

ACCIAI MARAGING

AL 18% DI NICKEL

MARAGING 200 VM
MARAGING 250 VM
MARAGING 300 VM
MARAGING 350 VM



AG STEELS S.R.L. TEL +39 02.57605350 - FAX +39 02.57604468 - WWW.AGSTEELS.IT - P. IVA IT 07347370962

SEDE OPERATIVA: VIA LAMBRO N°36 20090 OPERA (MI) - SEDE LEGALE: P.ZZA MENTANA N°10 20123 MILANO

SOMMARIO pag.

Introduzione	2
Principali applicazioni delle leghe Maraging	3
Principali vantaggi degli acciai Maraging	4
Maraging 250 VM	5
Maraging 300 VM	7
Procedure per le lavorazioni e trattamenti termici	9
Stampi, matrici e loro componenti per getti colati a pressione	9
Vantaggi degli Acciai Maraging nel campo dei getti colati a pressione	9
Trattamenti termici raccomandati per stampi, matrici e loro componenti per getti colati a pressione	10
Istruzioni per le lavorazioni meccaniche	10
Saldatura delle leghe Maraging	10
Saldatura di riporto con filo e/o bacchette in Maraging	10
Filo in bobine "Maraging 250 W VM" e "300 W VM" per saldature di riporto	10
Lavorazioni a freddo delle leghe Maraging	11
Lavorazione delle leghe Maraging con preriscaldamento a bassa temperatura	11
Lavorazioni a caldo delle leghe Maraging	11
Nitrurazione	11
Trattamenti galvanici di superficie	11

INTRODUZIONE

Gli acciai Maraging sono acciai ad altissima resistenza

- **Eccezionali caratteristiche meccaniche, duttilità, tenacità, lavorabilità, durezza, facile temprabilità** – portano queste leghe ad una continua affermazione in un crescente di applicazioni, sia come acciai speciali da costruzione che come acciai da utensili per lavorazioni a freddo e a caldo.

Il Nickel è il principale elemento di questi acciai che sono essenzialmente esenti da carbonio (vedi tab.2).

Le leghe Maraging (18% di Nickel) comprendono i tipi Maraging 200 VM, Maraging 250 VM, Maraging 300 VM e Maraging 350 VM.

Un sommario delle principali caratteristiche meccaniche delle quattro diverse qualità sono indicate nella tab.1. Particolare considerazione va data al Carico unitario di rottura e di Snervamento che sono quasi uguali.

Dettagliate indicazioni delle caratteristiche meccaniche del tipo Maraging 250 VM e del tipo Maraging 300 VM sono indicate nella tab.1 e nelle pag. 5 e 7.

Per ottenere queste eccezionali caratteristiche meccaniche è essenziale un elevatissimo grado di purezza, ottenuto con il metodo di fusione sottovuoto.

Oltre alle caratteristiche meccaniche risultanti da questa composizione chimica, un altro addizionale pregio è la temprabilità.

Dopo le lavorazioni meccaniche, si esegue un trattamento termico di "Invecchiamento" a temperatura relativamente bassa, che non richiede alcun mezzo protettivo.

Allo stato fornitura "solubilizzato" gli Acciai Maraging sono molto tenaci, relativamente teneri (30/35 HRC) e quindi facilmente lavorabili.

Fig. 1

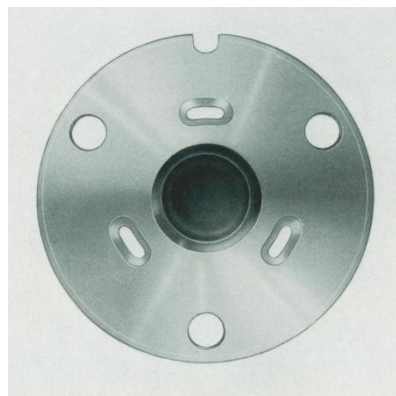


Fig. 1 – Flangia in lega di alluminio colata sotto pressione. Stampo in Maraging 250

Principali applicazioni delle leghe Maraging

Le continue richieste nel campo aerospaziale di acciai ad altissima resistenza hanno portato allo sviluppo degli acciai Maraging.

Le applicazioni di questi acciai per la tecnica aerospaziale comprendono: camere di combustione di razzi a propellente solido, serbatoi del propellente, celle di carico (utilizzate per misurare la spinta di grossi razzi) diffusori (utilizzati nei meccanismi di guida dei missili). Per l'industria aeronautica le applicazioni comprendono: alberi di trasmissione di elicotteri, componenti essenziali del carrello di atterraggio (assi dei treni a quattro ruote, i perni su cui questi ruotano, i perni di attacco delle aste degli ammortizzatori idraulici, aste del freno) componenti alari ed altre parti (fig.2).

I Maraging al 18% di Nickel sono entrati nella storia quando furono utilizzati per le barre di

torsione del veicolo lunare Apollo 15, il primo veicolo motorizzato sulla Luna (figg. 4 – 5).

