

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale
Prova a trazione di provini in acciaio
inossidabile saldati tramite
giunzione testa a testa: confronto tra
cordone di saldatura retto e a dente
di sega***

Tutor universitario: Prof. Paolo Ferro

Padova, 13/07/2023

Laureando: *Leonardo Soave, 1216786*

L'obiettivo di questo elaborato è valutare l'influenza della diversa geometria del cordone di saldatura, retto e a dente di sega, sulle proprietà meccaniche dell'acciaio inox AISI 304.

- Curve sforzo-deformazione;
- Zona termicamente alterata.

I campioni sono realizzati in acciaio inossidabile austenitico AISI 304 la cui composizione chimica percentuale é la seguente:

C max	Mn max	P max	S max	Si max	Cr	Ni	N max
0,07	2	0,045	0,015	1	17-20	8-11	0,11

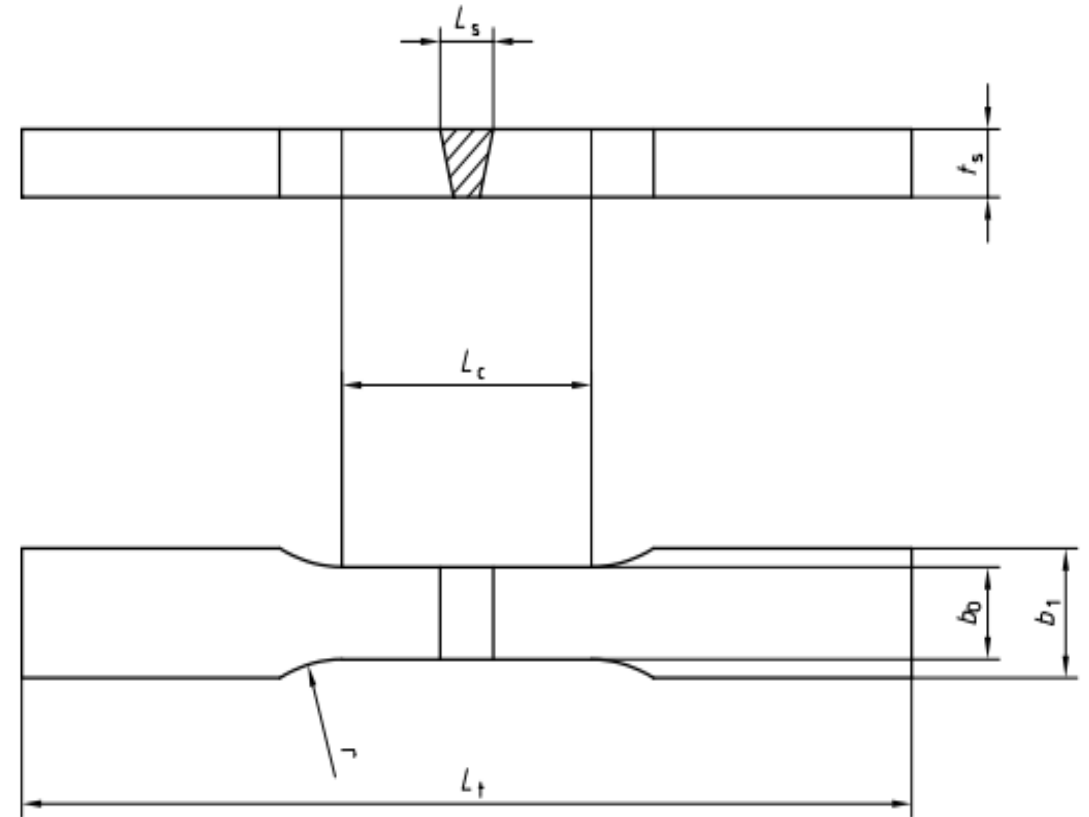
- Norma UNI EN ISO 4136:2012

Dimensions in millimetres

Denomination	Symbol	Dimensions
Total length of the test specimen	L_t	to suit particular testing machine
Width of shoulder	b_1	$b_0 + 12$
Width of the parallel length	plates b_0	12 for $t_s \leq 2$ 25 for $t_s > 2$
	pipes b_0	6 for $D \leq 50$ 12 for $50 < D \leq 168,3$ 25 for $D > 168,3$
Parallel length ^{a b}	L_c	$\geq L_s + 60$
Radius at shoulder	r	≥ 25

^a For resistance welding, welding with pressure and beam welding (process groups 2, 4, and 5 in accordance with ISO 4063), $L_s = 0$.

^b For some other metallic materials (e.g. aluminium, copper and their alloys) $L_c \geq L_s + 100$ can be necessary.



Nr. 2 lamiere fornite dall'Università di Padova, su cui ricavare i provini, hanno dimensione 298 x 179 x 2 mm.

