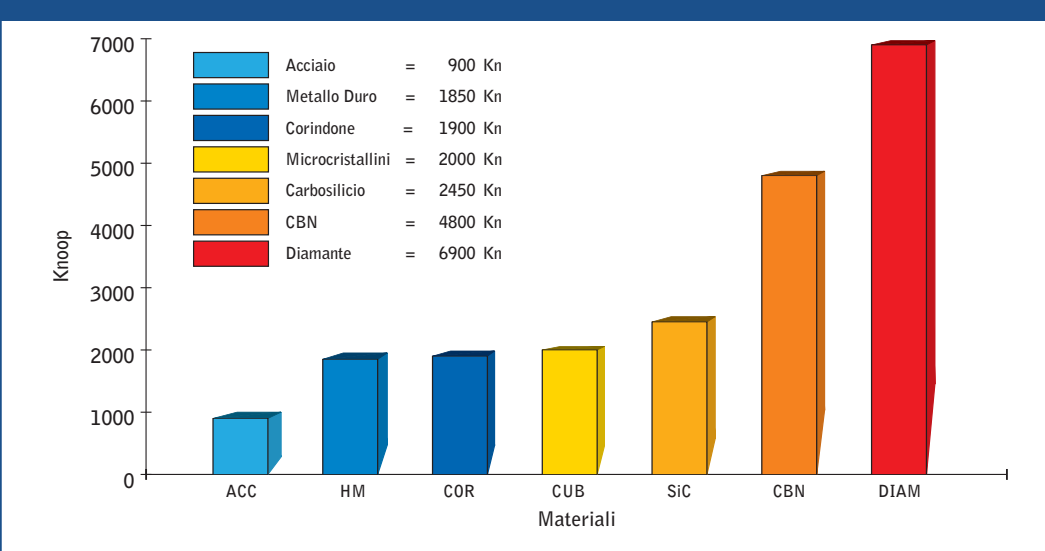
I carburi di silicio sono fondamentalmente di due tipi:

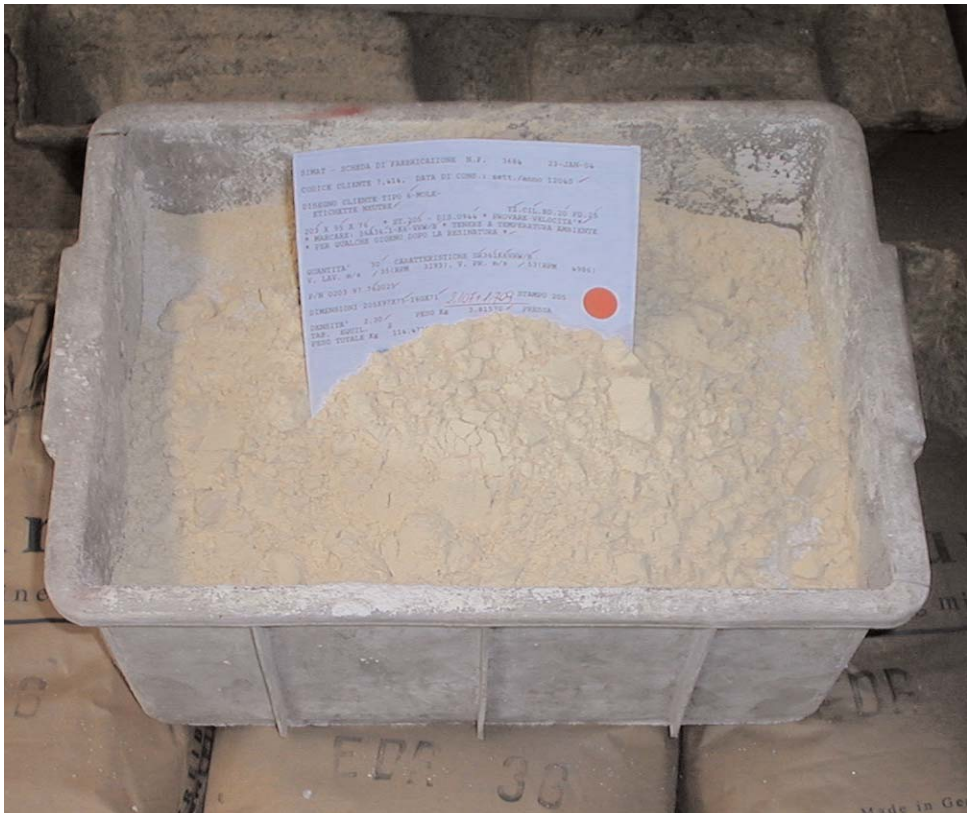
CARBURIO DI SILICIO VERDE: > purezza, più duro e molto fragile

CARBURIO DI SILICIO NERO: < duro e più tenace

Knoop

DUREZZA KNOOP DEGLI ABRASIVI





Legante

Il legante serve per tenere insieme i singoli grani di abrasivo, ed è l'elemento essenziale per la resistenza della mola.

È costituito da diversi materiali che, sotto l'azione termica o chimica danno luogo alla sostanza cementante o legante.

Si suddividono in:

- VETRIFICATO o CERAMICO** sigla identificativa **V**
- BACHELITE o RESINOIDE** sigla identificativa **B**
- GOMMA** sigla identificativa **R**

WA

60

M

5

V

Z

GRANA

GROSSA	MEDIA	FINE	FINISSIMA
14	30	80	220
16	36	100	240
20	46	120	280
24	54	150	320
	60	180	

STRUTTURA

CHIUSA	MEDIA	APERTA
1	5	8
2	6	9
3	7	10
4		11
		12

DUREZZA

TENERISSIMA	TENERA	MEDIA	DURA	DURISSIMA
D	H	K	P	T
E	I	L	Q	U
F	J	M	R	V
G		N	S	Z
		O		

IDENTIFICAZIONE DEL LEGANTE

(alla specifica seguono poi eventualmente dei suffissi di fabbricazioni interna) e/o di porosità

COLORAZIONE ABRASIVI IN NATURA

Abrasivi tradizionali	Abrasivi con coloranti
A Corindone rosso/bruno	BA Corindone azzurro
WA Corindone bianco	WA Corindone rosso mattone
HR Corindone marrone	Carburi di silicio
HA Corindone bianco/rosa	C Carburo di silicio nero
RRA Corindone rosa	CW Carburo di silicio verde
PA Corindone rosa chiaro	
SR Corindone rubino	
ZA Zirconio grigio/scuro	

AGGLOMERANTE

V = vetrificato
B = bachelite
R = rubber (gomma)

In elenco non sono state riportate le sigle che identificano le varie miscele di abrasivi in continua evoluzione

Scelta della SPECIFICA

La scelta di una specifica non è semplice perché occorre tenere conto di tanti fattori noti e variabili

- **Fattori noti:**

materiale

grado di finitura

superficie di contatto mola-pezzo

- **Fattori variabili:**

velocità della mola

condizioni della rettifica

sistema di raffreddamento

tempo di contatto mola-pezzo

conosciuti questi parametri si può procedere a formulare una specifica tenendo conto dei **5 elementi** principali che costituiscono la mola

1. **Abrasivo**

2. **Grana**

3. **Durezza**

4. **Struttura**

5. **Legante**

specifica

1. Scelta dell'ABRASIVO

In funzione delle caratteristiche fisico-chimiche del materiale da lavorare si decide quale tipo di abrasivo utilizzare:

L'OSSIDO DI ALLUMINIO

è adatto per lavorare materiali di elevata resistenza quali:
acciai in genere, altri materiali ferrosi, bronzo duro.