A queste iniziali applicazioni gli Acciai Maraging si sono affermati anche in altri campi dove le caratteristiche di resistenza meccanica ed alla fatica, permettono la soluzione di problemi costruttivi in innumerevoli settori, ad esempio:

- Stampi e matrici (Unit Die) per getti colati a pressione e loro componenti (anime fisse e mobili, spine, espulsori, ecc.)
- Stampi di grande lucentezza superficiale per la produzione di materie plastiche.
- Matrici e punzoni per lavorazioni a freddo e a caldo.
- Coltelli e lame.
- Stampi per lo stampaggio a caldo e a freddo.

- Utensili per estrusione.
- Matrici ed utensili per ricalcatura a freddo e a caldo.
- Utensili per coniatura.
- Utensili in genere per lavorazioni a freddo e a caldo.
- Portamatrici particolarmente sollecitate.
- Utensili per presse per lavorazioni a caldo.
- Parti strutturali.
- Componenti meccanici altamente sollecitati (semiassi, alberi di trasmissione, perni, organi di calettamento, organi meccanici trasmettenti potenza, barre di torsione, tiranti, ruote dentate (nitrate), contenitori a pressione, viti di alimentazione, molle, etc.

3

	Maraging 200	Maraging 250	Maraging 300	Maraging 350
Carico unitario di rottura Kg/mm ² (R)	150	185	205	245
Carico unitario di snervamento Kg/mm ² - 0,2% (Rs)	145	180	203	240
Allungamento % 4,5 - (A)	12	11	11	7
Contrazione minima %	62	58	57	35
Resilienza KCV kgm	5	2,8	2,35	1,38
Resistenza alla fatica (10 ⁸ cicli) Kg/mm ²	77	77	88	77
Durezza Rockwell C HRC	43/48	48/52	50/55	55/60
Resistenza alla compressione Kg/mm ²	150	197	223	273

Tabella 1 – Caratteristiche meccaniche di saggi di piccolo diametro dopo trattamento termico di "Invecchiamento"

Analisi chimica nominale	Maraging 200	Maraging 250	Maraging 300	Maraging 350
Nickel	18,50%	18,50%	18,50%	18,50%
Cobalto	8,50	7,50	9,00	12,00
Molibdeno	3,25	4,80	4,80	4,80
Titanio	0,20	0,40	0,60	1,40
Alluminio	0,10	0,10	0,10	0,10
Silicio	0,10 max	0,10 max	0,10 max	0,10 max
Manganese	0,10 max	0,10 max	0,10 max	0,10 max
Carbonio	0,03 max	0,03 max	0,03 max	0,03 max
Zolfo	0,01 max	0,01 max	0,01 max	0,01 max
Fosforo	0,01 max	0,01 max	0,01 max	0,01 max
Zirconio	0,01	0,01	0,01	0,01
Boro	0,003	0,003	0,003	0,003

Tabella 2 – Composizione chimica nominale delle leghe Maraging

Fig. 2



Fig. 2 – Albero di trasmissione impiegato in aeronautica.

Fig. 3

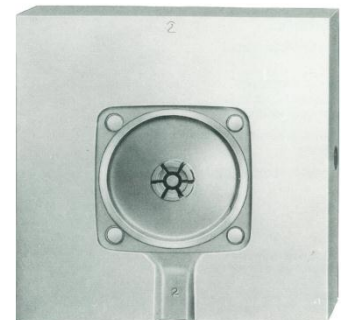


Fig. 3 – Coperchio in lega di alluminio colato sotto pressione. Stampo in Maraging 250. La perfetta finitura della sede guarnizione non ha richiesto ulteriore lavorazione meccanica.

Principali vantaggi degli acciai Maraging

Il presente catalogo è stato realizzato allo scopo di aggiornare tecnici, specialisti e non, con informazioni sufficientemente chiare per comprendere gli enormi benefici derivanti dall'utilizzazione degli acciai Maraging.

Eccezionali caratteristiche meccaniche

- Altissimo carico unitario di rottura e di snervamento
- Altissima resistenza alla fatica
- Altissima resistenza alla compressione
- Durezza e resistenza all'usura sufficienti per moltissime applicazioni
- Elevata resilienza
- Basso coefficiente di dilatazione termica che minimizza e contiene le cricche a caldo
- Facilmente saldabile anche allo stato temprato. Le saldature possono essere successivamente "invecchiate" mediante riscaldamento locale a temperatura moderata per sviluppare elevata resistenza meccanica

Buona lavorabilità

- Facile lavorabilità alla macchina utensile
- Facile foggatura a freddo e a caldo senza alcun procedimento di ricottura
- Altissima resistenza alle cricche termiche
- Eccellente lucidabilità
- Facile saldabilità senza pre-riscaldamento o post-riscaldamento

- Le eccezionali caratteristiche meccaniche consentono la soluzione di innumerevoli problemi costruttivi particolarmente delicati.
- Altissimi rendimenti e conseguente economia in rapporto alle prestazioni. Riduzione del costo finale dei pezzi prodotti
- Resistenza alla corrosione, nettamente superiore agli acciai convenzionali
- Caratteristiche meccaniche trasversali quasi uguali alle caratteristiche longitudinali
- Valori meccanici a caldo molto maggiori di quelli degli acciai tradizionali
- Elevata stabilità dimensionale al trattamento termico
- Riduzione notevole delle dimensioni e dei pesi
- Possibilità di indurimenti superficiali anti usura.

