

# Uddeholm

## Calmax<sup>®</sup>

## Uddeholm Calmax®

La maggioranza degli acciai per lavorazione a freddo utilizzati oggi sono prodotti convenzionalmente e sono AISI O1, A2, D2, D3 o D6. Questi acciai offrono un'adeguata resistenza all'usura nel loro caratteristico campo di durezza (58–62 HRC), raccomandato per la maggior parte delle applicazioni. Talvolta la scarsa tenacità, saldabilità e temprabilità ad induzione o alla fiamma di questi acciai porta ad una bassa produttività, ed un alto costo dovuto alle inaspettate rotture. L'obiettivo di Uddeholm Calmax è garantire un'eccellente efficienza economica dell'utensile, riducendo il costo per ogni parte prodotta.

© UDDEHOLMS AB

Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o trasmessa per fini commerciali senza l'autorizzazione del titolare del copyright.

Queste informazioni si basano sulle nostre attuali conoscenze e vengono divulgate allo scopo di fornire delle informazioni generali sui nostri prodotti e il loro impiego. Esse quindi non devono essere interpretate come una garanzia sulle proprietà specifiche dei prodotti descritti o come una garanzia della loro idoneità per un determinato scopo.

Omologato ai sensi della Direttiva Europea 1999/45/CE  
Per ulteriori informazioni, consultare la "Schede di sicurezza"

Edizione 5, 11.2024



## GENERALITÀ

Uddeholm Calmax è un acciaio legato al cromo-molibdeno-vanadio caratterizzato da:

- Alta tenacità
- Buona resistenza all'usura
- Buona temprabilità
- Buona stabilità in trattamento termico
- Buona lucidabilità
- Buona saldabilità
- Buona temprabilità alla fiamma e ad induzione

Analisi chimica %	C 0.7	Si 0.2	Mn 0.8	Cr 5.0	Mo 0.5	V 1.6
Stato di fornitura	Ricotto a circa 200 HB					
Colore identificazione	Bianco/violetto					

## APPLICAZIONI

Uddeholm Calmax è un acciaio consigliato sia per lavorazione a freddo sia per stampi per materie plastiche.

### Campi di applicazione

#### lavorazioni a freddo

- Tranciatura e formatura
- Tranciatura e formatura di grossi spessori
- Imbutitura
- Coniatura
- Matrici per estrusione a freddo con geometrie complicate
- Rulli
- Lame per tranciabillette
- Utensili prototipi

#### Tipici campi di applicazione stampaggio materia plastica

- Stampi con produzioni elevate
- Stampi per plastica rinforzata
- Stampi a compressione

## PROPRIETÀ

### Caratteristiche fisiche

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densità kg/m <sup>3</sup>	7 770	7 720	7 650
Modulo di elasticità N/mm <sup>2</sup>	194 000	188 000	178 000
Coefficiente di dilatazione termica per °C a partire da 20°C	- 100°C 11.7 x 10 <sup>-6</sup>	- 200°C 12.0 x 10 <sup>-6</sup>	- 400°C 13.0 x 10 <sup>-6</sup>
Conducibilità termica W/m °C	-	27	32
Calore specifico J/kg°C	455	525	608

### Resistenza alla compressione

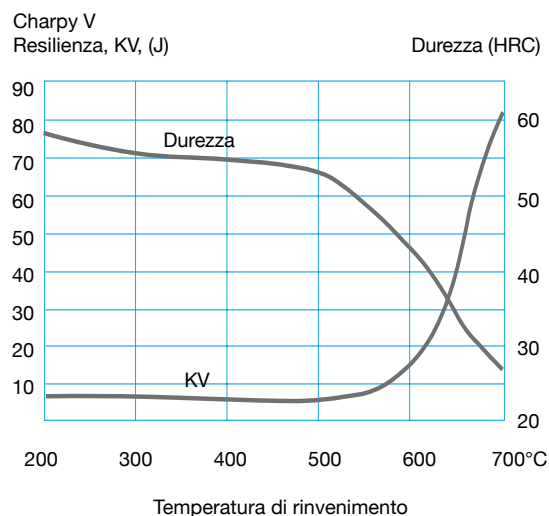
Valori approssimativi a temperatura ambiente.