IL CARBURO DI SILICIO

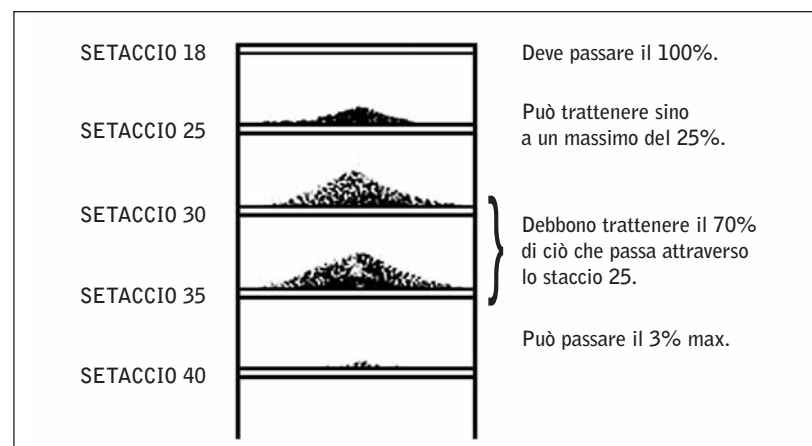
è adatto per lavorare materiali di bassa resistenza quali:
ghisa, materiali non ferrosi, vetro ed altri prodotti ceramici,
carburi metallici.

abrasivo



2. Scelta della GRANA

procedimento di calibratura della GRANA 30



Per calibrare la grana 30 si usano setacci con apertura variante da 18 a 40 per pollice lineare

Indica le dimensioni dei granuli abrasivi ed è espresso con un numero convenzionale variabile da 10 a 1200 (da grossa a fine)

la dimensione del grano corrisponde approsscatetoivamente al numero di maglie per pollice lineare del setaccio utilizzato per cui il $\emptyset$ medio del granulo corrisponde indicativamente al rapporto tra 25,4 mm (1") e "la grossezza" della grana presa in considerazione esempio $\frac{\text{mm } 25,4}{\text{grana } 50} 0,4\text{mm} \sim$

la scelta del tipo di grana dipende da:

proprietà fisiche del materiale da lavorare: tenero, temprato, cementato ecc.

dal sovra-metallo da asportare nell'unità di tempo

dalla superficie di contatto

dal grado di finitura richiesto.

scelta della grana

- la grana da 20 a 36 viene utilizzata per lavori di sgrossatura
- la grana da 46 a 80 viene utilizzata per lavori di finitura
- la grana da 100 a 500 viene utilizzata per super-finitura
- quelle più usate sono tra 36 e 80 con prevalenza di 60
- le grane al di sotto di 20 vengono utilizzate per sbavatura e pulitura di fusioni
- la regola comune è quella di usare grane fini per materiali duri e fragili e grane grosse per materiali teneri e duttili

GRANA → Ra

GRANA			
A	B	C	D
GROSSA	MEDIA	FINE	FINISSIMA
4÷24	30÷60	70÷220	230÷1200

Tabella granulometrica

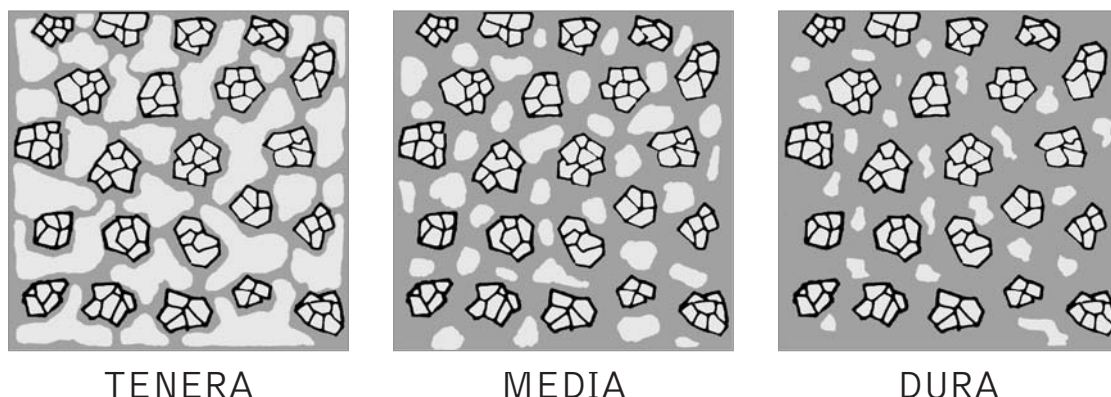
GRANA	Ra
46	1,2 - 1
54	1 - 0,8
60	0,8
80	0,6
100	0,4
120	0,3
150	0,2
180	0,15
220	0,1
280	0,1 - 0,08
320	0,08 - 0,07

MACROGRITS		MICROGRITS
F4	F36	F230
F5	F40	F240
F6	F46	F280
F7	F54	F320
F8	F60	F360
F10	F70	F400
F12	F80	F500
F14	F90	F600
F16	F100	F800
F20	F120	F1000
F22	F150	F1200
F24	F180	F1500
F30	F220	F2000

3. Scelta della DUREZZA

scelta della durezza

Tra grano e grano esistono ponti di agglomerante: più i ponti sono di maggior spessore più la mola è dura



Il grado di durezza definisce la tenacità con la quale l'agglomerante trattiene i singoli granuli durante l'operazione di RETTIFICA

- viene contraddistinta con le lettere dell'alfabeto, dalla lettera D a Z (da molto tenera a molto dura)
- lavorando **materiali duri** sono da impiegare **mole tenere** perché i granuli abrasivi si consumano rapidamente e il legante deve permetterne il distacco. Invece lavorando **materiali teneri** l'abrasivo resiste di più e quindi il legante deve trattenerlo più a lungo, **mole dure**, ecco perché vale la regola:

più il materiale è duro più la mola deve essere tenera
più il materiale è tenero più la mola deve essere dura

- il grado di durezza è determinato anche:
 - dall'ampiezza della zona di contatto
 - dalla pressione di lavoro
 - dalla tenuta dei profili e dei rasamenti
 - dalla velocità di taglio
 - dallo stato della macchina
 - dalla presenza o meno del liquido refrigerante

IL TERMINE "MOLA DURA" O "TENERA"

non si riferisce al tipo di abrasivo impiegato ma alla caratteristica del legante

DUREZZA				
TENERISSIMA	TENERA	MEDIA	DURA	DURISSIMA
D	H	K	P	T
E	I	L	Q	U
F	J	M	R	V
G		N	S	Z
		O		

Tabella durezza

durezza

4. Scelta della STRUTTURA

La struttura indica la porosità della mola, cioè la spaziatura tra i granuli abrasivi, ed è determinante per lo scarico dei trucioli

- nella marcatura delle mole la struttura è identificata da un numero variabile da 1 a 12 (da chiusa ad aperta)
- per la scelta del tipo di struttura occorre tenere presente:
 - il tipo di lavorazione
 - la tipologia del materiale da lavorare
 - la superficie di contatto
 - il sovra-metallo da asportare

se in determinate lavorazioni non è sufficiente la porosità normale si fa ricorso alla super-porosità che viene identificata con 2 o 3 numeri rilevabili nella marcatura dopo la sigla del legante:

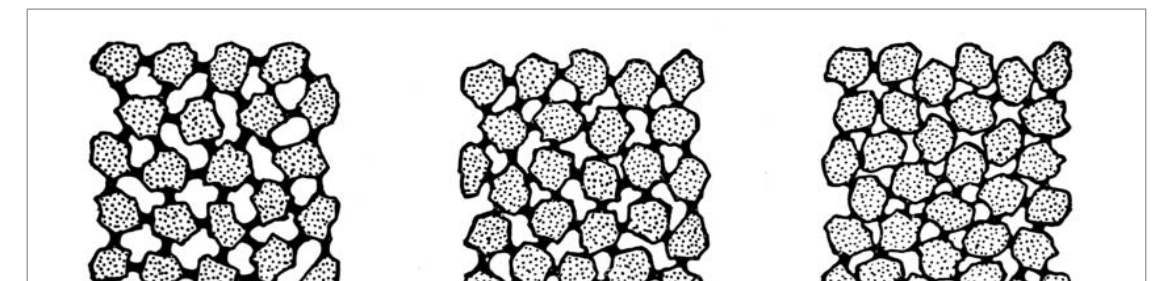
esempio WA 54 E 8 VF 415 dove:

4 è la granulometria della porosità e 15 la percentuale.

- la struttura porosa ha il vantaggio di riscaldare poco il pezzo quindi si evita il fenomeno di rinvenimento del materiale e viene utilizzata in special modo sulla rettifica in piano.
- questa caratteristica non compare nella specifica delle mole a legante resinoide e della gomma.