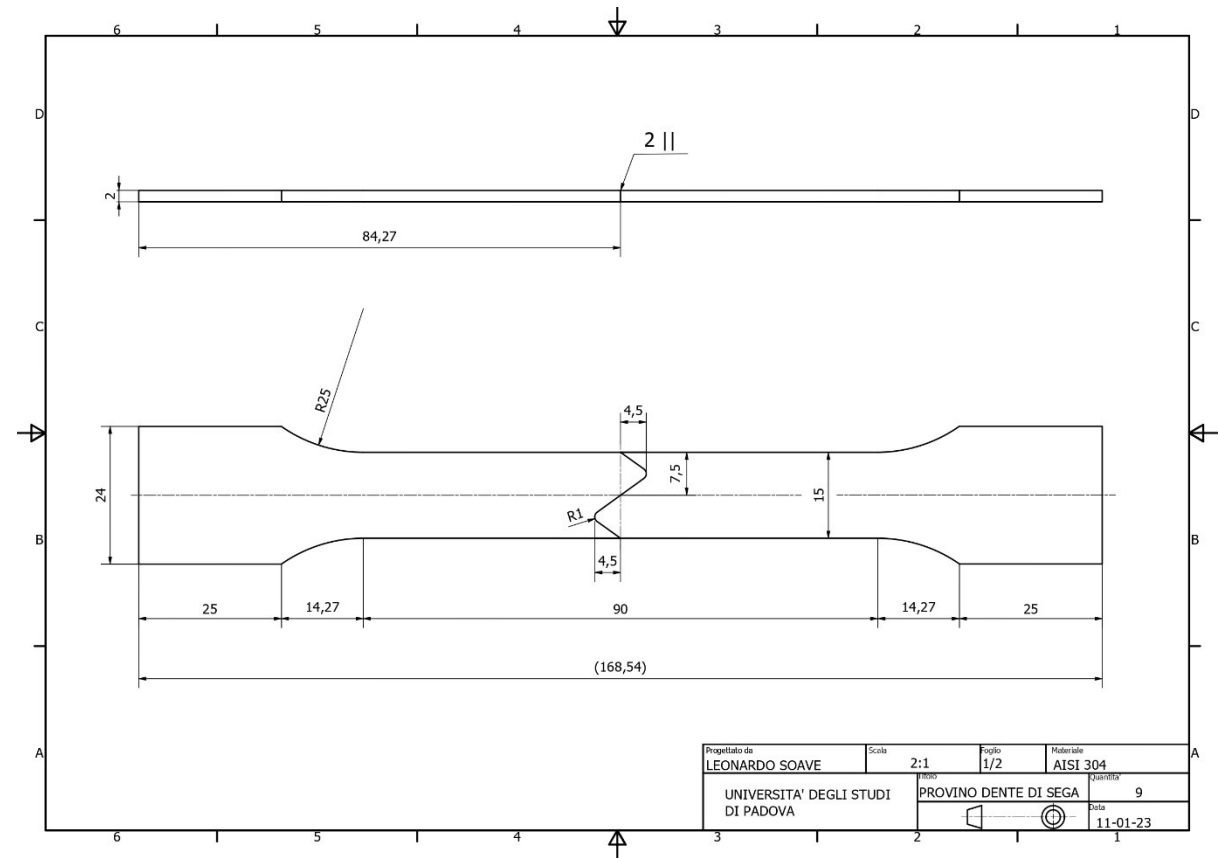
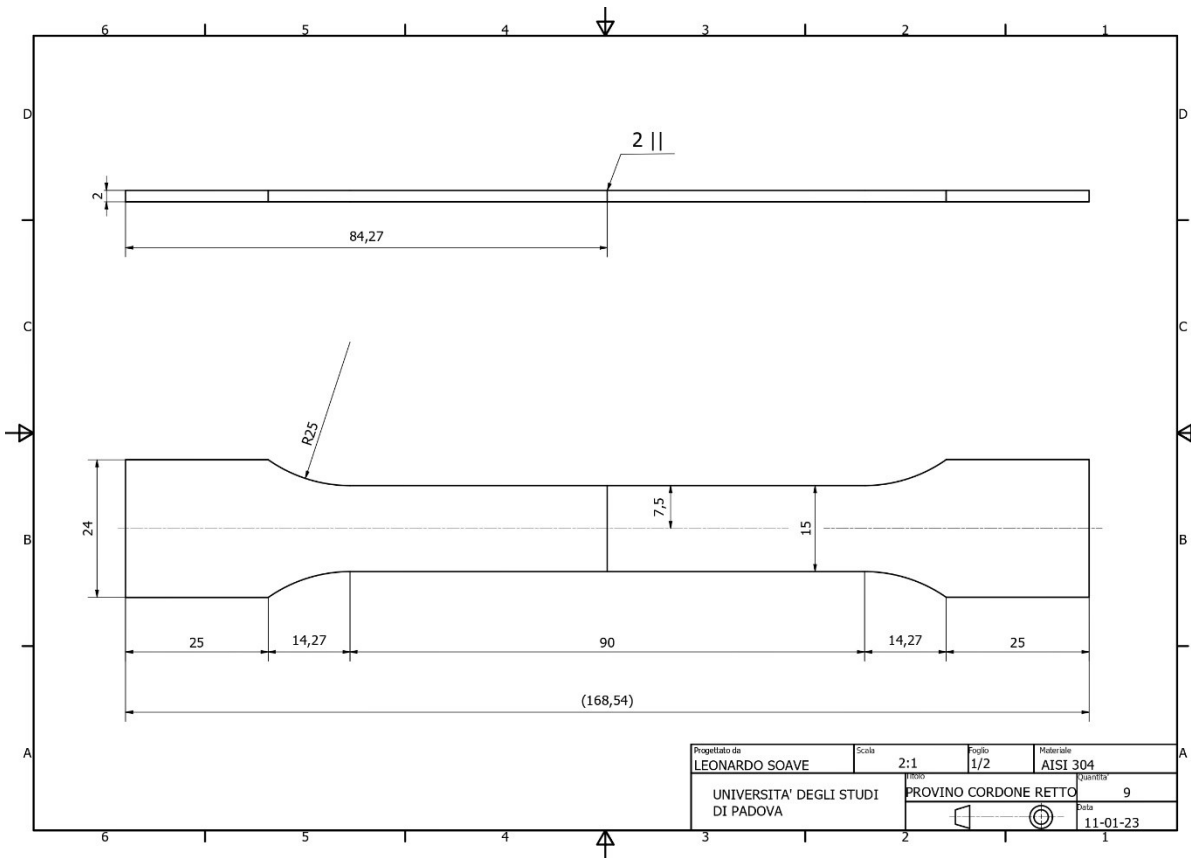
In funzione di questo sono state calcolate le dimensioni dei saggi.