Durezza HRC	R <sub>cm</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>c0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>
56	2300	1900
58	2500	2000
60	2700	2100

### Resistenza agli urti e durezza

Valori approssimativi a temperatura ambiente per diverse temperature di rinvenimento. Temprato a 960°C (1760°F). Raffreddamento in aria. Rinvenuto due volte.

Dimensione della barra 315 x 80 mm. Campioni dal centro della barra in direzione ST (spessore).



## TRATTAMENTO TERMICO

### Ricottura di addolcimento

Proteggere l'acciaio e riscaldarlo a cuore fino a 860°C, tempo di permanenza 2 ore. Raffreddare lentamente in forno 20°C/h fino a 770°C, poi 10°C/h fino a 650°C, e quindi liberamente in aria.

### Ricottura di addolcimento

Dopo la lavorazione di macchina riscaldare a cuore l'utensile a 650°C, tenere a temperatura per 2 ore, quindi raffreddare lentamente in forno fino a 500°C poi liberamente in aria.

### Tempra

Temperatura di preriscaldamento: 600–750°C.

Temperatura di austenitizzazione: 950–970°C, normalmente 960°C.

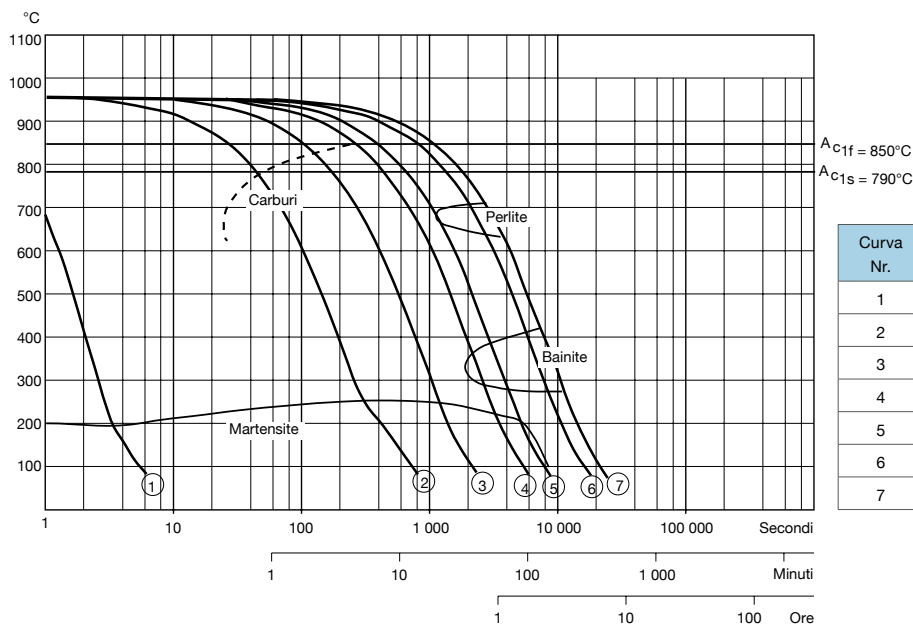
Temperatura °C	Tempo di permanenza* a temperatura minuti	Durezza prima del rinvenimento (HRC)
950	30	62
960	30	63
970	30	64

\* Il tempo di permanenza a temperatura deve essere calcolato dal momento in cui l'utensile ha raggiunto a cuore la temperatura selezionata.

Proteggere sempre durante la tempra l'utensile contro la decarburazione e l'ossidazione.

### Curva CCT

Temperatura di austenitizzazione 960°C. Tempo di permanenza 30 minuti.



