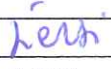
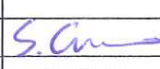




Titolo title Test saldatura piastre per casse bobine JT-60SA				Identificativo document no. 700RM14134		Rev. rev. 1	Pag. page 1	Di of 17	
				Identificativo Contratto ENEA ENEA Contractual ID no. RT-JT60TF-ASG-14134					
Tipo doc. doc. type RT	Emittente issued by GQL	Edizione in lingua language ITA	Derivato da derived from /				Rev. rev. /		
Commessa job no. RS24-2053	Progetto project JT-60SA		Cliente client ENEA C.R. Frascati						
Rev. rev.	Motivo Revisione Reason for revision								
0 1	Emissione documento Correzione velocità avanzamento (mm/min) in tabelle								
1			 F. Terzi	 S. Cuneo	 P. Pesenti			 G. Drago	20.05.2013
Rev. rev.	St. st.	Sc. sc.	Preparato prepared	Controllato checked	Verificato checked	Verificato checked	Verificato checked	Approvato approved	Data date

Titolo <i>title</i> Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA	Identificativo <i>document no.</i> 700RM14134	Rev. <i>rev.</i> 1	Pag. <i>page</i> 2	Di <i>of</i> 17
	Identificativo Contratto ENEA <i>ENEA Contractual ID no.</i> RT-JT60TF-ASG-14134			

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	3
2.	DESCRIZIONE	3
1.1	Saldatura piastre AISI 316 L, spessore 20 mm	3
1.2	Saldatura piastra AISI 316 L, spessore 50 mm	7
3.	RISULTATI DELLE PROVE E CONCLUSIONI	8
4.	FOTO	10
4.1	Piastra N.1	10
4.2	Piastra N.4.....	11
4.3	Piastra N.5.....	11
5.	GRAFICI	12

1. INTRODUZIONE

Nel presente documento vengono presentati i risultati delle prove di saldatura della piastre opportunamente lavorate con cianfrinatura per simulare la situazione di saldatura delle casse di contenimento delle bobine di JT60SA.

2. DESCRIZIONE

Le attività hanno riguardato la saldatura di piastre in AISI 316 L aventi spessori di 20 mm e 50 mm

1.1 Saldatura piastre AISI 316 L, spessore 20 mm

Le piastre hanno le seguenti caratteristiche:

- materiale: AISI 316 L
- dimensioni: 300 x 200 x 20 mm
- cianfrino: lavorazione a V di 30°, spalla = 0.0 mm e gap = 0.0 mm.

I provini (v. foto) sono stati assemblati posizionando, sotto alle piastre:

- una piastra inox di protezione a rovescio della saldatura, largh. 200 mm, sp. 3.0 mm
- n.4 tele di vetro sp. 0.5 mm, per uno spessore totale di 2.0 mm, a simulazione dell'isolamento contromassa della bobina
- una piastra di bachelite sp. 20 mm di supporto dell'assieme

Inoltre tra la piastra inox oggetto della saldatura e la *backing strip* viene fatto fluire gas azoto come gas di protezione a rovescio della saldatura.

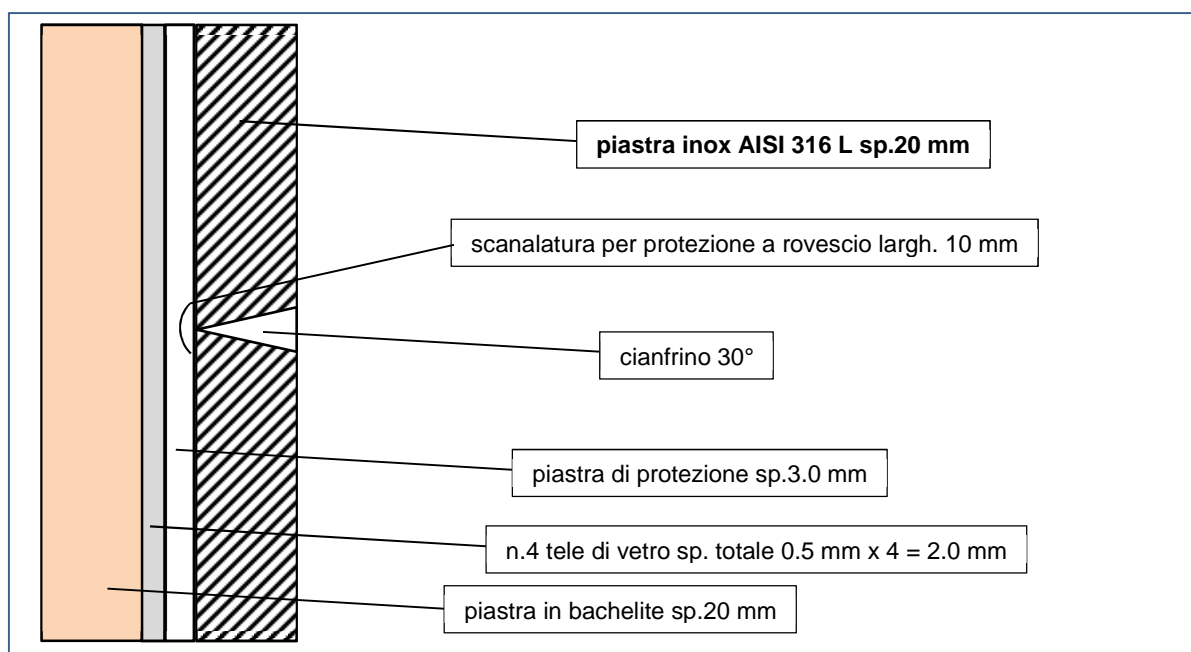


Fig. 1 – schema disposizione piastra sp. 20 mm per saldatura

Sono state realizzate 4 campagne di prove, ovvero 4 piastre.