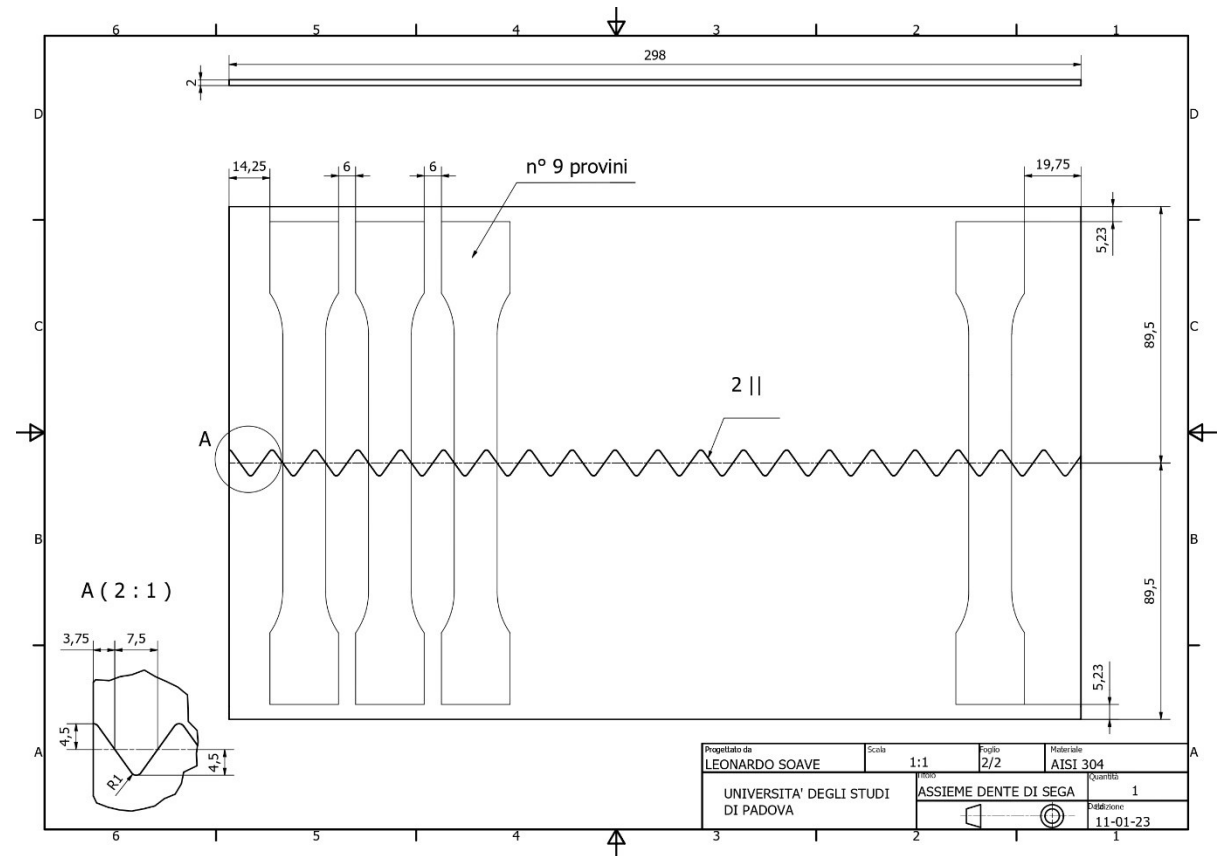
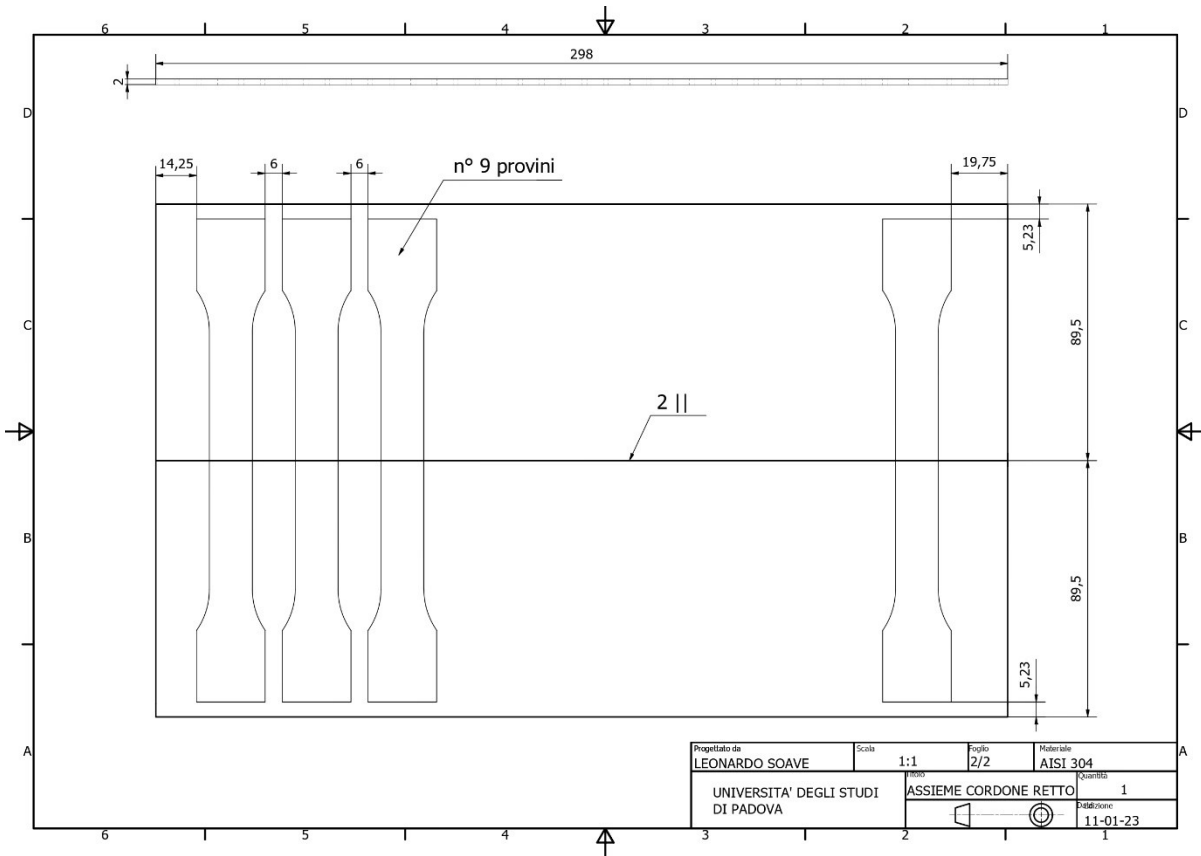
- Spessore del campione $t_s = 2$ mm;
- Larghezza del tratto utile $b_0 = 15$ mm;
- Larghezza afferraggi $b_1 = 24$ mm;
- Lunghezza tratto utile $L_c = 90$ mm;
- Raggio di raccordo $r = 25$ mm;
- Lunghezza totale del campione $L_t = 168,5$ mm.