Eccellente temprabilità

- Sono sufficienti forni a temperatura relativamente bassa
- La contrazione durante il trattamento termico è minima, uniforme e prevedibile
- Durezza totale ottenibile senza "tempra"
- Non sono necessari forni ad "Atmosfera controllata" o Sotto vuoto, per "l'Invecchiamento"
- Lega non soggetta a carburazione e/o decarburazione
- Trattamento termico semplice ed economico

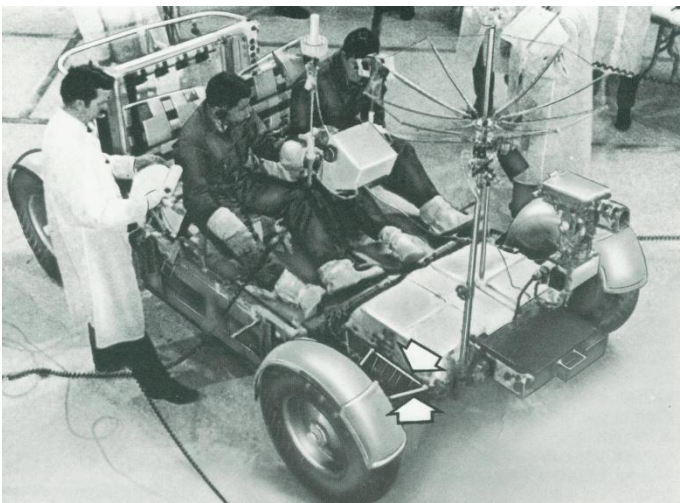


Fig. 4

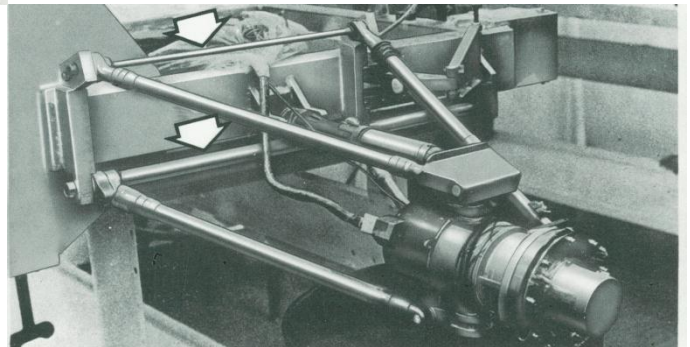


Fig. 5

Figg. 4 e 5 - Barre di torsione in acciaio Maraging 250 per veicolo mobile lunare (LRV) Apollo 15. Collaudate per temperature di esercizio da -121 a +121 °C. Lo stress torsionale sviluppato nelle barre è di 78 Kg/mm² per barra.

Maraging 250 VM

Caratteristiche meccaniche

- Modulo elastico 19.000 Kg/mm²
- Peso specifico 8 gr/cc
- Conducibilità termica a: 20°C – Wm °C 21
50°C – Wm °C 21
100 °C – Wm °C 23

Caratteristiche meccaniche allo stato solubilizzato

Durezza Rockwell C	HRC 30
Carico unitario di rottura	Kg/mm ² 98
Carico unitario di snervamento	Kg/mm ² 66
Allungamento	17%
ContraZIONE	75%

Composizione chimica nominale

Nickel	18,50%
Cobalto	7,50
Molibdeno	4,80
Titanio	0,40
Alluminio	0,10
Silicio	0,10 max
Manganese	0,10 max
Carbonio	0,03 max
Zolfo	0,01 max
Fosforo	0,01 max
Zirconio	0,01
Boro	0,003

5

Dimensione mm	Direzione	Durezza Rockwell C HRC	Carico unitario di rottura kg/mm ²	Carico unitario di snervamento (0,2%) kg/mm ²	Allungamento 4,5 Vs%	ContraZIONE %
- Tondo Ø 15,88	Longitudinale	51,3	185	180	11,5	57,9
- Tondo Ø 31,75	Longitudinale	51,8	188	182	11	56,5
- Tondo Ø 76	Longitudinale	50,4	178	174,5	11	53,4
- Quadro 152	Longitudinale	50,8	176	173	10	46,7
	Trasversale	50,3	175,6	173	8,1	30,3
- Lamiera S = 6,35	Trasversale	50,6	191	187	8	40,8

Tabella 3 – Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente del Maraging 250 VM dopo il trattamento termico di “Invecchiamento”

Test °C	Carico unitario di rottura kg/mm ²	Carico unitario di snervamento kg/mm ² (0,2%)	Allungamento su 4,5 Vs (%)	ContraZIONE %	Resistenza alla compressione	
					Condizione	Limite proporzionale kg/mm ²
315	164	157,8	11,5	56	Solubilizzato	73,8
426	155,3	148,2	12	56,1		
482	140,6	130	16,5	64,6	Invecchiato	169,6
537	104,9	90,7	23	72,9		
						Durezza Rockwell C HRC
						29
						51

Tabella 4 – Caratteristiche meccaniche a caldo del Maraging 250 – Saggi solubilizzati per un’ora a 815 °C. – Raffreddati all’aria ed invecchiati per 3 ore a 482 °C.