STRUTTURA		
CHIUSA	MEDIA	APERTA
1	4	8
2	5	9
3	6	10
	7	11
		12

Tabella struttura



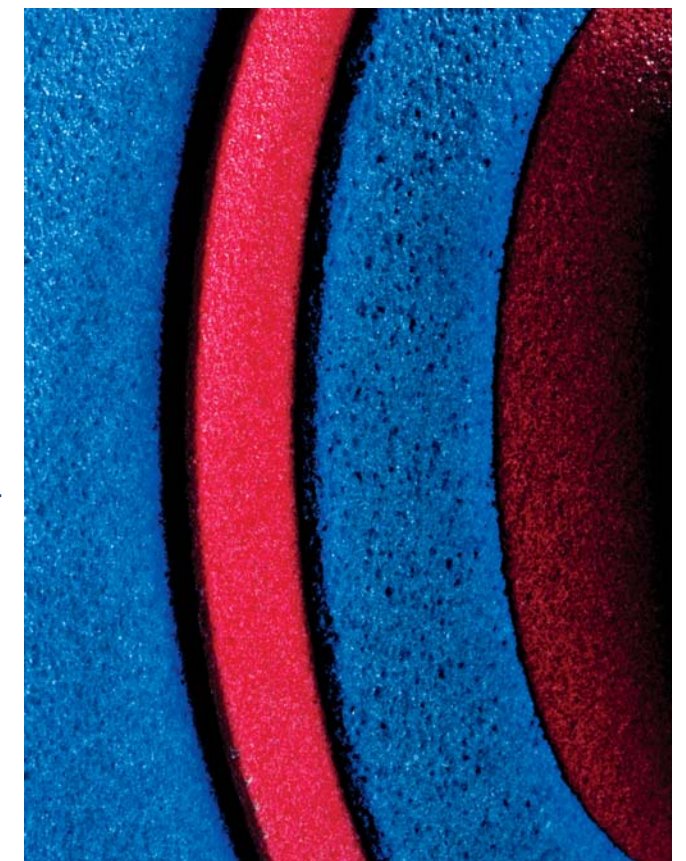
POROSA

APERTA

CHIUSA

scelta della struttura

Esempio di 4 mole della stessa granulometria di abrasivo e dello stesso grado di durezza ma di struttura differente



struttura

5. Scelta del LEGANTE

Buon ultimo è la scelta dell'agglomerante.

La forza di adesione di una grana abrasiva nella costruzione di una mola è in relazione alle caratteristiche e alla quantità del legante impiegato



LEGANTE Ceramico o Vetrificato

- Così definito perché i suoi componenti, dopo cottura ad alta temperatura formano un legante di natura ceramica o vetrosa.
- Non teme l'azione dei lubrificanti, degli olii interi e, solitamente neanche agli acidi.
- Le mole hanno proprietà di grande asportazione di materiale per volume di mola consumata, con vasto campo di impiego specie per la rettifica di precisione ed affilatura utensili.
- La sigla del legante è la lettera V.

legante

LEGANTE Bachelitico o Resinoide



- L'agglomerante resinoide, contraddistinto dalla lettera B è a base di resine sintetiche termoindurenti fenoliche o epossidiche che conferiscono alla mola una elasticità tale da poterla impiegare ad una velocità di rotazione molto elevata.
- Sono utilizzate nelle operazioni di sbavatura, scriccaggio, troncatura, rettifica con mole contrapposte e, talvolta, nei rulli conduttori

LEGANTE Gomma



- L'agglomerante alla gomma contraddistinto con la lettera R è composto da caucciù naturale o sintetico e si ottiene per vulcanizzazione.
- Ha caratteristiche di grande elasticità e tenacità e viene utilizzato nella fabbricazione di mole alimentatrici, con perno e per operazioni di superfinitura.



Costruzione della MOLA CERAMICA

Decisa la caratteristica si passa alla fase esecutiva.

La sequenza produttiva della mola abrasiva è la seguente:

- **pesatura** delle materie prime (m. p.), cioè abrasivo + legante
- **misclatura** delle m. p. con collanti e/o umidificanti
- **pressatura** nella forma, struttura e durezza richiesta
- **essiccazione** in questa fase avviene l'evaporazione di alcuni elementi e rende la mola movimentabile
- **cottura**: qui avviene la cottura della mola ad alta temperatura c.ca 1200 °C che permette la fusione dei leganti.
- **finitura** l'esecuzione dimensionale della mola
- **collaudo** in questo reparto si controlla il prodotto: dimensioni, profili, planarità, parallelismo, ecc...
- **equilibratura**: statica e dinamica
- **prova velocità**: effettuata su tutta la produzione
- **marcatura**: effettuata direttamente sulla mola o su etichette
- **imballaggio**: il prodotto finito viene sistemato nei vari imballi pronto per la spedizione

mola

Costruzione della MOLA RESINOIDE

- La sequenza produttiva è uguale alla mola ceramica tranne la cottura che avviene in un'unica fase a 200° C (polimerizzazione)

lettura della SPECIFICA

Il sistema di marcatura delle caratteristiche è stato adottato da tutti i fabbricanti di mole abrasive secondo le normative della Fepa (Federazione Europea Produttori Abrasivi).

La marcatura delle mole Cateto si legge nel seguente modo: **WA 60,1 K 7 V Z 415**

- **WA** qualità/tipo di abrasivo (una, due o tre lettere)
- **60(.1)** granulometria (se .1 o .2 ecc... mix granulometria speciale)
- **K** durezza
- **7** struttura
- **V** tipo di legante
- **Z** qualità del legante
- **415** eventuale super-porosità

specifica

Sulla mola, oltre alla specifica descritta, vi sono le dimensioni:

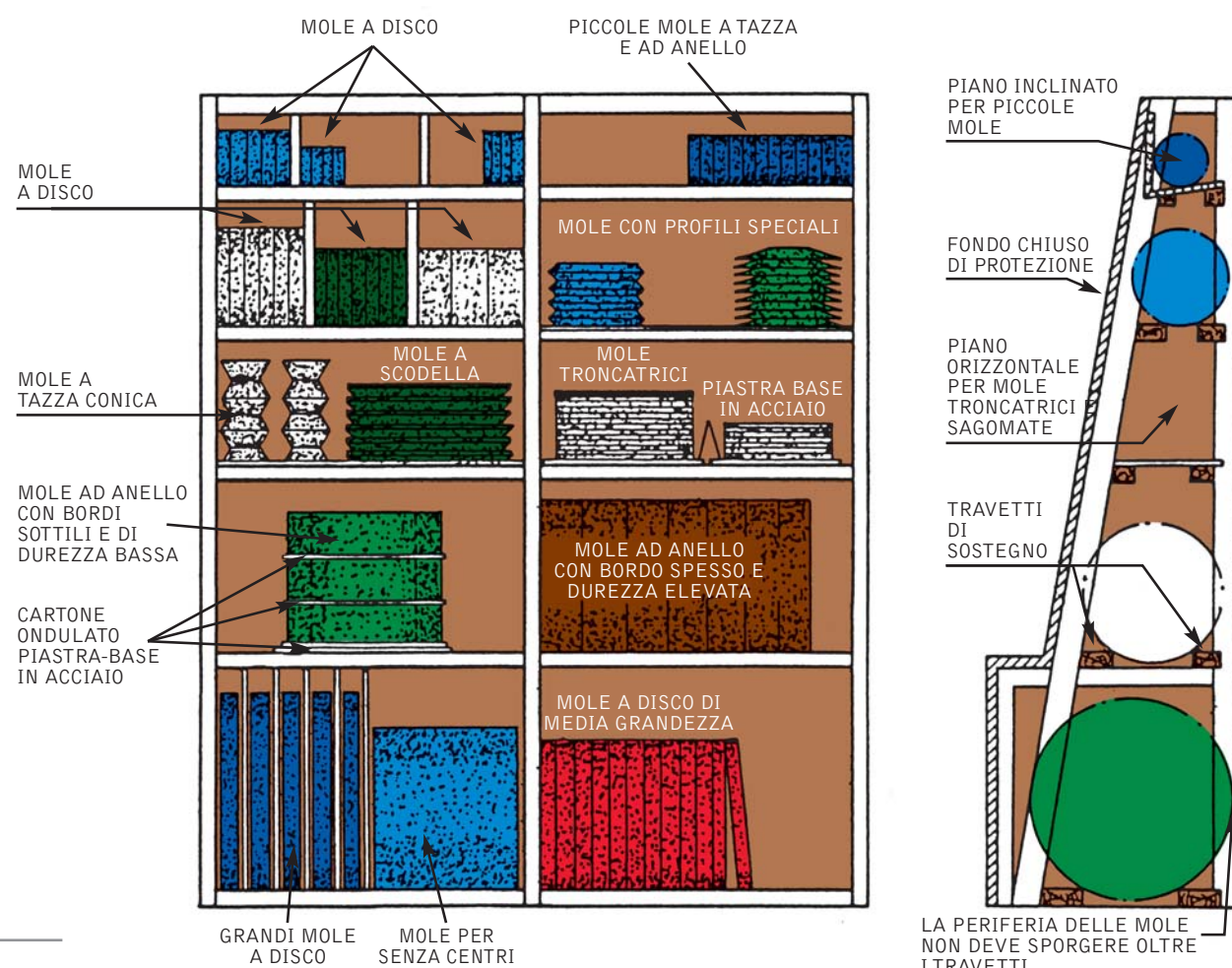
- diametro esterno
- spessore
- diametro interno
- il numero di giri e velocità periferica 
 espresse in mt./sec. e RPM (Revolution per Minute)

