



Specifica di saldatura

LOCOMOTIVA E401



CODICE: B.20.94.340.00

EDIZIONE : A

Pag. 1 di 15

CONTROLLO EDIZIONE

EDIZIONE	MOTIVO	DATA
-	Prima edizione	20-02-2015
A	Cambio formato	24-06-2016

Eseguito da:

Nome: E. SOLANO

Firma:

Data: 24-06-2016

Verificato da:

Nome: N.R. HARLAN

Firma:

Data: 24-06-2016

Approvato da:

Nome: A. BALDA

Firma:

Data: 24-06-2016

INDICE

1. OGGETTO	3
2. CAMPO DI APPLICAZIONE.....	3
3. REQUISITI DI QUALITÀ SECONDO LA NORMA EN 15085.....	3
3.1. CLASSE DI ESECUZIONE DELLA SALDATURA CP	3
3.2. LIVELLI DI CERTIFICAZIONE CL	3
3.3. CLASSE DI CONTROLLO SALDATURA CT	4
3.4. LIVELLI DI QUALITÀ PER IMPERFEZIONI	4
4. APPLICAZIONE DELLA NORMA EN 15085	4
5. PROCESSO DI SALDATURA	5
6. MATERIALI DI SALDATURA PER UNIONI TIG O MIG/MAG	5
7. GIUNTI TRAMITE SALDATURA PER RESISTENZA	5
8. RAPPRESENTAZIONE SIMBOLICA DELLA SALDATURA NEI DISEGNI TECNICI.....	5
9. TOLLERANZE GENERALI.....	6
10. PREPARAZIONE DEI BORDI	6
11. PRERISCALDAMENTO E TEMPERATURA TRA PASSATE	6
12. RIFERIMENTI	7
13. ALLEGATO A: MATERIALI DI APPORTO PER SALDATURA (INFORMATIVO) ..	8
13.1. ACCIAI NON LEGATI. A GRANO FINE O DEBOLMENTE LEGATO.....	8
13.2. ACCIAI AL MANGANESE.....	8
13.3. ACCIAI DA BONIFICA.....	9
13.4. ACCIAIO INOSSIDABILE	9
13.5. ACCIAI TRATTATI TERMO-MECCANICAMENTE	10
13.6. SALDATURA DI ACCIAI DI GRADI DIVERSI.....	10
13.7. ALLUMINIO E SUE LEGHE.....	11
14. ALLEGATO B: TEMPERATURA DI PRERISCALDAMENTO / TRA PASSATE (INFORMATIVO).....	12
14.1. ACCIAI NON LEGATI, A GRANO FINE E DEBOLMENTE LEGATI (COMPRESI GLI ACCIAI AL MANGANESE)	12
14.2. ACCIAI DA BONIFICA (FUSI).....	13
14.3. ACCIAI INOSSIDABILI	14
14.4. SALDATURA DI ACCIAI DI GRADI DIVERSI.....	14
14.5. ALLUMINIO E SUE LEGHE.....	14

1. OGGETTO

Questa specifica ha lo scopo di definire gli aspetti più importanti del procedimento di saldatura nell'upgrading delle locomotive di Trenitalia E401.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Questa specifica è applicabile a supporti, divisori, armadi, condotte elettriche, etc. del veicolo citato sopra. La struttura di cassa è responsabilità di Trenitalia, questa specifica sarebbe applicabile anche nel caso in cui risultasse necessario saldare qualche elemento da parte di CAF.

3. REQUISITI DI QUALITÀ SECONDO LA NORMA EN 15085

3.1. CLASSE DI ESECUZIONE DELLA SALDATURA CP

La classe di performance della saldatura dipende dalla categoria di sicurezza e dalla categoria di sollecitazione.

La norma EN 15085-3 [1] tabella 2 definisce ogni performance di saldatura (CP) in base alla categoria di sicurezza e alla categoria di sollecitazione. Le classi di performance della saldatura definite dalla norma EN 15085 sono: CP A, CP B, CP C1, CP C2, CP C3 e CP D.