La giunzione saldata é di tipo testa a testa a lembi retti di larghezza $L_s = 2$ mm.
La saldatura a cordone retto avrá una lunghezza pari a $b_0 = 15$ mm.

La saldatura con cordone a dente di sega, invece, é stata dimensionata con le seguenti considerazioni:

- Geometria del cordone periodica;
- Il periodo é uguale a b_0 ;
- L'ampiezza picco-picco A_{p-p} é pari al rapporto tra b_0 e il numero aureo 1,618. $A_{p-p} = 9$ mm;
- L'ampiezza di picco A_p é pari a 4,5 mm;
- Raggio di raccordo in corrispondenza del picco non inferiore a 1 mm per ragioni produttive.





- Taglio a getto d'acqua
- Saldatura laser

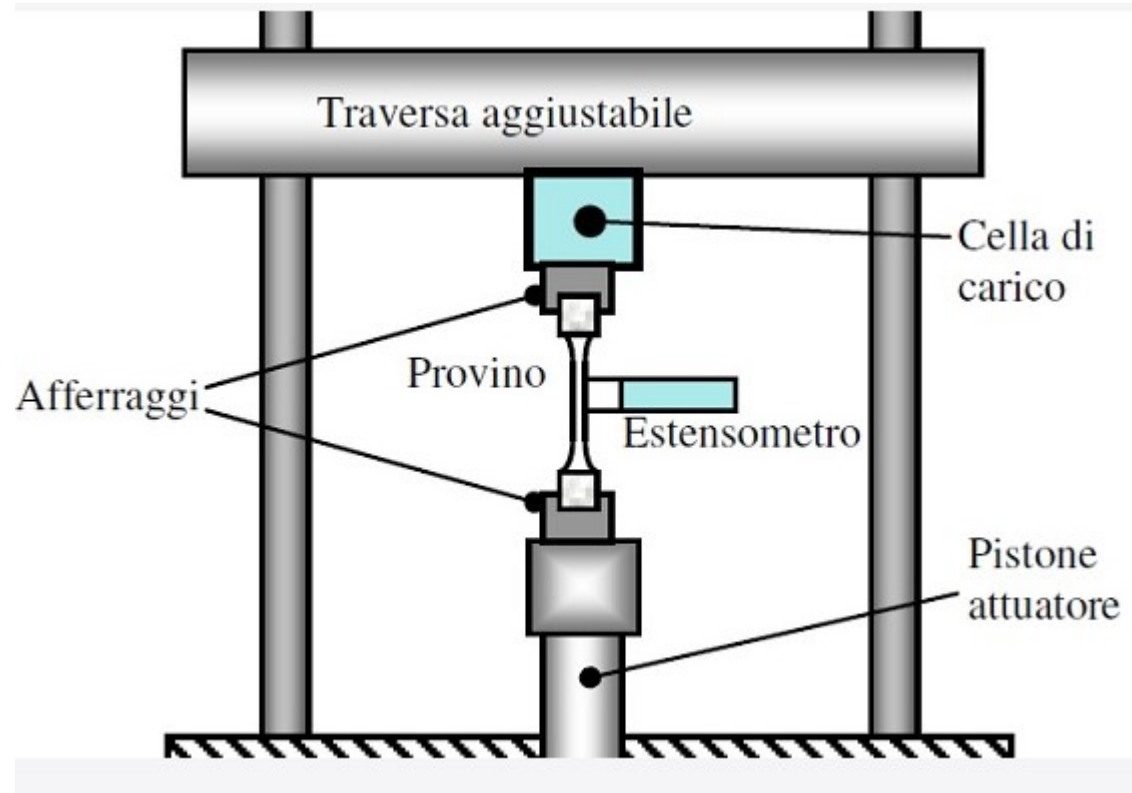
Il taglio ad acqua é stato eseguito dall'azienda C.P.T. Custom Precision Technology di Albignasego (PD).

Pressione (MPa)	Portata abrasive (kg/min)	Dimensione abrasive (mesh)	Indice abrasivo	Velocità (mm/min)
150	0,34	80	0,90	600

La saldatura é stata eseguita dall'azienda MAPO s.r.l.s. di Schio (VI).

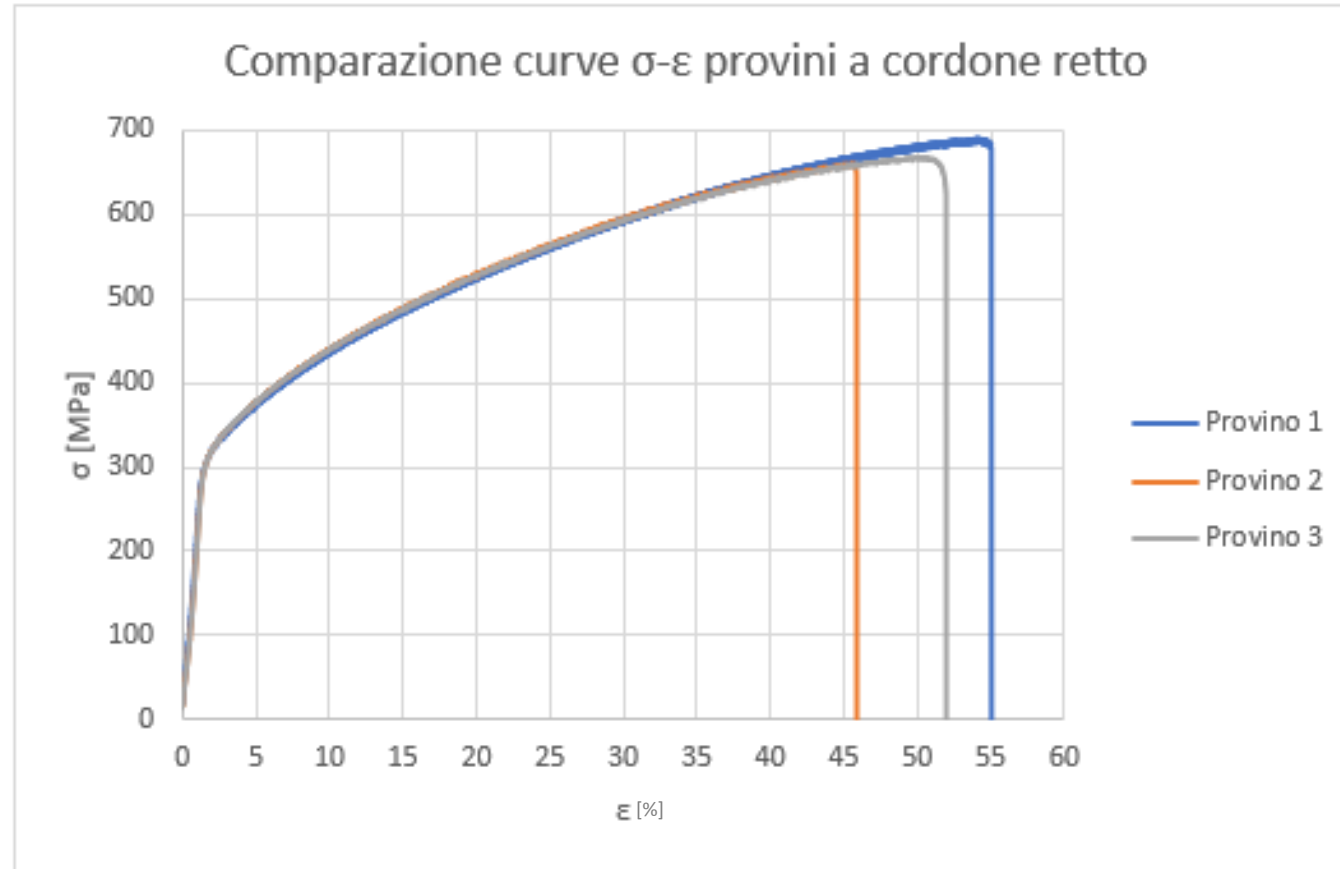
Velocità torcia (mm/min)	Spot (mm)	Clampatura	Potenza laser (W)	Fuoco (mm)	Gas	Portata gas (l/min)
600	0,27	Tavola con regoli	600	+3	Azoto	20