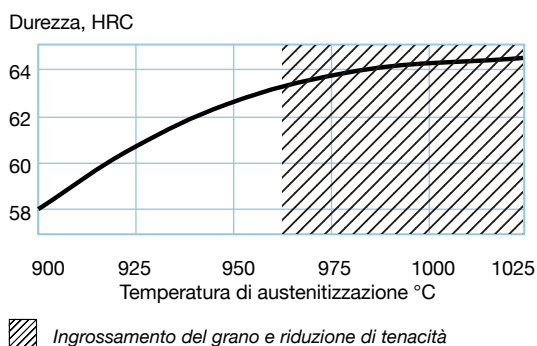
### Mezzi di raffreddamento

- Aria o atmosfera forzata
- Forno sottovuoto con sufficiente sovrappressione
- Bagno di sale o letto fluido a 200–550°C seguito da raffreddamento in aria forzata
- Olio

Nota 1: La tempra in olio può causare variazioni dimensionali e rischi di rottura.

Nota 2: Rinvenire l'utensile immediatamente appena raggiunta la temperatura di 50–70°C.

### Durezza in funzione della temperatura di austenitizzazione

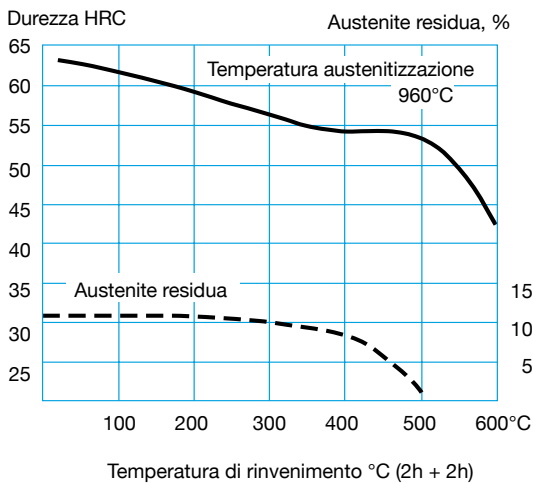


## Rinvenimento

Scegliere la temperatura di rinvenimento in funzione della durezza richiesta, sulla base della curva sottoriportata. Eseguire sempre due rinvenimenti con un raffreddamento intermedio fino a temperatura ambiente.

Temperatura minima di rinvenimento: 180°C.  
Tempo di permanenza minimo 2 ore.

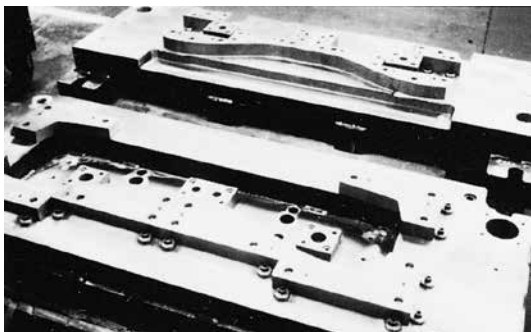
### Diagramma di rinvenimento



## Variazioni dimensionali

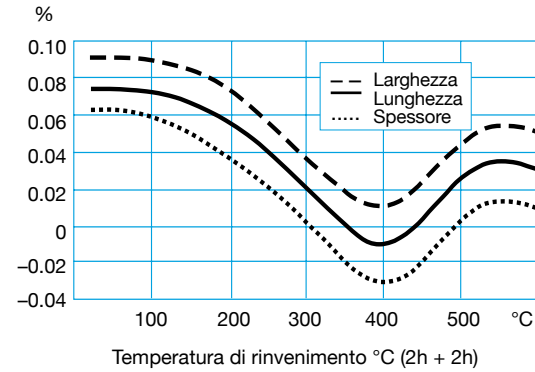
Le variazioni dimensionali durante la tempra e il rinvenimento dipendono da vari fattori tra cui la temperatura, tipo di equipaggiamento e il mezzo di raffreddamento utilizzato per il trattamento. Le dimensioni e la forma geometrica dell'utensile sono di essenziale importanza.