Tabella 5 – Saggio solubilizzato per 30’ a 815 °C – Raffreddato all’aria ed invecchiato per 3 ore a 482 °C. Media di 3 prove.

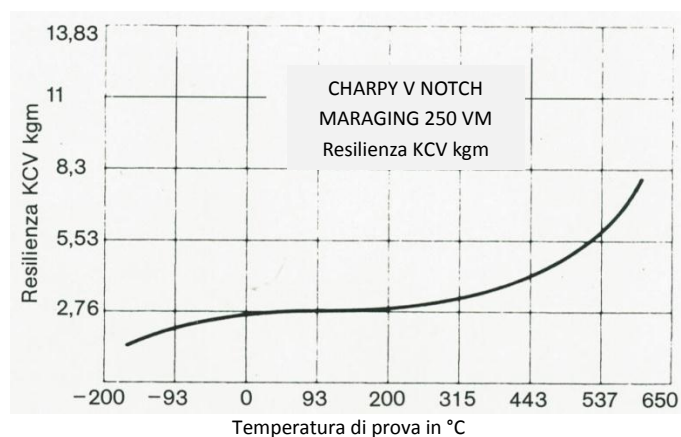


Tabella 6 – Effetto delle temperature sulla resilienza. Saggi solubilizzati a 815°C per 30’, raffreddati all’aria ed invecchiati a 482 °C per 3 ore.

Maraging 250 VM

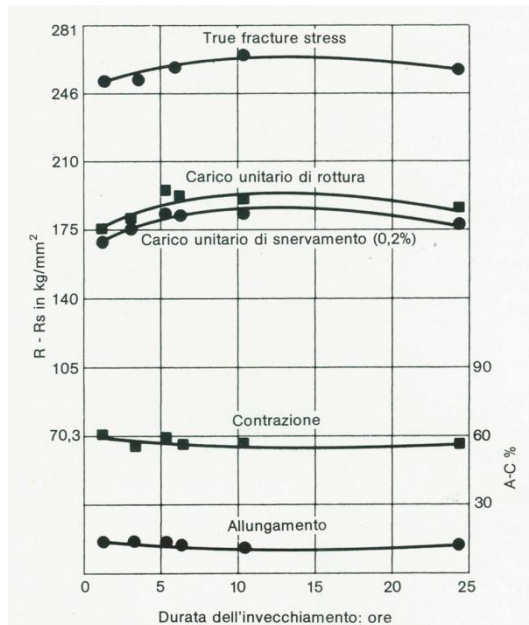


Tabella 7 – Effetto dell'invecchiamento sulle caratteristiche meccaniche. Saggi solubilizzati per 1 ora a 815 °C, raffreddati all'aria ed invecchiati a 482 °C per le durate indicate.

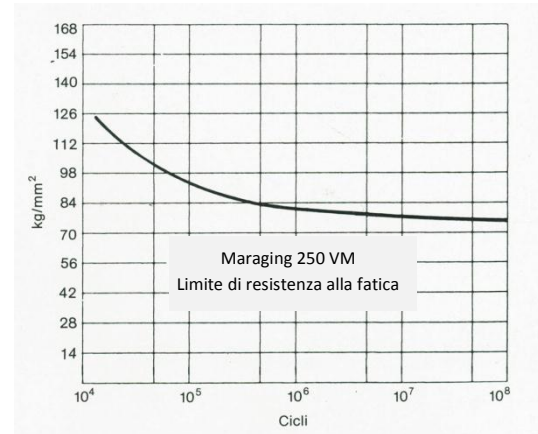
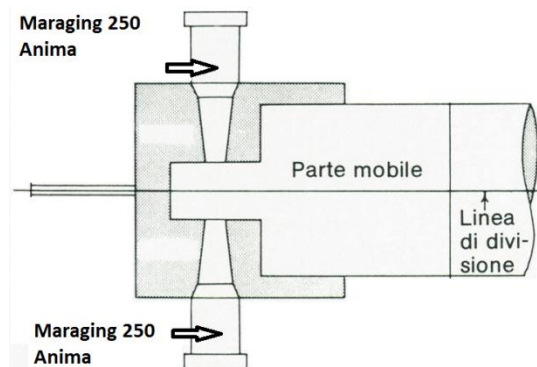


Tabella 8 – Resistenza alla fatica e flessione rotante eseguita su un saggio tondo solubilizzato a 815 °C per 30'. Raffreddato all'aria e invecchiato a 482 °C per 3 ore (R. R. Moore).

Temperatura di solubilizzazione °C	Temperatura di invecchiamento °C	Durata dello invecchiamento h	Carico unitario di rottura kg/mm²
815	454	3	184
815	482	1	186
815	482	3	201
815	482	6	197
815	510	3	190

Tabella 9 – Effetto delle differenti condizioni di invecchiamento sulla resistenza alla trazione di lamiera (s=3 mm) in Maraging 250 VM. Lamiera standard ASTM solubilizzata per 30 ' alle temperature indicate, raffreddamento all'aria ed invecchiamento come sopra indicato.