In alcuni casi, per ciascuna prova, sono state adottate due configurazioni differenti per quanto riguarda la piastra di protezione a rovescio (*backing strip*), come descritto in seguito per ciascuna delle 4 prove.

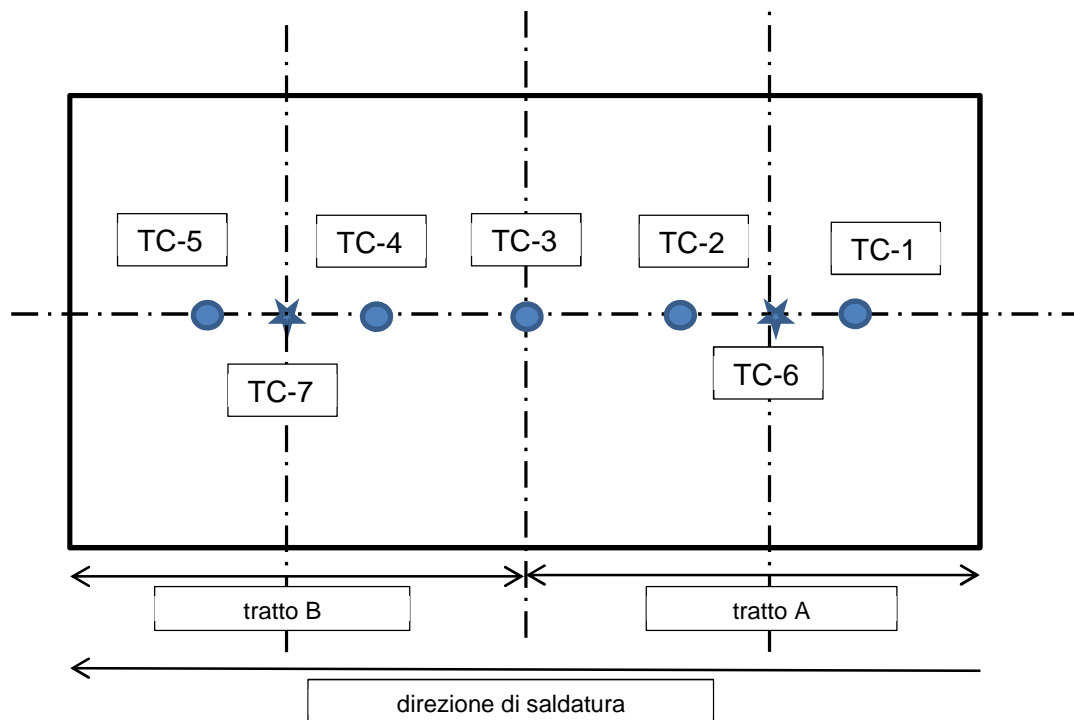


Fig. 2 – Schema disposizione termocoppie

La posizione delle termocoppie per il controllo delle temperature è la seguente:

- ✓ TC-1...TC-5 sono tra tela di vetro e bachelite distanziate tra loro di 50 mm
- ✓ TC-6 e TC-7 sono tra lamierino (*backing strip*) e tela di vetro, a distanza di 75 mm dal bordo piastra e distanziate tra loro di 150 mm.

Tale configurazione è stata utilizzata sia per le prove sulle piastre sp. 20 mm (piastre N.1-2-3-4), che per la prova con piastra sp. 50 mm. (piastra N.5)

Le prove effettuate sulle piastre N.1 e 2 sono state propedeutiche alla comprensione dell'influenza, sulla qualità del cordone di saldatura, della scanalatura presente sulla *backing strip* e di conseguenza anche della quantità di gas di protezione a rovescio.

Le prove eseguite sulle piastre N. 3 e 4 hanno invece avuto come scopo finale la definizione dei parametri ottimali di saldatura al fine di mantenere bassa la temperatura sulla tela di vetro.

Titolo <i>title</i> Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA	Identificativo <i>document no.</i> 700RM14134	Rev. <i>rev.</i> 1	Pag. <i>page</i> 5	Di <i>of</i> 17
	Identificativo Contratto ENEA <i>ENEA Contractual ID no.</i> RT-JT60TF-ASG-14134			

Prima prova – Piastra N.1

Tratto A

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=10 mm
- corrente I = 110 A DC

Tratto B

- piastra di protezione a rovescio piatta
- corrente I = 110 A DC

Risultato

Non conforme, mancata fusione dei lembi sulla 1° passata

Seconda prova – Piastra N.2

Tratto A

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=20 mm
- corrente I = 125 A DC

Tratto B

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=12 mm
- corrente I = 125 A DC

Risultato

Non conforme, mancata fusione dei lembi sulla 1° passata

Terza prova – Piastra N.3

Tratto A

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=20 mm
- corrente I = 125 A DC

Tratto B

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=12 mm
- corrente I = 125 A DC

Riguardo la piastra n.3, su entrambi i tratti, A e B, sono state eseguite 3 passate TIG quale prova di riempimento parziale del cianfrino.

I parametri utilizzati sono riassunti in Tabella 1:

Titolo title Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA	Identificativo document no. 700RM14134	Rev. rev. 1	Pag. page 6	Di of 17
	Identificativo Contratto ENEA ENEA Contractual ID no. RT-JT60TF-ASG-14134			

Passata N.	Tipo processo	I (Amp.)	V (Volt)	Diam. filo (mm)	Vel. filo (mm/s)	Velocità avanzamento (mm/min)
1	TIG	150	-	1.6	-	65
2-3	TIG	150	-	2.4	-	100-110

Tabella 1 - Parametri saldatura piastra N.3 - sp.20 mm

Risultato

Si verifica mancata fusione dei lembi sulla 1° passata

Quarta prova – Piastra N.4

Tratto A

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=12 mm, profondità 2 mm

Tratto B

- piastra di protezione a rovescio con scanalatura L=20 mm

Riguardo la piastra n.4, su entrambi i tratti sono state eseguite differenti passate fino al riempimento completo del cianfrino.