Pertanto è sempre raccomandato temprare l'utensile con sufficiente sovrametallo per compensare le distorsioni. Per Uddeholm Calmax vi consigliamo di lasciare sempre una tolleranza minima dello 0,20 %.



Matrice per tranciatura dove viene utilizzato Uddeholm Calmax per l'elevata richiesta di tenacità.

Un esempio delle variazioni dimensionali per un piatto di dimensioni 100 x 100 x 10 mm, durante la tempra e il rinvenimento, è mostrato nel diagramma seguente. Tempra: 960°C/30 minuti/aria.



## Trattamenti superficiali

Alcuni utensili necessitano di trattamenti superficiali allo scopo di ridurre la frizione ed aumentare la resistenza all'usura. I trattamenti più comunemente usati sono, oltre la nitrurazione, i rivestimenti superficiali ai carburi e nitruri di titanio (PVD, CVD), i quali creano uno strato superficiale duro e resistente all'usura.

Le nitrurazioni più comunemente usate sono la nitrurazione ionica, al plasma e la nitrurazione gassosa. La nitrurazione ionica e al plasma vengono normalmente effettuate ad una temperatura più bassa della nitrurazione gassosa, e sono pertanto il metodo più adatto per Uddeholm Calmax, quando si richiede una durezza del substrato di 54 HRC.

Processo nitrurazione	Temp. °C	Tempo (h)	Profondità strato µm	Durezza substrato HRC	Durezza strato nitrurato HV
Ionica/plasma	465*	18	200	54	1075
Gassosa	510*	12	200	52	1075

\* La temperatura di nitrurazione usata dovrebbe essere di 15-25°C inferiore alla temperatura del precedente rinvenimento.

Lo strato nitrurato riduce considerevolmente la tenacità dell'utensile. La profondità dello strato, che può essere controllata monitorando il tempo di nitrurazione, deve essere selezionata di volta in volta a seconda del tipo di applicazione.

Uddeholm Calmax può inoltre essere rivestito CVD se la temperatura di deposizione non eccede i 960°C. L'utensile deve essere ritemperato dopo aver eseguito il rivestimento.

Il rivestimento PVD può essere eseguito a temperature tra i 200°C e i 500°C. Se il rivestimento viene eseguito a bassa temperatura (200°C) si otterrà una durezza del substrato superiore di quella normalmente ottenuta con il rivestimento a 500°C. Tuttavia l'adesione del rivestimento sull'acciaio è migliore nei processi cosiddetti ad alta temperatura (500°C).

La temperatura di rivestimento dovrebbe essere di circa 20° più bassa della precedente temperatura di rinvenimento.

### Raccomandazioni relative alla lavorazione a macchina utensile

I dati che seguono devono essere considerati indicativi e da adattare alla situazione contingente. Per maggiori informazioni si rimanda alla pubblicazione Uddeholm «Raccomandazioni relative ai parametri di taglio».

Stato di fornitura: ricotto a circa 200 HB.

### Tornitura

Parametri di taglio	Tornitura con utensili in metallo duro		Tornitura con HSS
	Sgrossatura	Finitura	Finitura
Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	150-200	200-250	20-25
Avanzamento ( $f$ ), mm/giro	0,2-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3
Profondità di taglio ( $a_p$ ) mm	2-4	0,5-2	0,5-3
Designazione ISO del carburo	P20-P30 Carburo rivestito	P10 Carburo rivestito o cermet	-

### Tornitura

#### Punte a forare in HSS

Diametro della punta, mm	Velocità di taglio ( $v_c$ ), m/min.	Avanzamento ( $f$ ) mm/giro
-5	13-15*	0.05-0.10
5-10	13-15*	0.10-0.20
10-15	13-15*	0.20-0.25
15-20	13-15*	0.25-0.30

\* La stessa velocità di taglio usata per le punte in HSS rivestite  $v_c$  23-25 m/min.