Maraging 300 VM

Caratteristiche meccaniche

- Modulo elastico 19.000 Kg/mm²
- Peso specifico 8 gr/cc
- Conducibilità termica a: 20°C – Wm °C 21
50°C – Wm °C 21
100 °C – Wm °C 23

Caratteristiche meccaniche allo stato solubilizzato

Durezza Rockwell C	HRC 32
Carico unitario di rottura	Kg/mm ² 105
Carico unitario di snervamento	Kg/mm ² 77
Allungamento	18%
Contrazione	72%

Composizione Chimica nominale

Nickel	18,50%
Cobalto	9,00
Molibdeno	4,80
Titanio	0,60
Alluminio	0,10
Silicio	0,10 max
Manganese	0,10 max
Carbonio	0,03 max
Zolfo	0,01 max
Fosforo	0,01 max
Zirconio	0,01
Boro	0,003

7

Dimensione mm	Direzione	Durezza Rockwell C HRC	Carico unitario di rottura kg/mm ²	Carico unitario di snervamento (0,2%) kg/mm ²	Allungamento 4,5 Vs%	Contrazione %
- Tondo Ø 15,88	Longitudinale	54,3	206	203,9	11,8	56,6
- Tondo Ø 31,75	Longitudinale	54,7	207	206	11,6	55,8
- Tondo Ø 76	Longitudinale	54	206,5	201,6	10,3	43,6
- Quadro 152	Longitudinale	53,9	199,8	195,3	9,8	43,9
	Trasversale	54,3	199,1	194,8	6,6	28,4
- Lamiera S = 6,35	Trasversale	55,1	221,4	217,7	7,7	35

Tabella 10 – Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente del Maraging 300 VM dopo il trattamento termico di “Invecchiamento”.

Test °C	Carico unitario di rottura kg/mm ²	Carico unitario di snervamento kg/mm ² (0,2%)	Allungamento su 4,5 Vs (%)	Contrazione %
315	180,5	172,7	12	61,8
426	168,8	160	14	61,3
482	148	137	17,3	68,4
510	133	121,6	22	76,5
537	118	107,7	24	77,2

Tabella 11 – Caratteristiche meccaniche a caldo del Maraging 300 - Saggi solubilizzati per un'ora a 815 °C – Raffreddati all'aria ed invecchiati per 3 ore a 482 °C.

Resistenza alla compressione		
Condizione	Limite proporzionale kg/mm ²	Durezza Rockwell C HRC
Solubilizzato	74	31
Invecchiato	191	53,5

Tabella 12 – Saggio solubilizzato per 30' a 815 °C – Raffreddato all'aria ed invecchiato come indicato. Media di 3 prove.

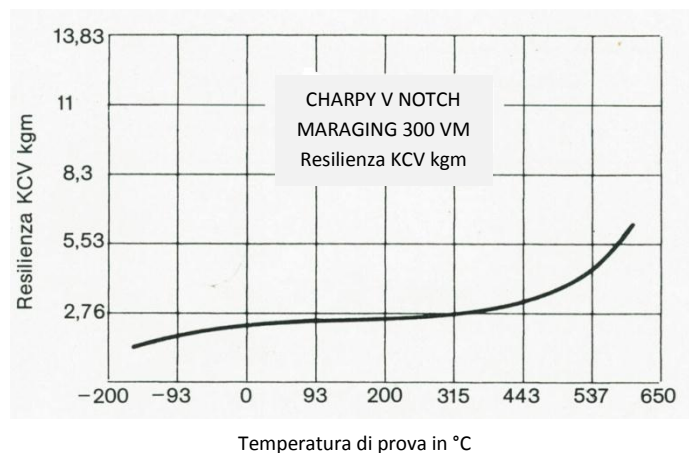


Tabella 13 – Effetto delle temperature sulla resilienza. Saggi solubilizzati a 815°C per 30', raffreddati all'aria ed invecchiati a 482 °C per 3 ore.

Maraging 300 VM

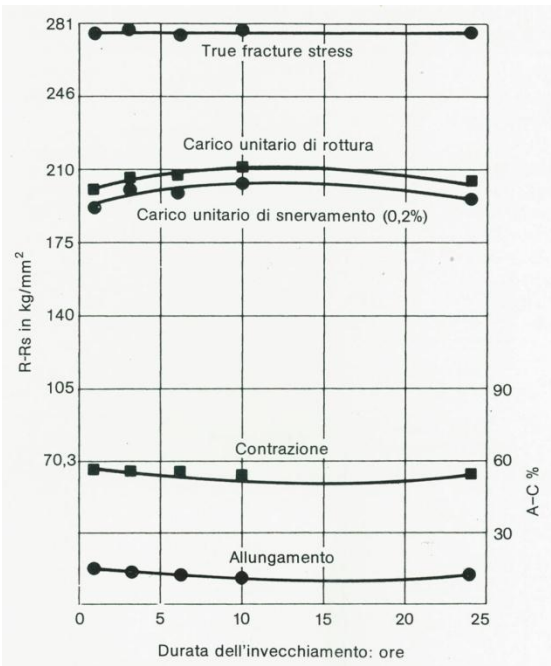


Tabella 14 – Effetto dell'invecchiamento sulle caratteristiche meccaniche. Saggi solubilizzati per 1 ora a 815 °C, raffreddati all'aria ed invecchiati a 482 °C per le durate indicate.