I parametri utilizzati sono riassunti in Tabella 2:

Passata N.	Tipo processo	I (Amp.)	V (Volt)	Diam. filo (mm)	Vel. filo (mm/s)	Velocità avanzamento (mm/min)
1	TIG	150	-	1.6	-	65
2-3-4-5	TIG	150	-	2.4	-	100-110
6-7-8-9-10	MAG	177	21.6	1.2	6.1	300-350
11-12-13-14	MAG	150	20.4	1.2	5.4	300-350

Tabella 2 - Parametri saldatura piastra N.4 - sp. 20 mm

Risultato

Conforme

1.2 Saldatura piastra AISI 316 L, spessore 50 mm

La piastra ha le seguenti caratteristiche:

- materiale: AISI 316 L
- dimensioni: 300 x 200 x 50 mm
- cianfrino: lavorazione a V 15° e 30° (v. disegno di dettaglio), spalla = 1.0 mm e gap = 0.0 mm.

Il provino è stato assemblato posizionando, sotto alla piastra:

- una piastra inox di protezione a rovescio della saldatura, largh. 200 mm, sp. 5.0 mm
- n.4 tele di vetro sp.= 0.5 mm, per uno spessore totale di 2.0 mm, a simulazione dell'isolamento contromassa della bobina
- una piastra di bachelite sp. 20 mm di supporto dell'assieme
- una piastra inox sp. 20 mm di supporto dell'assieme

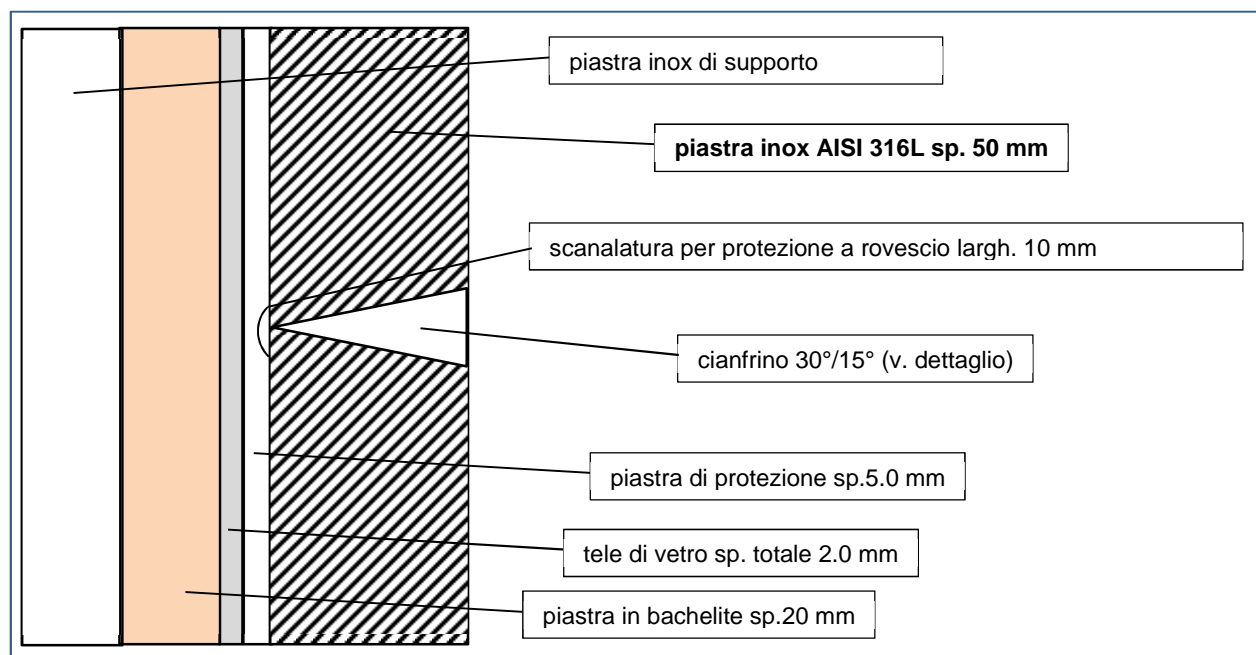


Fig. 3 – Schema disposizione piastra sp. 50 mm per saldatura

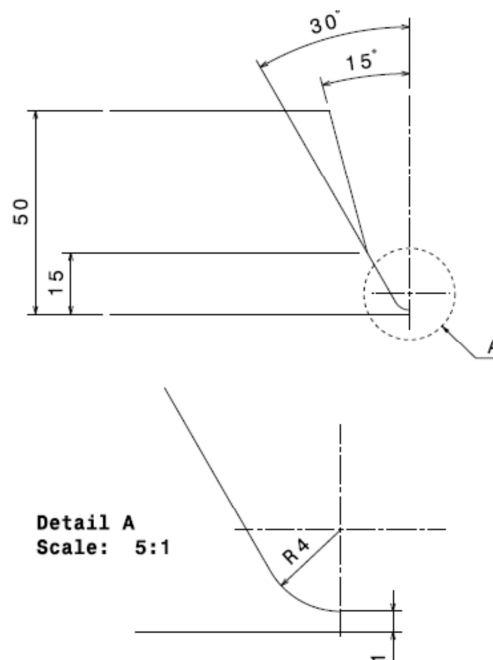


Fig. 4 – Dettaglio della lavorazione del cianfrino sulla piastra sp. 50 mm

I parametri utilizzati sono riassunti in Tabella 3:

Passata N.	Tipo processo	I (Amp.)	V (Volt)	Diam. filo (mm)	Vel. filo (mm/s)	Velocità avanzamento (mm/min)
1	TIG	110	-	1.6	-	60
2-3-4-5	TIG	130	-	2.4	-	100-90-100-90
6-7-8-9	MAG	170	22.2	1.2	-	280-250-280-250
10-11-12	MAG	170	22.2	1.2	-	340-340-320
13 → 53	MAG	170	22.2	1.2	-	-

Tabella 3 – Parametri saldatura piastra N.5 - sp.50 mm

3. RISULTATI DELLE PROVE E CONCLUSIONI

Durante la saldatura sono state registrate le temperature rilevate dalle termocoppie installate sulle piastre secondo lo schema di Fig.2. Nei grafici sono riportate le temperature registrate durante la 1° passata che ovviamente è la più critica dal punto di vista dell'innalzamento della temperatura essendo il cordone più vicino alle termocoppie.