#### Punte in metallo duro

Parametri di taglio	Tipo di punta		
	Ad inserto	Integrale	A tagliente riportato <sup>1)</sup>
Velocità di taglio, ( $v_c$ ) m/min	120-150	210-230	70-100
Avanzamento ( $f$ ), mm/giro	0.10-0.35 <sup>2)</sup>	0.03-0.12 <sup>2)</sup>	0.15-0.40 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Punta con inserti in metallo duro riportati o saldo-brasati

<sup>2)</sup> In funzione del diametro della punta

### Fresatura

#### Fresatura di spianatura e di profilatura

Parametri di taglio	Fresatura in metallo duro	
	Sgrossatura	Finitura
Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	160-240	240-280
Avanzamento ( $f_z$ ) mm/dente	0.2-0.4	0.1-0.2
Profondità di taglio ( $a_p$ ) mm	2-5	-2
Designazione ISO del carburo	P20-P40 Carburo rivestito	P10-P20 Carburo rivestito o cermet

#### Fresatura con fresa a candela

Parametri di taglio	Tipo di fresa		
	Metallo duro integrale	Ad inserto in metallo duro	HSS
Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	120-150	150-200	40-45 <sup>1)</sup>
Avanzamento ( $f_z$ ) mm/dente	0.006-0.20 <sup>2)</sup>	0.06-0.20 <sup>2)</sup>	0.01-0.35 <sup>2)</sup>
Designazione ISO del carburo	-	P15-P40	-

<sup>1)</sup> Per frese in HSS rivestito  $v_c$ = 55-60 m/min.

<sup>2)</sup> A seconda della profondità radiale di taglio e del diametro della fresa

## Rettifica

Seguono alcune raccomandazioni generali sulle mole. Per maggiori informazioni si rimanda alla pubblicazione Uddeholm «Rettifica degli acciai per utensili».

Tipo di rettifica	Stato ricotto	Stato temprato
Rettifica tangenziale (con mola ad asse orizzontale)	A 46 HV	A 46 HV
Rettifica frontale (con mola a segmenti)	A 24 GV	A 36 GV
Rettifica cilindrica	A 46 LV	A 60 KV
Rettifica interna	A 46 JV	A 60 JV
Rettifica di profilatura	A 100 LV	A 120 JV

## TABELLA DI CONFRONTO DELLE PROPRIETÀ

Acciaio Uddeholm	Resistenza all'usura arasiva	Resistenza all'usura adesiva	Resistenza alla scheggiatura	Resistenza alla cricatura	Resistenza alla deformazione plastica
Arne	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■
Caldie	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■



Applicazione di stampaggio a freddo dove Uddeholm Calmax potrebbe essere una buona scelta per lo stampo.

## SALDATURA

Si possono ottenere ottimi risultati se vengono prese le adeguate precauzioni:

1. Mantenere sempre la lunghezza dell'arco più corta possibile. Tenere l'elettrodo angolato di 75–80° rispetto alla direzione di saldatura.
2. Per grosse riparazioni iniziare la saldatura con un elettrodo dolce, utilizzando per i primi due strati lo stesso diametro e la stessa intensità di corrente.
3. Per apporti di saldatura di grossa entità effettuare il preriscaldamento a temperature elevate e mantenerle durante la fase di saldatura.
4. Preparare appropriatamente la zona di saldatura.

### Elettrodi non rivestiti TIG raccomandati

Elettrodo	Durezza dopo saldatura	Durezza dopo ritempra	Temperatura di preriscaldamento
UTPA 73G2	53–56 HRC	51 HRC	200–250°C
UTPA 67S	55–58 HRC	52 HRC	
Calmax/Carmo TIG WELD	58–61 HRC	58–61 HRC	

### Elettrodi rivestiti MMA raccomandati

Elettrodo	Durezza dopo saldatura	Durezza dopo ritempra	Temperatura di preriscaldamento
UTP 67S	55–58 HRC	52 HRC	200–250°C
Calmax/Carmo WELD	58–61 HRC	58–61 HRC	

## Trattamenti termici dopo saldatura

### Stato temprato

Rinvenire ad una temperatura di 10-20 °C inferiore alla temperatura dell'ultimo rinvenimento.