- in caso di mola con legante resinoide è riportata anche la data di scadenza entro la quale occorre utilizzarla (18 mesi)
- le dimensioni riportano quanto richiesto dal cliente ed è indispensabile avere i dati precisi come i valori della velocità periferica o il numero dei giri
- da tenere presente che la Vp (velocità periferica) ed il numero di giri indicati sono valori massimi che non bisogna superare durante l'esercizio pena il venir meno della sicurezza della mola

marcatura

Trasporto e DEPOSITO

- La mola è un utensile fragile, deve essere manipolato con precauzione e trasportata con la dovuta accortezza per evitare urti e danneggiamenti.
- Il locale di deposito deve essere asciutto, protetto dal gelo e attrezzato per la corretta sistemazione delle varie forme di mola.
- Le mole a disco, profilate, a coltello vanno depositate affiancate su apposite rastrelliere di legno mentre quelle ad anello, tazza, e resinoidi si possono disporre su ripiani con interposizione di cartone.



MONTAGGIO

Questa operazione richiede la massima attenzione sia per ragioni di sicurezza che per i risultati attesi dalla lavorazione quindi:

- 1 controllare visivamente e con la prova del suono l'integrità della mola. (Alla percussione le mole ad agglomerante vetrificato devono emettere un suono chiaro e cristallino).
- 2 accertarsi che le flange siano dimensionalmente a norma come prescritto sul codice di sicurezza FEPA.
- 3 che le flange non presentino deformazioni e che le superfici di contatto siano perfettamente in piano e pulite.
- 4 sistemare su entrambi i lati della mola una guarnizione di carta e se prescritto in plastica/PVC calibrate.
- 5 inserire la mola sull'albero senza forzatura, procedere al serraggio in modo corretto, preferibilmente con chiave dinamometrica, e controllare l'equilibratura.

montaggio

Flange di SERRAGGIO



Le flange servono per la chiusura e il trascinamento della mola.

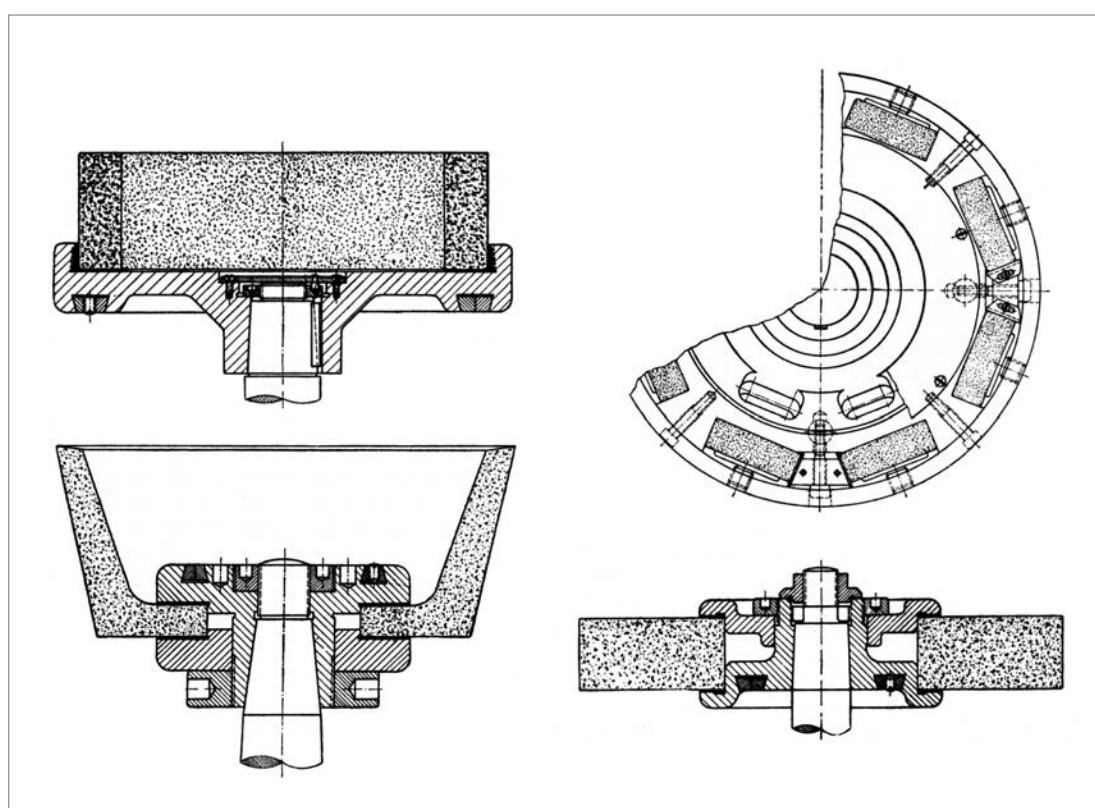
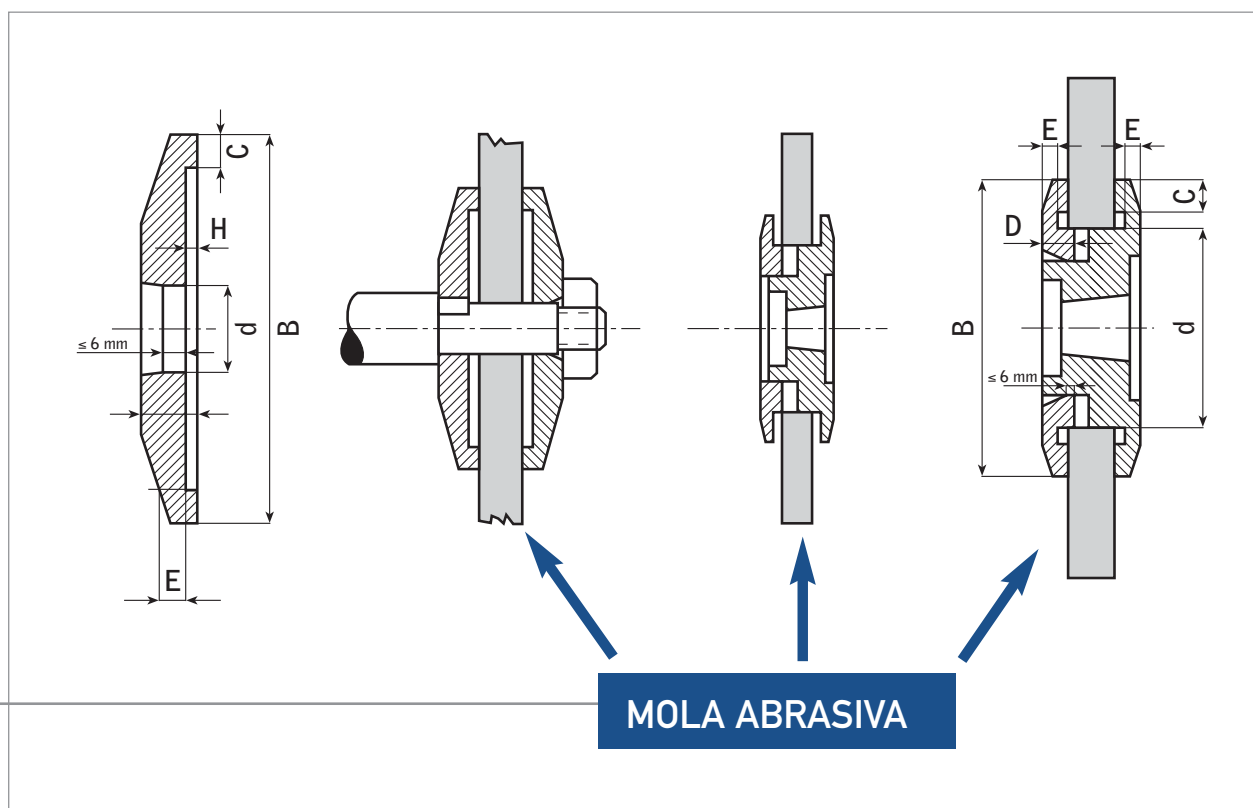
- Sono costruite in varie forme idonee ad ogni tipo di mola.
- Il costruttore delle flange deve rispettare delle regole ben precise che sono riportate sul catalogo FEPA.
- Una delle cause più frequenti di rottura della mola è dovuta alla poca attenzione riservata alle condizioni delle flange.