Le temperature massime sono state rilevate dalle termocoppie posizionate tra la *backing-strip* e la tela di vetro, identificate con TC-6 e TC-7.

Titolo <i>title</i> Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA	Identificativo <i>document no.</i> 700RM14134	Rev. <i>rev.</i> 1	Pag. <i>page</i> 9	Di <i>of</i> 17
	Identificativo Contratto ENEA <i>ENEA Contractual ID no.</i> RT-JT60TF-ASG-14134			

Nel caso della **piastra N.1**, relativa quindi alla prima prova del programma di pre-qualifica, si possono evidenziare:

a) picchi di temperatura tra 300 e 350°C registrati dalla TC-7 i quali, comunque, hanno durata limitata a circa 11 sec;

b) picchi con $T > 250^{\circ}\text{C}$ di durata massima intorno a 80 sec.

Alcuni picchi a 600-700°C sono dovuti a *spikes* causati dalla macchina di saldatura a TIG.

Le **piastre N.2 e N.3** non hanno dato risultati soddisfacenti e il processo di saldatura è stato interrotto dopo la 3° passata senza, quindi, completare il riempimento del cianfrino.

Prendendo in considerazione la **piastra N.4**, ovvero l'ultima della campagna di prove su spessore 20 mm, si nota una notevole diminuzione delle temperatura registrata dalle termocoppie a conferma del raggiungimento dei parametri ottimali, in termini di velocità di avanzamento e di corrente, per la realizzazione della saldatura su tale spessore.

Le temperature registrate si sono mantenute tutte inferiori a 100°C.

I parametri utilizzati sono riassunti nella precedente Tabella 3.

Riguardo la **piastra N.5** sp. 50 mm, le temperature registrate dalle termocoppie TC-6 e TC-7 sono risultate inferiori a 150°C, sia per la prime 5 passate TIG che per le successive passate a filo continuo MIG (i picchi superiori a 150°C sono dovuti a *spikes* della macchina di saldatura).

I risultati ottenuti sulla piastra N. 5 hanno dato esito conforme.