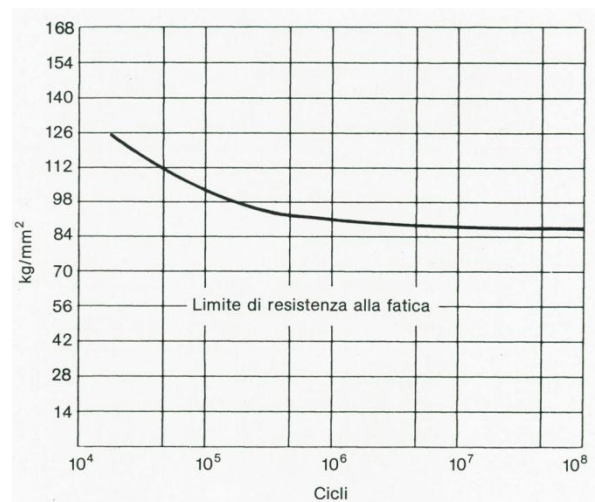


Tabella 15 – Resistenza alla fatica per flessione rotante eseguita su un saggio tondo solubilizzato a 815 °C per 30'. Raffreddato all'aria ed invecchiato a 482 °C per 3 ore.

Temperatura di solubilizzazione °C	Temperatura di invecchiamento °C	Durata dello invecchiamento h	Carico unitario di rottura kg/mm ²
815	454	3	217,6
815	482	1	215,6
815	482	3	222,7
815	482	6	225,8
815	510	3	216,6

Tabella 16 – Effetto delle differenti condizioni di invecchiamento sulla resistenza alla trazione di lamiera (s=3 mm) in Maraging 300 VM. Lamiera standard ASTM solubilizzata per 30' alle temperature indicate, raffreddamento all'aria ed invecchiamento come sopra indicato.

Procedure per le lavorazioni e trattamenti termici

Forgiatura

Temperature di forgiatura raccomandate per le leghe Maraging "VM":

- inizio 1.175 °C
- fine $\geq$ 870 °C

Laminazione

Temperature di laminazione raccomandate:

- inizio 955 a 1.037 °C
- fine $\geq$ 815 °C
-

Solubilizzazione

Temperature di solubilizzazione raccomandate per tutti i gradi Maraging:

Temperatura da 800 a 830 °C.

Tempo di permanenza: 1 ora sino a 25 mm di spessore.

Oltre i 25 mm di spessore, 1 ora per ogni addizionale 25 mm di spessore – Raffreddare all'aria.

La contrazione uniforme dopo trattamento di solubilizzazione, per tutti i gradi, è approssimativamente di μ 1 per mm di spessore.

"Invecchiamento"

Dato che, come precedentemente detto, le leghe Maraging sono essenzialmente esenti da carbonio, non sono richiesti forni ad Atmosfera controllata, sotto vuoto, o mezzi protettivi durante "l'invecchiamento".

Il materiale viene fornito al cliente allo stato di solubilizzazione con durezza di 30/35 HRC.

I tempi e le temperature raccomandate per ogni tipo sono indicati nella tabella qui di seguito n. 17.

NOTA: Spessori notevoli dovranno essere "invecchiati" con permanenze più lunghe e ciò secondo le normali prassi.

Durante "l'invecchiamento" le leghe Maraging si contraggono uniformemente consentendo all'utilizzatore la conoscenza a priori delle variazioni dimensionali già nella fase di progettazione e di sgrossatura.

Le tabelle 4, 11 e 18 indicano l'entità di contrazione in funzione delle temperatura di invecchiamento.

9

Stampi, matrici e loro componenti per getti colati a pressione

L'utilizzazione dei gradi Maraging 250 VM e Maraging 300 VM si è rapidamente sviluppata nel campo dei getti colati a pressione sia in alluminio che in leghe in Zinco (zama).

A causa della continua crescente domanda ed in considerazione di alcuni fattori strettamente connessi con i getti colati a pressione,

questa parte del catalogo è stata particolarmente dedicata a questo settore, date anche le eccezionali prestazioni ottenibili in confronto ai convenzionali acciai normalmente utilizzati per lavorazioni a caldo.

Vantaggi degli Acciai Maraging nel campo dei getti colati a pressione

- A causa del basso coefficiente di dilatazione il Maraging 250 VM e 300 VM hanno essenzialmente eliminato le "cricche" a caldo e la loro propagazione.
- Entrambi questi due tipi hanno un'eccellente resistenza sia alla propagazione delle cricche che all'urto.
- Durata di circa 3 volte maggiore, rispetto agli H-11 e H-13 ed agli altri acciai convenzionali per lavorazioni a caldo.
- Migliore grado di finitura superficiale dei getti colati a pressione.
- Ottima resistenza all'erosione provocata dal flusso del metallo fuso.
- Elevata resistenza agli shock termici.
- Elevato limite di snervamento a caldo.
- Minima tendenza all'incollamento con il metallo fuso.

La superficie dello stampo durante la fusione di getti colati a pressione in alluminio può raggiungere 540-590 °C.

Occasionalmente anche quando si raggiungono temperature più elevate, come ad esempio avviene quando è coinvolta una maggiore massa di metallo, l'Acciaio Maraging dimostra una notevole resistenza al rinvenimento sino a 650 °C.