La categoria di sollecitazione è determinata dal fattore di sollecitazione indicato nella norma EN 15085-3 [1] tabella 1. Il fattore di sollecitazione è il rapporto della sollecitazione a fatica calcolata rispetto alla sollecitazione a fatica ammissibile.

La categoria di sicurezza è determinata nella norma EN 15085-3 [1], punto 4.5 e definisce le conseguenze del guasto di un solo giunto saldato rispetto ai suoi effetti sulle persone, le installazioni e l'ambiente. Le categorie di sicurezza si classificano in bassa, media ed alta. Per rendere più semplice la classificazione della categoria di sicurezza media, alcune norme indicano che la categoria di sicurezza media è applicabile a quei giunti saldati che non si possono classificare né nella categoria bassa né in quella alta.

Nel relativo disegno d'insieme deve essere indicata la classe di performance della saldatura applicabile. Se una saldatura eccede la classe di performance abituale del montaggio, va specificato vicino alla saldatura.

3.2. LIVELLI DI CERTIFICAZIONE CL

Il livello di certificazione (CL) definisce i requisiti che deve rispettare il fabbricante della saldatura e deve essere certificato da un organismo di certificazione di fabbricanti riconosciuto.

La norma EN 15085-2 [2] definisce 4 livelli di certificazione: CL 1, CL 2, CL 3 e CL 4.

I livelli di certificazione dipendono dall'importanza del componente o sottoinsieme e dalla classe più alta di performance della saldatura.

Devono essere definiti nello schema di montaggio a cui fa riferimento il livello di certificazione. Se così non fosse, per le casse il livello di certificazione sarà CL 1.

3.3. CLASSE DI CONTROLLO SALDATURA CT

La classe di controllo della saldatura (CT) si definisce in funzione della classe di performance della saldatura. La norma EN 15085-3 [1] tabella 3 definisce il requisito minimo di classe di controllo in base alla sicurezza di performance della saldatura.

La norma EN 15085-3 [1] definisce 4 classi di controllo: CT 1, CT 2, CT 3 e CT 4.

I controlli da svolgere vengono definiti nella norma EN 15085-5 [3].

3.4. LIVELLI DI QUALITÀ PER IMPERFEZIONI

I livelli di qualità per imperfezioni si fissano in base a quanto stabilito dalla norma ISO 5817 [9] per costruzioni di acciaio e dalla norma ISO 10042 [10] per leghe di alluminio.

La norma EN 15085-3 [1] tabella 4 offre un riassunto del rapporto tra le categorie di sollecitazione, le categorie di sicurezza, la classe di performance della saldatura, i livelli di qualità per imperfezioni e la classe di controllo.

4. APPLICAZIONE DELLA NORMA EN 15085

Ai sensi della norma EN 15085-2 [2], i fabbricanti di saldature che realizzano lavori di saldatura su veicoli, componenti e sottogruppi ferroviari devono avere la certificazione prevista dalla norma EN 15085-2 [2]. Nei relativi disegni tecnici viene definita la certificazione minima esigibile (CL1 a CL3).

Vanno rispettati i requisiti di produzione definiti nella norma EN 15085-4 [7].

Il controllo, le prove e la documentazione vanno soddisfatti secondo quanto stabilito nella norma EN 15085-5 [3] tabella 1 in base alla classe di performance della saldatura (CT).

Nella tabella seguente vengono messe in rapporto la categoria di sollecitazione, la categoria di sicurezza, la classe di performance della saldatura, i livelli di qualità per difetti, la classe di controllo e le prove. È la tabella 4 della norma EN 15085-3 [1].

Categoria di sollecitazione	Categoria di sicurezza	Classe di performance saldatura	Livelli di qualità per difetti Norma EN ISO 5817 norma EN ISO 10042	Classe di controllo	Prove volumetriche e RT o UT	Prove superficiali MT o PT	Controllo visivo VT
Alta	Alta	CP A	Si veda tabella 5 o tabella 6	CT 1	100 %	100 %	100 %
Alta	Media	CP B	B	CT 2	10 %	10 %	100 %
Alta	Bassa	CP C2	C	CT 3	Non richiesto	Non richiesto	100 %
Media	Alta	CP B	B	CT 2	10 %	10 %	100 %
Media	Media	CP C2	C	CT 3	Non richiesto	Non richiesto	100 %
Media	Bassa	CP C3	C	CT 4	Non richiesto	Non richiesto	100 %
Bassa	Alta	CP C1	C	CT 2	10 %	10 %	100 %
Bassa	Media	CP C3	C	CT 4	Non richiesto	Non richiesto	100 %
Bassa	Bassa	CP D	D	CT 4	Non richiesto	Non richiesto	100 %