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

10

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

4. FOTO

4.1 Piastra N.1



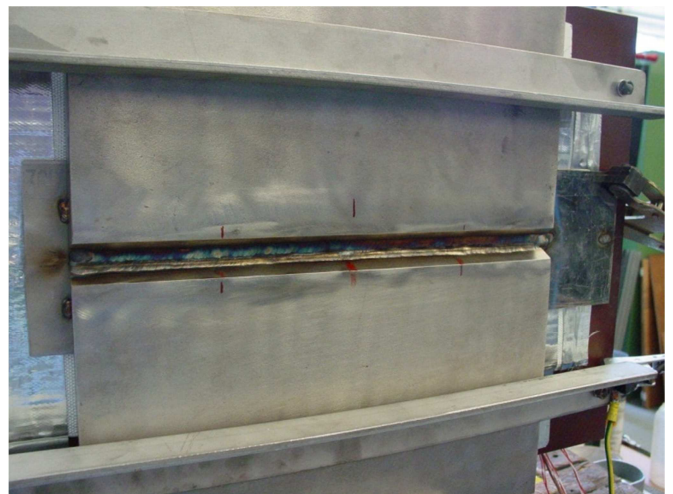
1A



1B



1C



1D



1E



1F

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

11

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

4.2 Piastra N.4



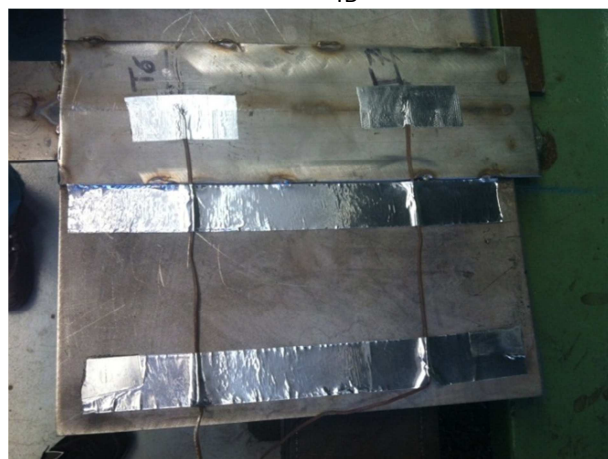
4A



4B



4C



4D

4.3 Piastra N.5



5A