### Stato ricotto

Riscaldare in forno ad atmosfera controllata a 860°C. Raffreddare in forno 10°C/h fino a 650°C, poi liberamente in aria.

Per ulteriori informazioni concernenti la saldatura Vi consigliamo di consultare la pubblicazione Uddeholm «Saldatura degli acciai per utensili».

## ELETTROEROSIONE

Se l'elettroerosione viene eseguita su materiale allo stato temprato e rinvenuto, bisogna sottoporre l'utensile ad un ulteriore rinvenimento ad una temperatura di 25°C inferiore a quella dell'ultimo rinvenimento eseguito.

## LUCIDATURA

Uddeholm Calmax presenta una struttura molto omogenea. Ciò accoppiato con il suo bassissimo contenuto di inclusioni non metalliche (dovuto al degasaggio sottovuoto durante la produzione) assicura una riproduzione molto accurata e fedele del disegno ed un'ottima finitura superficiale dopo lucidatura.

Per ulteriori informazioni concernenti la lucidatura Vi consigliamo di consultare la pubblicazione Uddeholm «Lucidatura degli acciai per stampi».

## APPROFONDIMENTI E DETTAGLI

Per altre informazioni sulla scelta, sul trattamento termico, sull'impiego e sulla disponibilità dei nostri acciai potete compilare il form contatti presente nel sito: <https://www.uddeholm.com/italy/it/>. Le informazioni fornite rappresentano una sintesi del know-how dell'acciaieria Uddeholm. Per ulteriori approfondimenti, non esitate a contattarci.





## Il processo produttivo degli acciai

Il materiale di partenza per la produzione dei nostri acciai per utensili è acciaio riciclato accuratamente selezionato. Nel forno ad arco elettrico vengono fuse le ferro leghe insieme al rottame selezionato e agli agenti purificanti. Il materiale fuso viene poi colato in una siviera.

Dalla colata vengono rimosse, tramite un setaccio meccanico, le scorie cariche di ossigeno e le macro impurità; successivamente vengono effettuate nella siviera deossidante le aggiunte degli elementi di lega e il riscaldamento del bagno di fusione. Durante il degasaggio vengono eliminati gas quali idrogeno, azoto e solfuri.

Dalla siviera la fusione prodotta viene colata in sorgente e solidificata in lingottiere in ambiente protetto. Da questo punto l'acciaio può essere direttamente laminato o forgiato, al fine di produrre barre di sezione rettangolare o tonda.