Il coefficiente di dilatazione per le leghe Maraging 250 e 300 è approssimativamente del 12% più basso rispetto a quello degli acciai Aisi H11 – H13 – consentendo quindi una notevole riduzione degli effetti alla fatica dei cicli termici e con un notevole incremento della resistenza alla formazione di cricche.

A parte queste superiori caratteristiche le leghe Maraging hanno una migliore saldabilità rispetto agli acciai Aisi H11 - H3 e non richiedono preriscaldamento o post-riscaldamento.

Trattamenti termici raccomandati per stampi, matrici e loro componenti per getti colati a pressione

Inizialmente gli stampi in Maraging venivano sottoposti ad invecchiamento con la procedura prevista per le normali applicazioni.

Una maggiore durata dello stampo è stata però ottenuta modificando espressamente il ciclo del Trattamento Termico di "invecchiamento".

Temperatura di invecchiamento	Permanenza alla temperatura di invecchiamento "ORE"	Durezza Rockwell C HRC ottenibile
Maraging 200 VM 482 – 495 °C	6	44 – 48
Maraging 250 VM 482 – 495 °C	6	48 – 52
Maraging 300 VM 482 – 495 °C	6	50 - 55
Maraging 350 VM 482 – 495 °C	6	55 – 60
510 °C	3	56 - 60

Tabella 17 - Durata e temperature raccomandate per l'invecchiamento per ogni tipo di Maraging.

Dopo la lavorazione meccanica di sgrossatura è quindi raccomandato un trattamento di distensione a 815-830 °C per un'ora e per ogni 25 mm di spessore. Successivamente raffreddare all'aria calma. Questo trattamento, eliminando le tensioni di lavorazione, evita la formazione di cricche durante l'invecchiamento finale. Successivamente, vanno ultimate le lavorazioni meccaniche. Procedere quindi all'invecchiamento a 525-537 °C per 6 ore (al contrario della procedura standard di 480-496 °C). Questa più alta temperatura di invecchiamento, maggiormente vicina alla temperatura di fusione dell'alluminio, incrementa la durata dello stampo o dei suoi componenti realizzati in acciaio Maraging.

Tipo	480 °C x 6 ^h	480 °C x 9 ^h	510 °C x 3 ^h
Maraging 200	0,6	0,7	-
Maraging 250	0,9	1,1	-
Maraging 300	1,0	1,2	-
Maraging 350	1,0	1,3	1

Tabella 18 – Contrazione espressa in μ /mm in funzione della temperatura e durata di invecchiamento

Avvertimento importante

Per nessun motivo si dovranno eseguire prove, anche di un solo colpo, con lo stampo allo stato solubilizzato. **E' tassativamente proibito.**

Lo stampo potrà essere utilizzato solo dopo un completo "invecchiamento".

Istruzioni per le lavorazioni meccaniche

Gli acciai Maraging, allo stato solubilizzato di fornitura sono lavorabili per asportazione di truciolo con macchine utensili convenzionali.

La lavorabilità dei vari tipi di Maraging allo stato solubilizzato è paragonabile a quelli degli acciai convenzionali con durezza 30/35 HRC.

Dopo l'invecchiamento" si consigliano utensili in acciaio Rapido o Super rapido o in metallo duro ISO K 10 – K 20 – K 21, ecc.

In generale valgono le norme raccomandate per le lavorazioni meccaniche di materiali con le durezza sopraindicate.

Si raccomanda sempre un accurato grado di finitura delle superfici.

La lavorazione deve essere eseguita con taglienti molto affilati dato che si hanno elevati carichi superficiali sul tagliente che causano forti fenomeni di usura.

Saldatura delle leghe Maraging

Saldatura

Le leghe Maraging sono facilmente saldabili in entrambi gli stati, sia solubilizzato che "invecchiato". I migliori risultati si ottengono utilizzando sia il metodo TIG (Tungsten-Inert-Gas) che il metodo MIG (Metal-Inert-Gas).

Il metodo TIG è preferibile in quanto il MIG produce una riduzione della duttilità del materiale.

Le superfici dovranno essere accuratamente pulite.

Si raccomanda di effettuare le saldature "sotto protezione di Argon puro". (Atmosfera Protettiva).

E' essenziale che tra una passata di saldatura e l'altra il materiale base non superi i 120 °C.

Il preriscaldamento e il post-riscaldamento per questi acciai Maraging non deve essere eseguito.

Allo scopo di ottenere la migliore microstruttura, il materiale dopo la saldatura dovrà essere sottoposto a solubilizzazione e successivamente ad un nuovo trattamento di "invecchiamento". Tuttavia buoni risultati sono stati ottenuti sul Maraging 200, 250 e 300 VM semplicemente sottoponendo il materiale ad un nuovo invecchiamento direttamente dopo la saldatura.

Saldature di riporto con filo e/o bacchette in Maraging

Nelle saldature, sia direttamente su Acciai Maraging che su acciai per lavorazioni a caldo al 5% di Cromo quali gli AISI H 11 e H 13, il filo per saldatura prodotto nelle leghe Maraging è estensivamente utilizzato.