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

12

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

5. GRAFICI

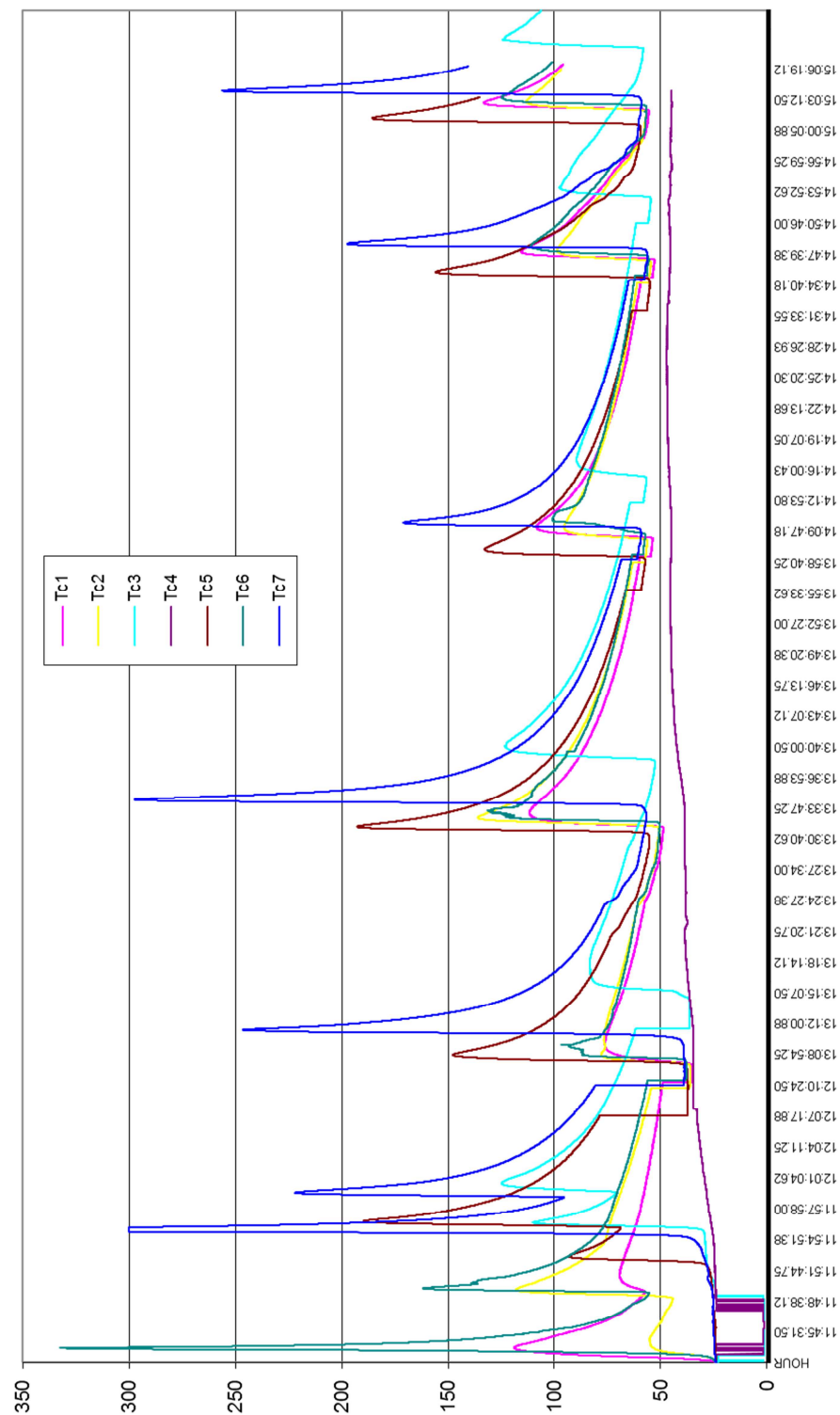


Grafico 1 - Piastra N.1 (sp. 20 mm) – 1° - 6° passata TIG

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

13

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

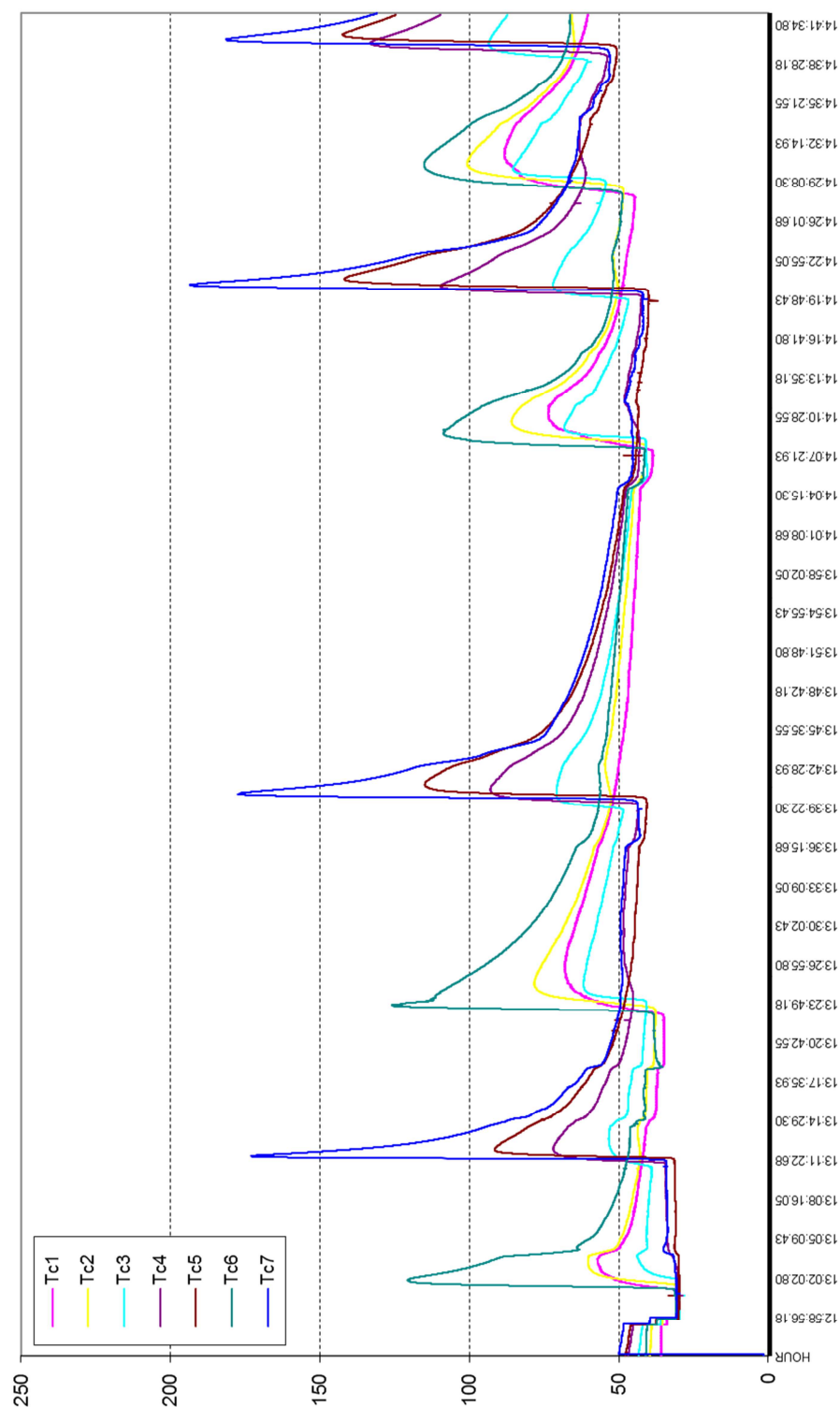


Grafico 2 - Piastra N.2 (sp. 20 mm) - 1° - 4° passata TIG

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