flange

Dimensioni delle flange a manicotto e a serraggio centrale

Dimensioni della mola		Dimensioni delle flange			
D	H	df min.	h	r	u
250	76,2	106	15	11	4
300	76,2	116	20	16	4
	127	157	15	11	4
350	127	167	20	16	4
	152,4	188	19	14	5
	160	194	17	13	4
400	127	175	24	20	4
	152,4	196	22	18	4
	160	202	21	17	4
	203,2	239	18	14	4
450	127	183	28	23	5
	152,4	204	26	22	4
	203,2	247	22	18	4
500	127	193	33	27	6
	152,4	214	31	25	6
	203,2	255	26	21	5
	304,8	341	18	14	4
600	203,2	273	35	29	6
	304,8	357	26	22	4
750	203,2	299	48	40	8
	304,8	383	39	32	7
900	304,8	409	52	44	8
	508	578	35	29	6
1060	304,8	435	65	57	8
	508	602	47	40	7
1250	304,8	467	81	73	8
	508	634	63	55	8

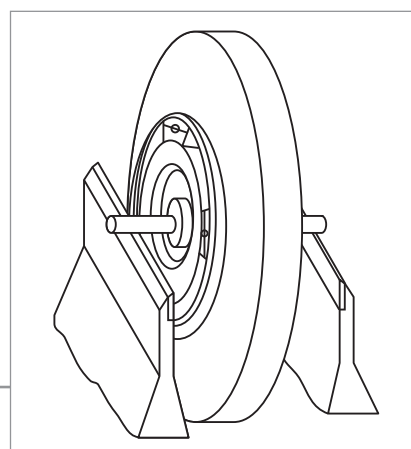
È compito del fabbricante della macchina definire gli altri dettagli cioè: qualità del materiale, spessore delle flange, numero e dimensione delle viti di serraggio delle flange a manicotto, ecc.



Flange di serraggio

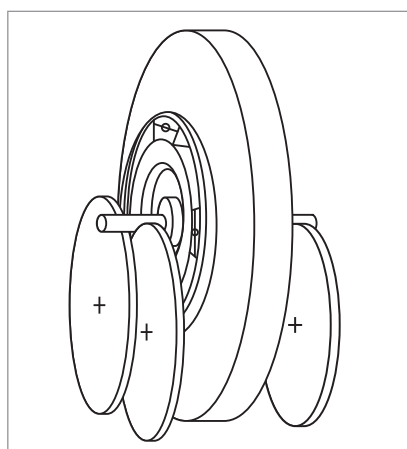
questa è un'operazione molto importante ai fini del rendimento qualitativo e produttivo della mola abrasiva

- occorre rispettare l'indicazione di montaggio stampata sulla mola e, dopo la chiusura, procedere allo spostamento dei pesi alloggiati nella corona della flangia sino a che la mola risulti sempre in equilibrio statico
- l'inconveniente che può derivare da un utilizzo di mole sbilanciate è il deterioramento del mandrino porta-mola e di altre parti delicate della macchina, oltre ad anomalie di rettifica dei pezzi lavorati
- In caso di eccessivo squilibrio si può verificare anche la rottura della mola



Equilibratore

Statico a guide prismatiche



Equilibratore

Statico a dischi rotanti



Equilibratori computerizzati



equilibratura

Primo Utilizzo

prima di procedere alla lavorazione occorre:

- **PRIMO**
controllare che la velocità del mandrino sia compatibile con il n.° di giri della mola
- **SECONDO**
ravvivare la mola
- **TERZO**
regolare il getto del refrigerante nel punto di contatto pezzo-mola
- **QUARTO**
accertarsi che non sussistano vibrazioni di alcun genere
- **QUINTO**
eseguire la messa a punto della macchina

utilizzo



della MOLA ABRASIVA

impiego

In un processo di rettifica i parametri più importanti sono:

- la velocità periferica della mola senza contatto con il pezzo, espressa in metri/secondi ricavata dalla formula:

$V_p = D \times n_g \times 3,14 / 60.000$ dove

D: diametro esterno della mola espresso in mm

n_g: numero di giri della mola

di conseguenza

$n_g = V_p \times 60.000 / D \times 3,14$

questo valore è espresso in numero di giri al minuto

- numero giri/pezzo in g/min. o velocità di traslazione della tavola espressa mt/min.
- velocità di avanzamento della mola in mm/giro che si può ricavare dal sovrametallo asportato/tempo scintilla≤
- la profondità di passata cioè il sovrametallo asportato espresso in mm
- il n.° di passate necessario per l'esecuzione dell'operazione
- l'intervallo di ravvivatura, cioè il numero di pezzi prodotti tra una diamantatura e l'altra
- l'incremento di ravvivatura, cioè la profondità e quindi le frazioni di mm di mola che si asporta per ogni ravvivatura, normalmente tra 0,02 e 0,03
- velocità di passata o tempo di ravvivatura relativo allo spostamento trasversale del diamante a giro mola
- il tempo scintilla in min. cioè il tempo di lavoro effettivo della mola compreso il tempo di spegni fiamma

Ø mm	Velocità periferica in metri al secondo											
	10	12	16	20	25	32	35	40	45	50	63	80
6	31900	38200	51000	64000	80000	102000	112000	128000	143500	160000	201000	
8	24000	29000	38200	48000	60000	76500	84000	95500	107500	120000	150500	191000
10	19100	23000	30600	38200	48000	61200	67000	76500	86000	95500	120500	153000
13	14700	17700	23550	29500	36800	47100	51500	58800	66200	73500	92600	118000
16	11950	14350	19100	23900	29850	38200	41800	47800	53750	59700	75200	95500
20	9550	11500	15300	19100	23900	30600	33500	38200	43000	47800	60200	76500
25	7650	9200	12300	15300	19100	24500	26800	30600	34500	38200	48200	61200
32	6000	7200	9550	11950	14950	19100	20900	23900	27000	30000	37600	48000
40	4800	5750	7650	9550	11950	15300	16750	19100	21500	23900	30100	38200
50	3850	4600	6150	7650	9550	12250	13400	15300	17200	19100	24100	30600
63	3050	3650	4850	6100	7600	9750	10650	12150	13650	15200	19100	24300
80	2400	2900	3850	4800	6000	7650	8400	9550	10750	12000	15100	19100
100	1950	2300	3100	3850	4800	6150	6700	7650	8600	9550	12100	15300
115	1700	2000	2700	3350	4200	5350	5850	6650	7500	8350	10500	13300
125	1550	1850	2450	3100	3850	4900	5350	6150	6900	7650	9650	12250
150	1300	1550	2050	2550	3200	4100	4500	5100	5750	6400	8050	10200
180	1100	1300	1700	2150	2700	3400	3750	4250	4780	5350	6700	8500
200	955	1150	1550	1950	2400	3100	3350	3850	4300	4800	6050	7650
230	830	1000	1350	1700	2100	2700	2950	3350	3750	4200	5250	6650
250	765	920	1250	1550	1950	2450	2700	3100	3450	3850	4850	6150
300	640	765	1050	1300	1600	2050	2250	2550	2870	3200	4050	5100
350/356	550	655	875	1100	1400	1750	1950	2200	2460	2750	3450	4400
400/406	480	575	765	960	1200	1550	1700	1950	2150	2400	3050	3850
450/457	425	510	680	850	1100	1400	1500	1700	1910	2150	2700	3400
500/508	385	460	615	765	960	1250	1350	1550	1720	1950	2450	3100
600/610	320	385	510	640	800	1050	1150	1300	1450	1600	2050	2550
660	290	350	465	580	725	930	1050	1200	1300	1450	1850	2350
750/762	255	310	410	510	640	820	895	1050	1150	1300	1650	2050
800/813	240	290	385	480	600	765	840	960	1075	1200	1550	1950
900/914	215	255	340	425	535	680	750	850	955	1100	1350	1700
1000/1016	195	230	310	385	480	615	670	765	860	960	1250	1550
1050/1067	185	220	295	365	455	585	640	730	820	910	1150	1500