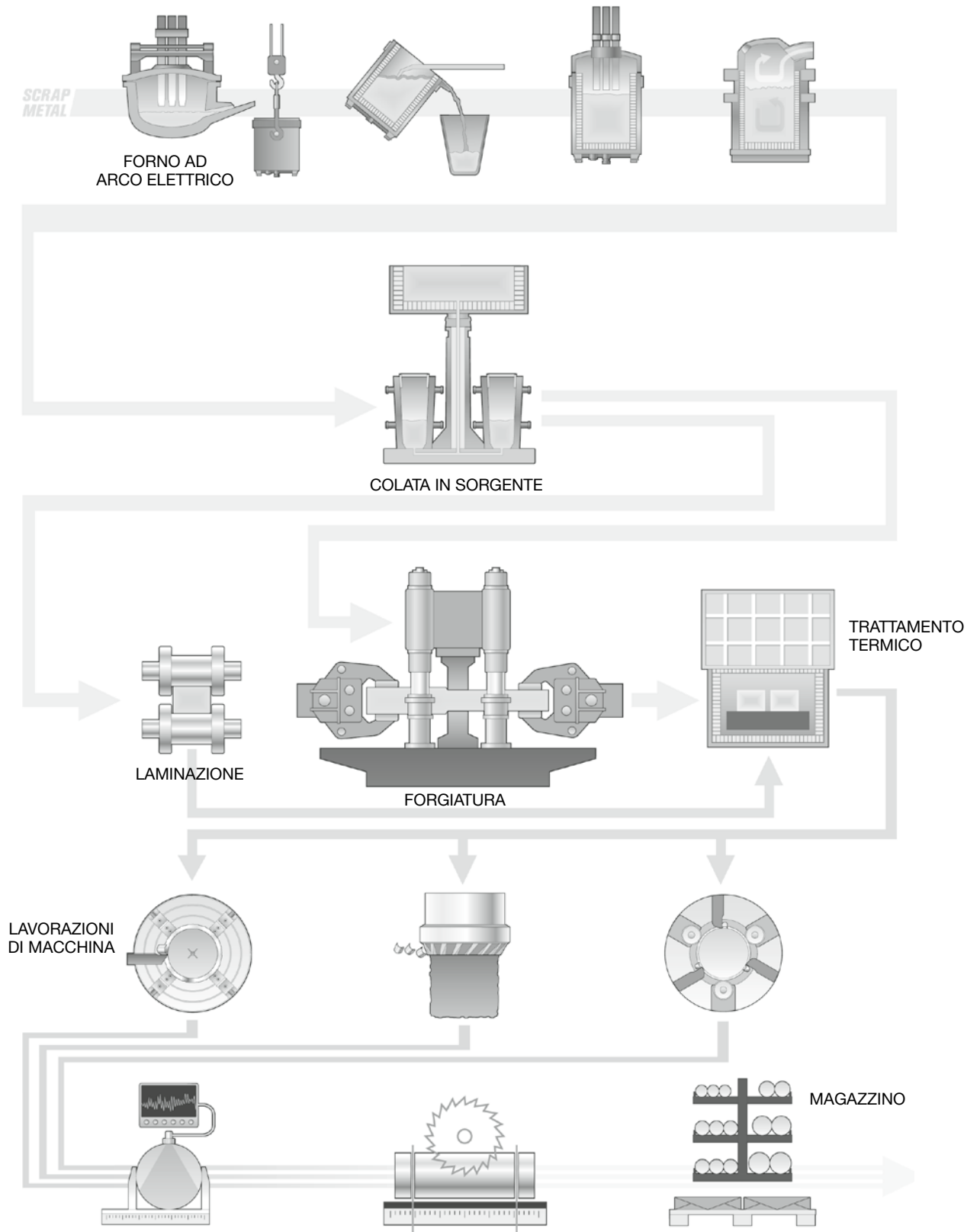
### Lavorazioni a caldo

Dopo le lavorazioni a caldo tutte le differenti qualità di acciaio sono sottoposte a trattamento termico, sia per essere ricotte o per essere bonificate. Queste operazioni faranno acquisire all'acciaio il giusto compromesso tra durezza e tenacità.

### Lavorazioni a macchina

Prima che il materiale finito sia inserito nello stock a magazzino, vengono effettuate le lavorazioni di macchina dove i profili delle barre vengono lavorati alle dimensioni richieste. Le barre di grandi dimensioni vengono così tornite, mentre le barre di dimensioni minori vengono lavorate mediante pelatura.

Al fine di garantire la massima qualità e integrità dell'acciaio, vengono effettuati, su tutte le superfici e su tutte le barre, i controlli ad ultrasuoni. Vengono infine tagliate le parti terminali di ogni singola barra e tutti i punti dove sono state riscontrate anomalie, al fine di eliminare tutti i possibili difetti contenuti, come da nostra procedura di qualità.



Manufacturing solutions for generations to come

# SHAPING THE WORLD®

We are shaping the world together with the global manufacturing industry. Uddeholm manufactures steel that shapes products used in our every day life. We do it sustainably, fair to people and the environment. Enabling us to continue shaping the world — today and for generations to come.