14

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

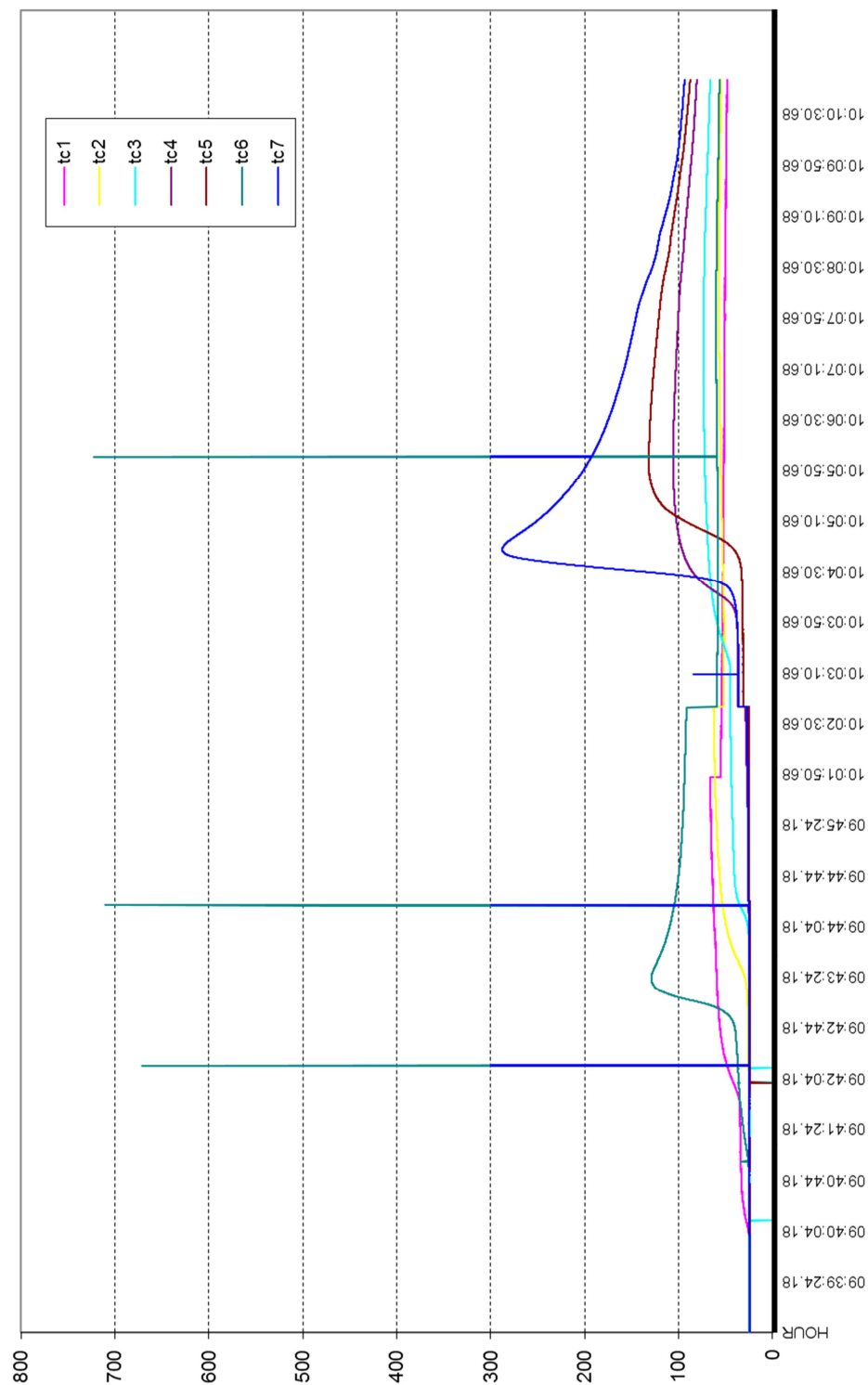


Grafico 3 - Piastra N.3 (sp. 20 mm) - 1° passata TIG

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

15

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

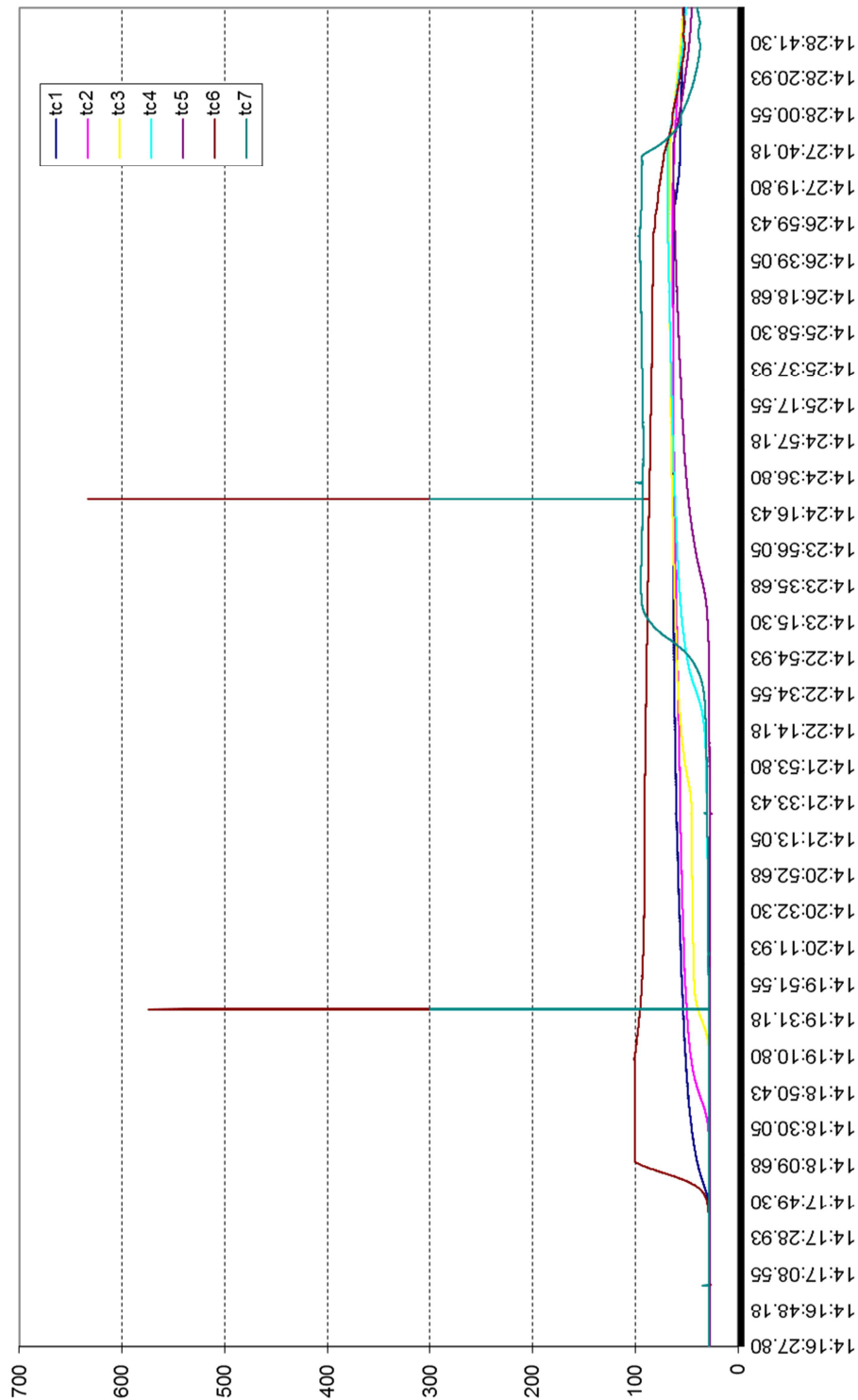


Grafico 4 - Piastra N.4 (sp. 20 mm)- 1° passata TIG

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

16