- per formulare la specifica della mola occorre indicare il tipo di refrigerazione per evitare fenomeni di bruciature e cricche del materiale lavorato
- il refrigerante, sia emulsione che olio intero, ha lo scopo di:
 - raffreddare il pezzo perché nel punto di contatto della mola si raggiungono temperature molto elevate
 - asportare il truciolo prodotto tenendo il più pulito possibile la zona di lavoro della mola
 - proteggere il pezzo e le parti della macchina dall'ossidazione
- il refrigerante nel suo ricircolo deve essere filtrato in modo da eliminare i trucioli e i residui di mola per evitare inconvenienti di finitura sulla superficie del pezzo, tipo [graffiature](#)
- normalmente nelle emulsioni la % di olio è del 2-3% , si utilizzano maggiori percentuali nelle operazioni di super-finitura
- un getto insufficiente, mal diretto o non idoneo può portare a riconsiderare e rimettere in discussione la specifica della mola

refrigerazione

Con il termine di ravnivatura o diamantatura si intende quella operazione che permette di ridare alla mola la caratteristica di abrasività e di conformazione perdute durante la lavorazione.

- I motivi principali che obbligano a ripristinare lo stato iniziale della mola sono:
 - scarsa taglienza (la mola si lucida)
 - la mola risulta "impastata" (truciolo metallico nei pori)
 - la mola non è più rotonda
 - la mola non ha più i profili periferici originali
- Gli utensili utilizzati per eseguire questa operazione, a seconda delle esigenze, sono:
 - bastoncini di carburo di silicio
 - rotelle metalliche
 - diamanti industriali (questi ultimi sono di gran lunga i più utilizzati e possono essere montati su steli o posizionati sui rulli diamantati

UTENSILI PER LA RAVVIVATURA

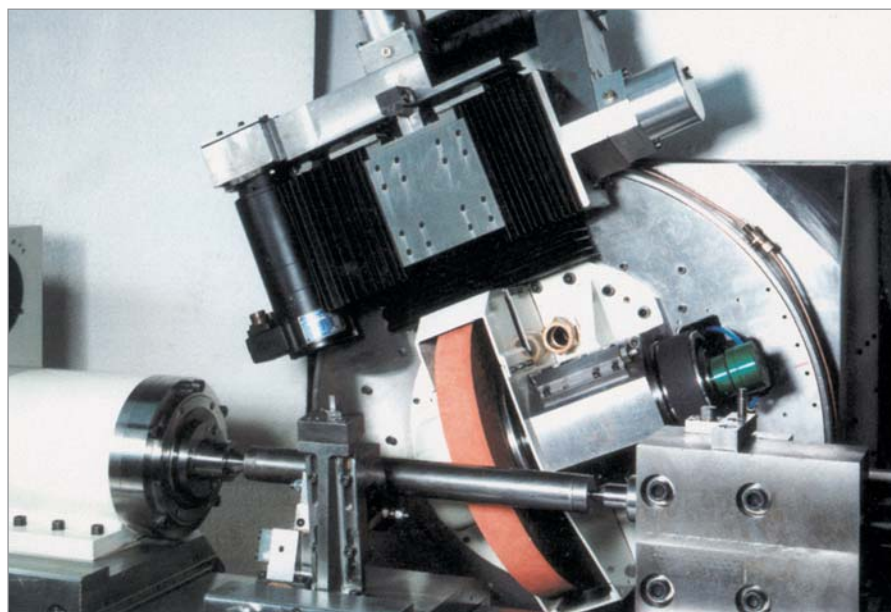
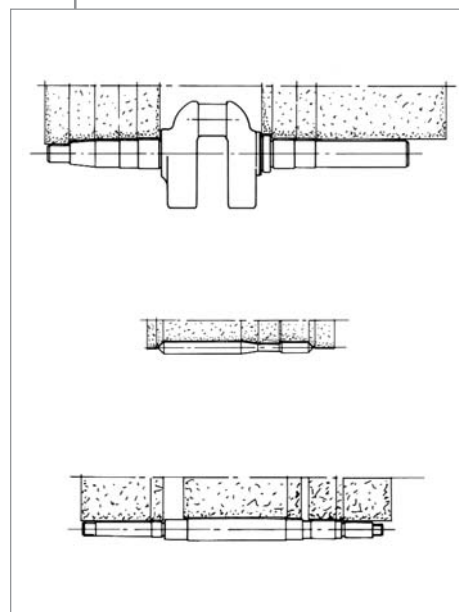
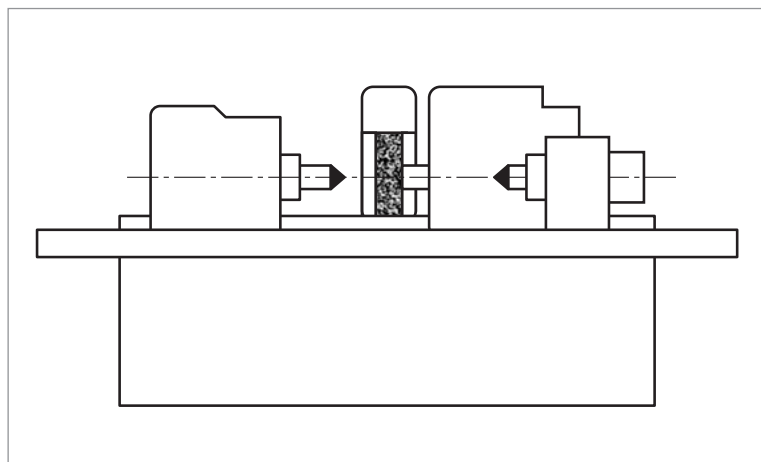


ravnivatura

Rettifica

in TONDO ESTERNA

- questo tipo di rettifica può presentare la mola con asse parallelo al pezzo da lavorare o asse inclinato a secondo la concezione della macchina
- le mole normalmente usate hanno una durezza media
- la difficoltà di questa operazione consiste soprattutto nell'esecuzione di eventuali spallamenti o rasamenti a causa di possibili inconvenienti di bruciature dovute alla difficoltà di refrigerazione e alla zona di contatto più ampia



esterna

Tipo di lavorazione

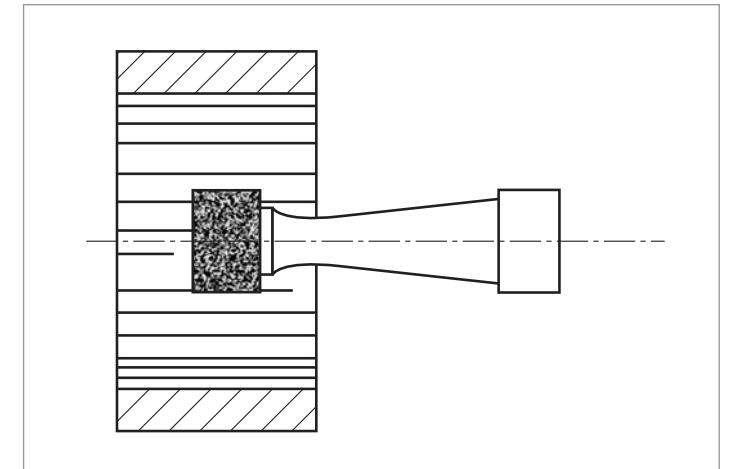
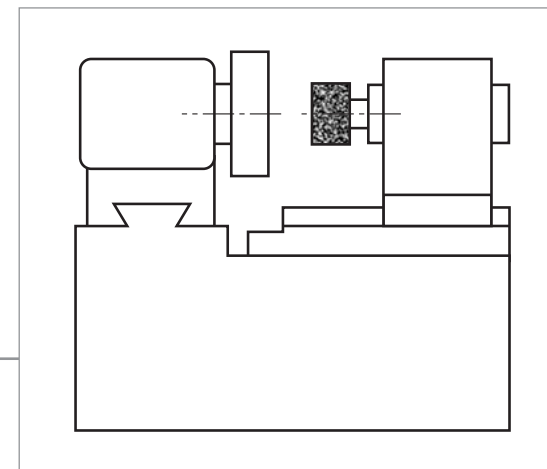
Svariati sono i sistemi di utilizzo delle mole abrasive