Per le prove di trazione è stata utilizzata una macchina MTS Criterion Series 40 elettromeccanica.



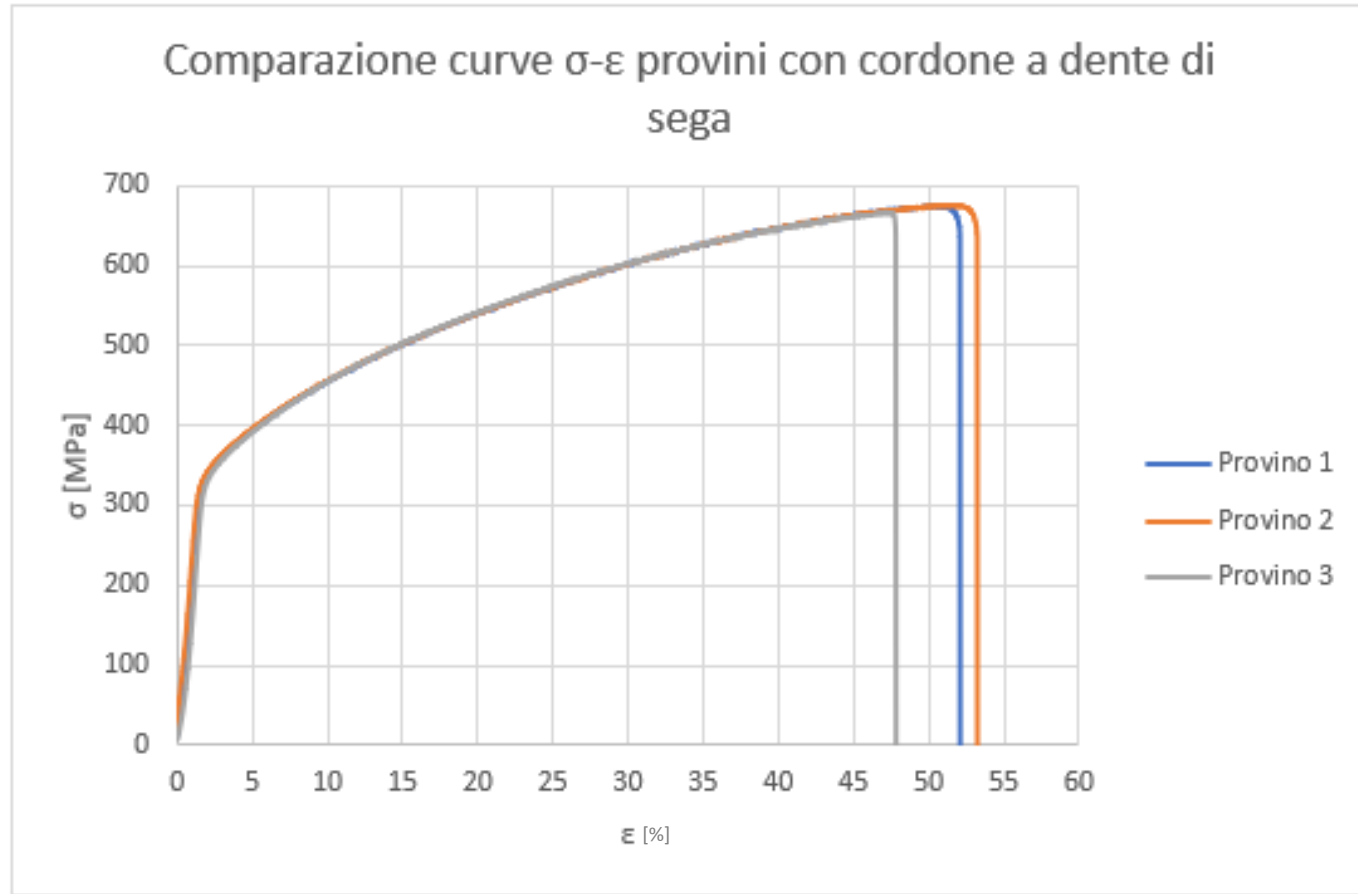
Nr. provino	Larghezza tratto utile (mm)	Spessore tratto utile (mm)	l_0 (mm)	E (GPa)	σ_y (MPa)	σ_R (MPa)	At (%)
1	15,2	2	90	195	293	688	55
2	15,2	2	90	195	295	659	46
3	15,2	2	90	195	294	666	52