Una tipica applicazione riguarda la saldatura sugli stampi e loro componenti, per getti colati a pressione, stampi per materiali plastici, stampi per foggatura, utensili per estrusione ed utensili in genere, organi di macchine, ecc.

Normalmente viene utilizzato e si consiglia il metodo di saldatura TIG, seguendo le normali raccomandazioni.

Il materiale non deve essere preriscaldato quando si tratta di effettuare saldature su Acciai Maraging. (Il preriscaldamento a 150 °C è invece raccomandato e necessario quando la saldatura viene effettuata su acciai al 5% di Cromo, quali AISI H11 e H13 e relativa serie).

Dopo la saldatura l'intero materiale dovrà essere sottoposto ad "invecchiamento" a 480 °C per 3 ore.

Questa temperatura provvederà a dare la necessaria durezza al riporto in Maraging e provvederà inoltre ad una "distensione" dell'intero materiale.

Filo in bobine Maraging 250 W VM" "300 W VM" per saldature di riporto

Queste due particolari leghe sono state specificamente preparate per l'utilizzazione del filo per saldature ad "Arco sommerso" in impianti TIG o MIG.

Entrambe queste leghe sono disponibili nei tipi Maraging 250 W VM e 300 W VM.

Sono prodotte e fuse sottovuoto in modo da assicurare un'assoluta purezza interna del filo.

La superficie esterna è pure perfettamente pulita e presenta un particolare grado di finitura superficiale ottenuto mediante uno speciale e meticoloso procedimento di lavorazione.

Questo filo "W VM" è fornito in bobine per alimentare dispositivi automatici di saldatura. Un'ulteriore protezione dalla corrosione o da eventuali danni superficiali è garantita da un finale particolare imballaggio in contenitori metallici sigillati contenenti mezzi protettivi.

Entrambi i due tipi Maraging "250 W VM" e "300 W VM" sono fornibili in bobine di circa 11 Kg con diametri del filo da mm 0,51 a mm 3,18.

Lavorazioni a freddo delle leghe Maraging

Queste leghe hanno eccellenti caratteristiche di foggatura a freddo, trafilatura, profondo stampaggio anche mediante azione idrodinamica (Hydroform) ferme restando le loro caratteristiche meccaniche.

Quando necessario si raccomanda un trattamento di distensione a 815 °C con permanenza di 1 ora, con successivo raffreddamento in ambiente all'aria calma.

Lavorazione delle leghe Maraging con preriscaldamento a bassa temperatura

Tali lavorazioni possono essere eseguite a temperatura non superiore a 315 °C. Al di sopra di questa temperatura possono verificarsi danneggiamenti.

Particolare attenzione va data anche al calore generato durante la lavorazione stessa tenendo ben presente che il "calore totale" non dovrà superare in ogni caso i 315 °C.

Lavorazioni a caldo delle leghe Maraging

Queste leghe possono essere facilmente forgiate e laminate con i metodi convenzionali a temperature comprese e varianti tra 1.175 °C e 815 °C.

Nota – maggiori dati tecnici a richiesta.

DAL CAMPO DI BATTAGLIA UN'ECCEZIONALE CONFERMA DELLE QUALITA' DELL'ACCIAIO MARAGING 250



Albero supporto-rotore di elicottero perforato da una pallottola. Malgrado il serio danno subito da questo albero altamente sollecitato, il pilota poté continuare la missione per 2 ore e mezza a velocità ridotta rientrando salvo alla base.

Nitrurazione

Gli acciai Maraging sono facilmente nitrurabili per aumentare la durezza superficiale e la resistenza all'usura.

Procedimento standard

1. Il materiale dovrà essere allo stato solubilizzato.
2. Il materiale dovrà essere pulito a fondo.
3. Adottare grado di dissociazione dell'ammoniaca del 25÷30%
4. Procedere simultaneamente all'invecchiamento ed alla nitrurazione a 440 – 455 °C.
5. Permanere alla suddetta temperatura da 40 a 48 ore.

Questa operazione produrrà un deposito di mm 0,13 – 0,18 ed un aumento di durezza di circa 2 ÷ 4 punti Rockwell C HRC rispetto al materiale semplicemente invecchiato.

Procedimento in bagni di sali

La nitrurazione in bagni di sali per 90 minuti a 537 °C può produrre una durezza di circa 64/67 HRC con mm 0,07 di spessore.

Seguendo questo metodo l'invecchiamento può essere eseguito prima o simultaneamente con la nitrurazione.

Trattamenti galvanici di superficie

Gli acciai Maraging sono facilmente sottoponibili ai trattamenti di superficie quali Cromatura, Nickelatura, Cadmiatura.

Questi procedimenti vengono suggeriti nelle seguenti particolari condizioni:

- Quando il materiale dovrà essere esposto a severi agenti corrosivi
- Quando si vorrà evitare anche un sia pur leggero inizio di corrosione superficiale
- In applicazioni in cui è necessaria una maggiore resistenza all'usura

I dati tecnici dei trattamenti di superficie vengono forniti a richiesta.

Nota – L'idrogeno che si forma durante i vari cicli del trattamento galvanico può essere eliminato riscaldando l'acciaio a 204 ÷ 315 °C per 24 h: e cioè quando si deve evitare "l'infragilimento da idrogeno".