- dalla sbavatura alla molatura in genere
- dalla affilatura alla rettifica di precisione

di seguito elenchiamo i più comuni tipi di lavorazione nella rettifica di precisione considerando i materiali ferrosi

Rettifica INTERNA

- anche per questo tipo di operazione si utilizzano mole con durezza media
- le mole sono normalmente con foro passante, a volte con incavo per problemi di ingombro nella chiusura della mola o per esecuzione della sfacciatura del pezzo da lavorare
- il problema più importante per questo tipo di lavorazione è la difficoltà di refrigerazione in special modo nei fori ciechi, in quest'ultimo caso si possono utilizzare mole con struttura più aperta

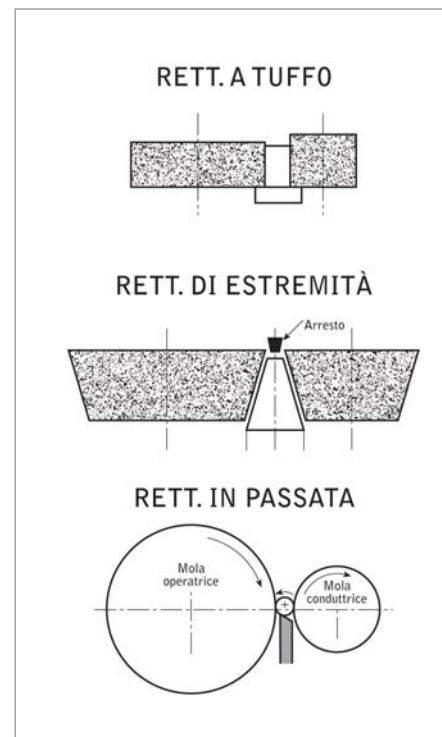
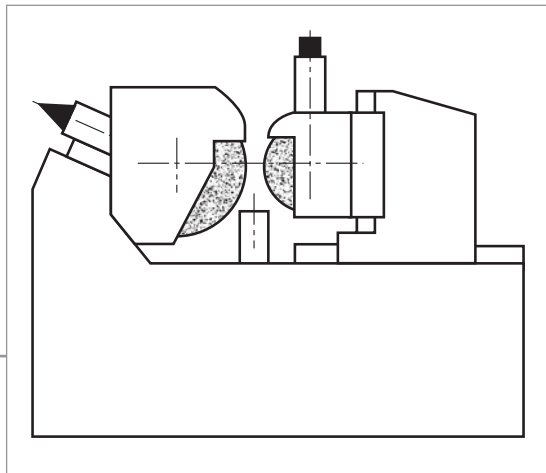


interna

lavorazione

Rettifica senza CENTRI

- così detta perchè il pezzo non è trattenuto da sistemi di ancoraggio ma è appoggiato su una lama normalmente con riporto in metallo duro (o policristallino/PKD)
- in relazione al tipo di lavorazione, in passata o a tuffo, può variare la durezza della mola, normalmente più dura per l'esecuzione a tuffo
- in questo tipo di rettifica è presente la mola conduttrice che serve per contropressione e trascinamento del pezzo (mola alla gomma)

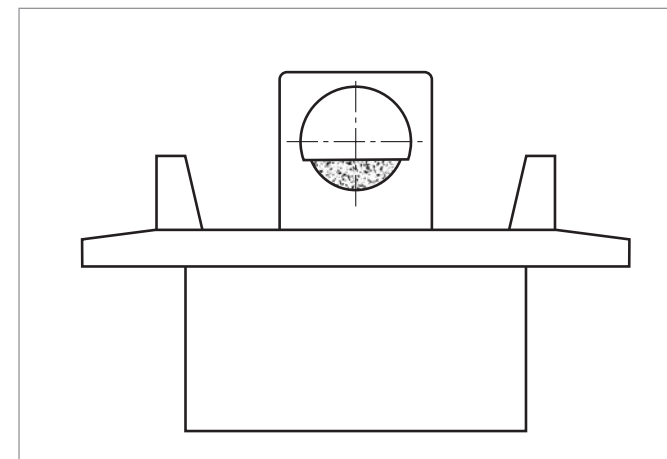
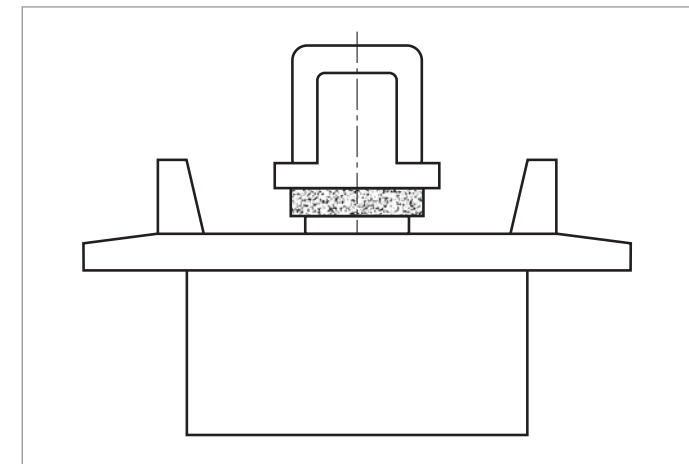
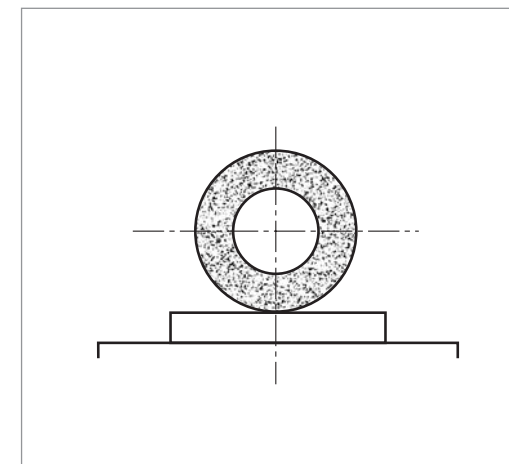


centerless

Rettifica in PIANO

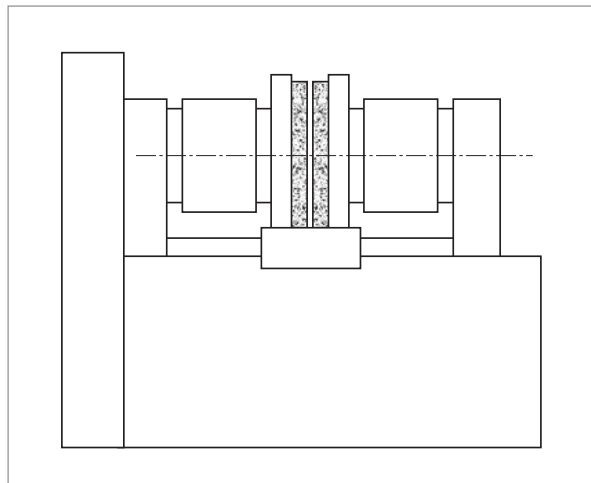
- per questo tipo di lavorazione nella stragrande maggioranza si utilizzano mole tenere e con struttura aperta a causa della bassa pressione esercitata sul pezzo e per la ampia superficie di contatto
- per l'esecuzione della rettifica in piano si utilizzano anche settori abrasivi, mole a tazza o ad anello