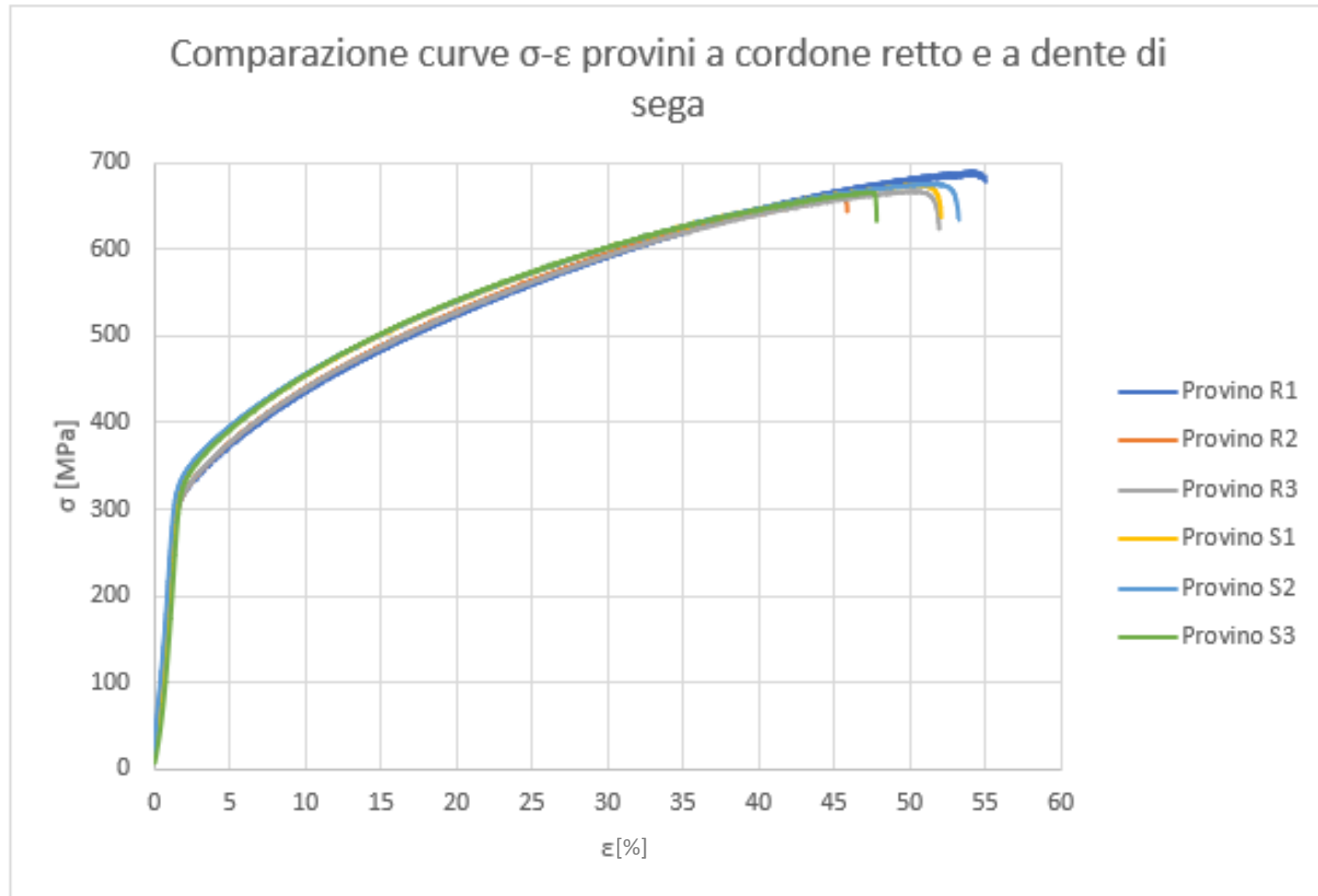
	σ_y (MPa)	σ_R (MPa)	At (%)
Media	294	671	51
Deviazione standard	0,8	12,4	3,7



Nr. provino	Larghezza tratto utile (mm)	Spessore tratto utile (mm)	l_0 (mm)	E (GPa)	σ_y (MPa)	σ_R (MPa)	At (%)
1	15,2	2	90	195	317	674	52
2	15,2	2	90	195	316	675	53
3	15,2	2	90	195	314	666	48