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

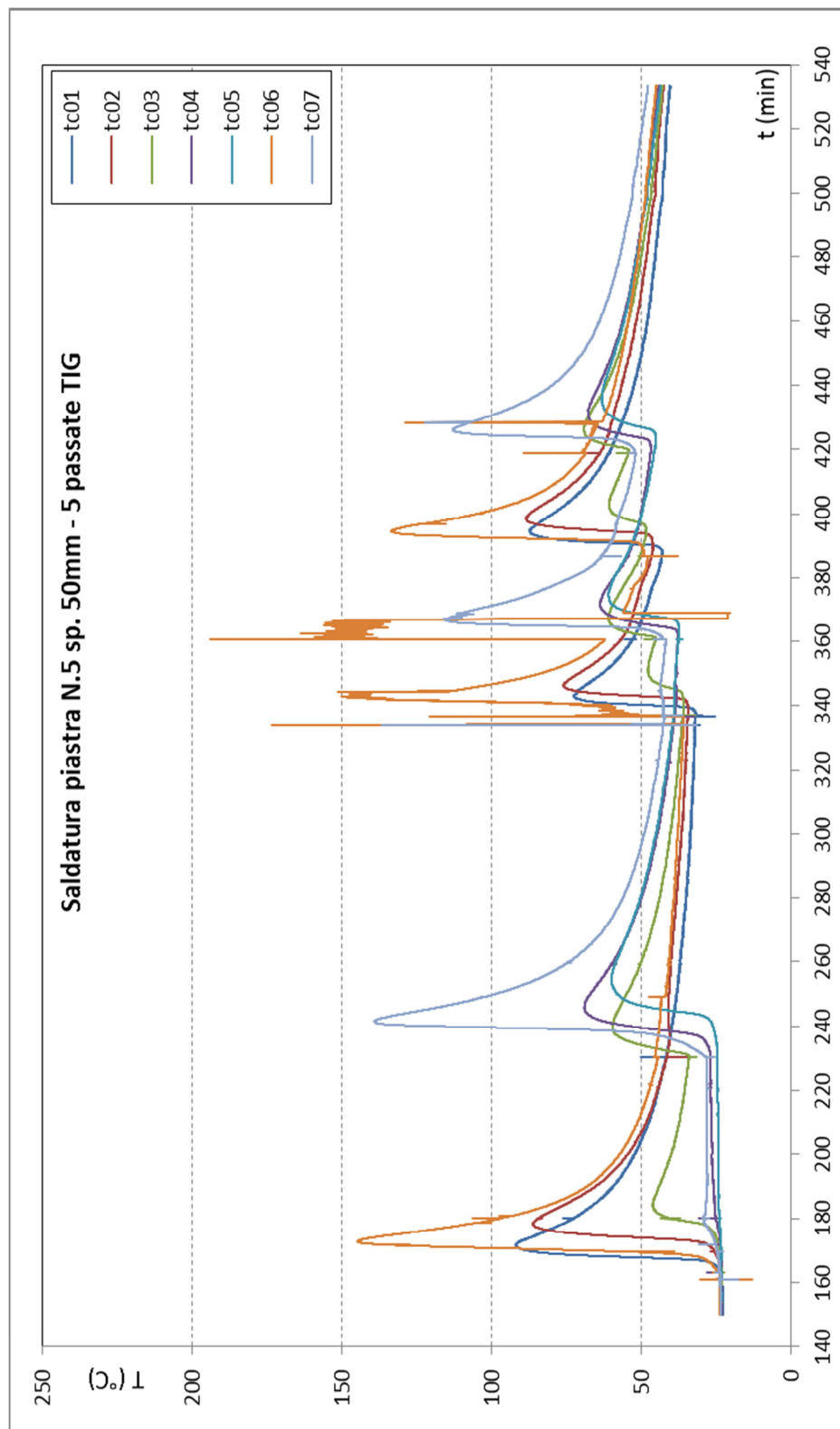


Grafico 5.1 - Piastra N.5 (sp. 50 mm) – 1° - 5° passata TIG

Titolo
title

Test saldatura piastre per casse bobine JT60SA

Identificativo
document no.

700RM14134

Rev.
rev.

1

Pag.
page

17

Di
of

17

Identificativo Contratto ENEA
ENEA Contractual ID no.

RT-JT60TF-ASG-14134

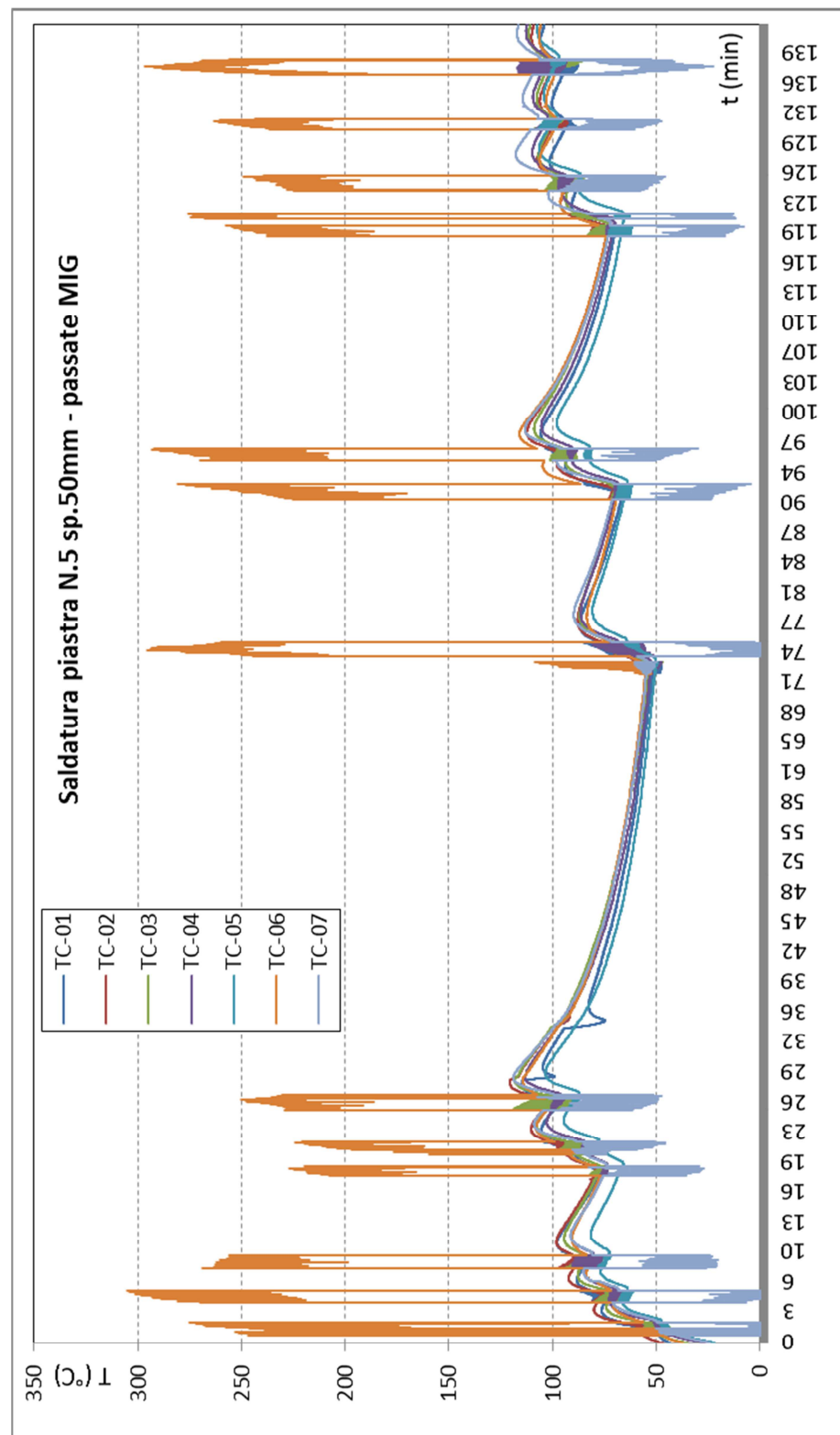


Grafico 5.2 - Piastra N.5 (sp. 50 mm) – passate MIG