tangenziale



Rettifica FRONTALE

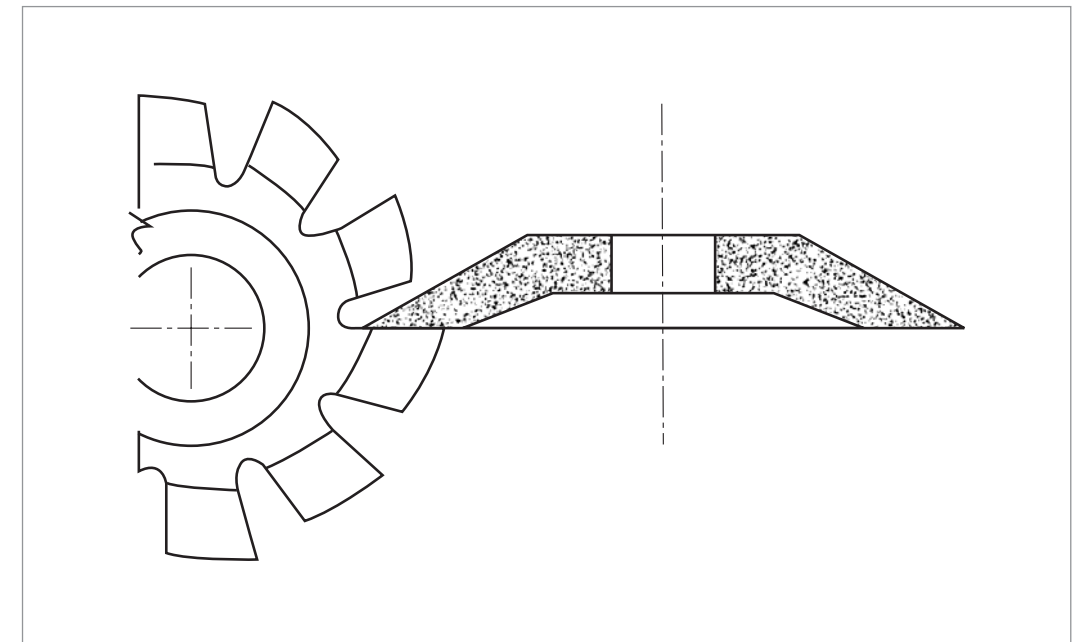
- questo tipo di rettifica si può eseguire con una mola o con due mole contrapposte in operazioni di sfacciatura o spianatura
- normalmente si utilizzano mole a legante resinoide e con dadi di ancoraggio incorporati
- la durezza di queste mole varia di molto a secondo la dimensione, il materiale e la geometria del particolare da lavorare
- possono essere costruite con fori di raffreddamento o con intagli a seconda della necessità
- con la richiesta di fornitura di questo tipo di mola è indispensabile conoscere oltre alle normali informazioni la disposizione dei dadi di ancoraggio in numero e dimensioni



frontale

AFFILATURA

- l'affilatura è quella operazione eseguita con la mola abrasiva per conferire a qualsiasi tipo di utensile la necessaria capacità di taglio
- l'affilatura può essere effettuata in fase di costruzione degli utensili o per ripristinare i taglienti usurati
- l'operazione di affilatura è molto importante e delicata per la resa dell'utensile perché il filo tagliente deve presentarsi in modo uniforme e senza alterazioni metallurgiche
- nel determinare il tipo di mola occorre conoscere la caratteristica del materiale da affilare, se l'operazione viene eseguita a secco o ad umido e la conformazione dell'utensile
- l'abrasivo utilizzato per questo tipo di mole deve avere ottima taglienza e il legante buona tenuta



affilatura





DIFETTI di rettifica

- il processo di rettifica è una operazione di alta precisione e come tale può evidenziare svariati inconvenienti, non necessariamente dovuti al comportamento della mola
- diversi sono i fattori che possono causare una difettosità di lavorazione
- in questo caso la perizia dell'operatore è determinante nell'individuare la causa e trovare il rimedio
- nell'analizzare i più comuni e importanti è chiaro che l'identificazione della causa permette di trovare il rimedio

BRUCIATURE - CRICCHE - SCREPOLATURE:

cause

- rotazione del pezzo troppo bassa
- velocità della mola troppo alta
- passata troppo profonda
- contatto mola - pezzo non graduale
- avanzamento eccessivo
- ravvivatura errata
- refrigerante insuff., non idoneo e mal diretto
- mola dura, intasata o di grana fine
- slittamento delle cinghie della macchina
- pezzo mal trattenuto

SFACCETTATURE:

cause

- vibrazioni della macchina
- gioco nel mandrino porta - mola
- pezzo mal trattenuto
- mola dura, non equilibrata, intasata o di grana fine
- la mola non gira in tondo
- velocità eccessiva della mola
- avanzamento mola non corretto
- avanzamento irregolare del pezzo

MOLA INTASATA O LUCIDA:

cause

- mola ravvivata troppo fine
- ravvivatura troppo poco frequente
- scarsa quantità di refrigerante
- diamante ravvivatore difettoso
- mola troppo dura, a grana fine o troppo chiusa
- avanzamento troppo lento

GRAFFIATURE:

cause

- refrigerante sporco
- ravvivatura non appropriata
- mola intasata o troppo tenera

cause

Sovente si cerca di eliminare i difetti di rettifica intervenendo sulla specifica della mola anche se, come abbiamo visto, le cause vanno ricercate altrove.

Le mole abrasive CATETO sono oggetto di continuo miglioramento, supportato da Laboratori di analisi e ricerca che affiancano la produzione nelle sue varie fasi di lavorazione per ottenere un prodotto innovativo, affidabile e qualitativamente costante.

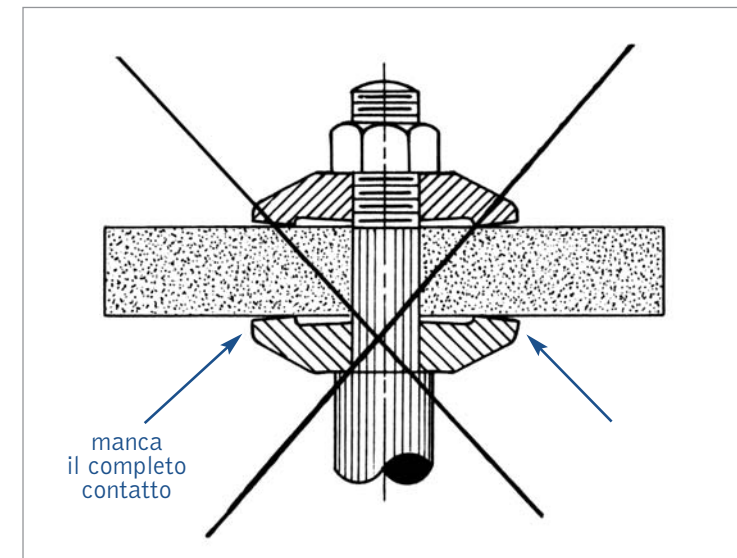
ROTTURA delle mole

In fase di utilizzo svariati sono i motivi che possono provocare questo grave inconveniente, vanno ricercati in:

- urti accidentali
- velocità eccessiva della mola
- avanzamento eccessivo
- pressione di lavoro troppo elevata
- errore nella ravvivatura
- vibrazione del mandrino porta-mola
- montaggio difettoso della mola
- impiego di flange non adatte
- coppia di chiusura non idonea
- impiego improprio della mola
- mola fessurata
- mola sbilanciata
- mola ad agglomerante organico degradato (dopo la scadenza)

rottura

Per evitare possibili infortuni in ogni caso e per qualsiasi evenienza, è indispensabile attenersi alle indicazioni del costruttore della mola abrasiva ed alle norme di sicurezza riportate sul catalogo FEPA



Flange deformate causano la rottura della mola






SAINT-GOBAIN
ABRASIVES

simat **NORTON** **WINTER**

 **amis**
CATETO
DA OLTRE 40 ANNI NEGLI ABRASIVI



Scelta della MOLA

La logica conclusione di questo catalogo dovrebbe prevedere una serie di suggerimenti con una elencazione di specifiche adatte al tipo di operazione ed ai materiali lavorati, ma volutamente ci siamo astenuti perchè troppe sono le esigenze e le variabili in un processo di rettifica.