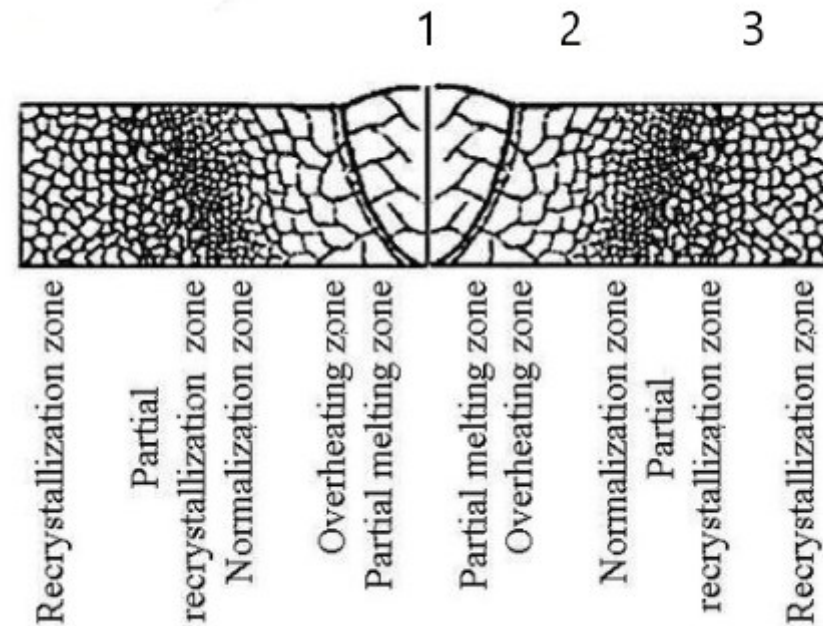
	σ_y (MPa)	σ_R (MPa)	At (%)
Media	315,7	671,7	51
Deviazione standard	1,7	4	2,2





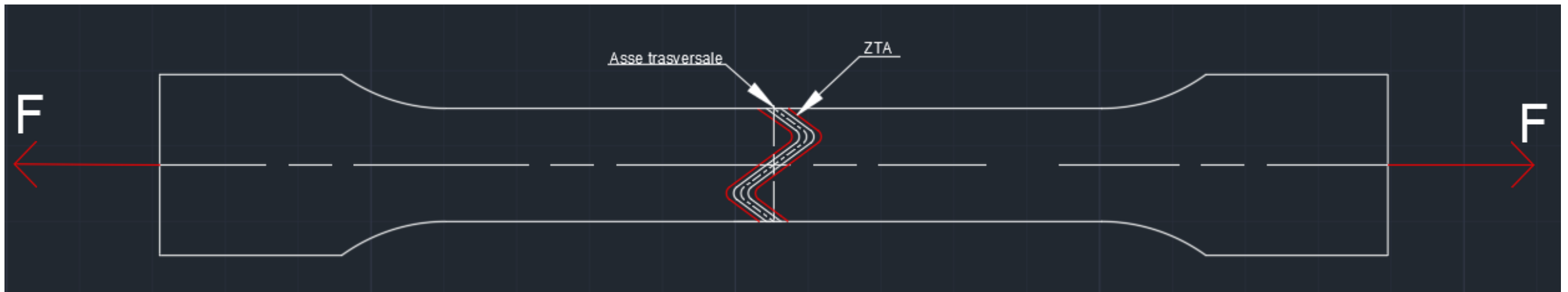
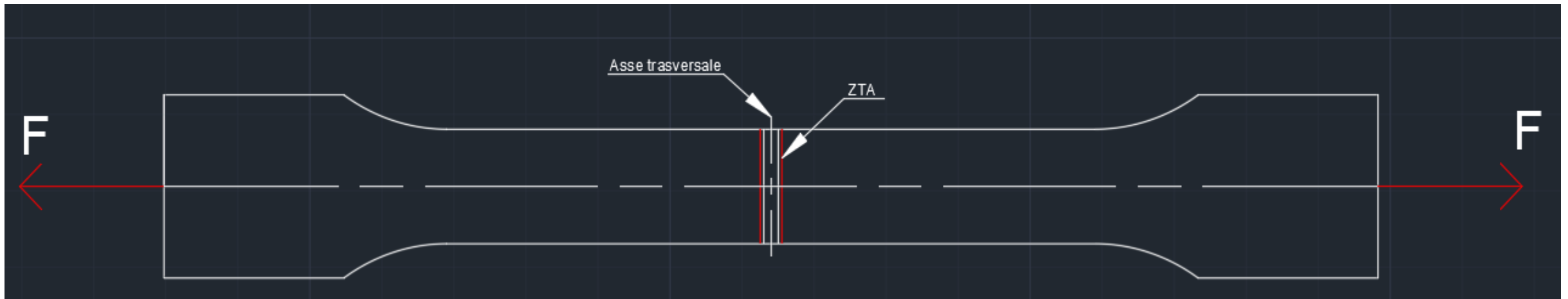
Si possono distinguere le seguenti zone:

- 1, Zona fusa (ZF): struttura colonnare del grano dovuta alla elevata conducibilità termica;
- 2-3, ZTA: si ha ricristallizzazione e ingrossamento del grano nella zona 2, perché più vicina alla zona fusa, in 3 si ha ricristallizzazione e affinamento.





- $\sigma_{y,media,retto} = 294 \text{ MPa}$
- $\sigma_{y,media,dente di sega} = 315,7 \text{ MPa}$



1. Pattern di saldatura con andamento a dente di sega hanno un maggior carico di snervamento rispetto a cordoni rettilinei;
2. Si ottiene un aumento del carico di snervamento medio $\sigma_{y,medio}$ del 7,4% nel cordone a dente di sega;
3. Questo avviene perché la zona termicamente alterata è meno deleteria nei provini a dente di sega rispetto ai provini a cordone retto per costruzione geometrica dei primi;
4. Il carico di rottura medio ($\sigma_{R,medio}$) e l'allungamento a rottura percentuale medio (At_{medio}) dei due tipi di saldatura rimane invariato.