5. PROCESSO DI SALDATURA

In base al tipo di giunto, il processo di saldatura da applicare nella produzione di questi veicoli, compresi i loro componenti, è:

- Saldatura ad arco sotto protezione di gas MIG/MAG o TIG:
 - **Preferibile:** Saldatura ad arco con filo elettrodo pieno e gas inerte, saldatura MIG (131) o con gas attivo, saldatura MAG (135)
 - In alternativa: Saldatura ad arco con gas inerte ed elettrodo consumabile pieno, saldatura TIG (141)
- Saldatura per resistenza

Il numero tra parentesi corrisponde al numero di riferimento del processo di saldatura secondo ISO 4063 [11].

Gli assemblaggi saldati si realizzeranno con il procedimento che implichi la distorsione più bassa possibile e che generi sollecitazioni residue minime. La qualificazione del procedimento di saldatura ed i saldatori saranno in conformità con la EN 15085-4 [7].

6. MATERIALI DI SALDATURA PER UNIONI TIG O MIG/MAG

Il materiale di apporto per la saldatura da utilizzare caso per caso dipenderà dal tipo di materiale base. Nell'allegato A vengono indicati i materiali di apporto da utilizzare.

Potrebbe essere possibile sostituire il materiale di apporto con altri di qualità simile, ma sempre con l'autorizzazione esplicita del coordinatore saldature di CAF.

7. GIUNTI TRAMITE SALDATURA PER RESISTENZA

I requisiti di progettazione e di qualità della saldatura per resistenza saranno in conformità con la EN 15085-3 [1], Allegato F.

Tutti i procedimenti di saldatura si qualificano secondo la norma ISO 15614-12 [8].

8. RAPPRESENTAZIONE SIMBOLICA DELLA SALDATURA NEI DISEGNI TECNICI

I simboli utilizzati per rappresentare le saldature nei disegni tecnici corrispondono alla norma ISO 2553 [4].

È necessario che il simbolo indichi la forma della saldatura, il suo spessore e la sua lunghezza. Nel caso in cui la lunghezza della saldatura sia uguale alla lunghezza del pezzo da unire, non è necessario indicarla espressamente nel simbolo, dato che si sottintende che si salderà lungo la lunghezza completa del pezzo.

Il numero di identificazione dell'elemento si mostra all'interno dell'esagono, dopo la coda della saldatura. Nella figura seguente viene illustrata una saldatura ad angolo con 4 mm di gola, lungo tutta la lunghezza del pezzo e numero di identificazione dell'elemento 5.

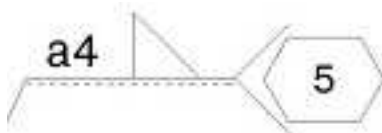


Figura 8.1 Rappresentazione simbolica delle saldature

9. TOLLERANZE GENERALI

Quando nel disegno tecnico non vengono indicate tolleranze individuali, le tolleranze dimensionali lineari ed angolari saranno quelle indicate nella norma ISO 13920 BF [5].

10. PREPARAZIONE DEI BORDI

I bordi dei pezzi da unire tramite saldatura si prepareranno secondo quanto stabilito dalla norma ISO 9692-1 [6].

11. PRERISCALDAMENTO E TEMPERATURA TRA PASSATE

Nell'allegato B si indicano alcuni casi in base al materiale.

12. RIFERIMENTI

- [1] EN 15085-3: Applicazioni ferroviarie. Saldatura dei veicoli ferroviari e dei relativi componenti. Parte 3: Requisiti di progetto.
- [2] EN 15085-2: Applicazioni ferroviarie. Saldatura dei veicoli ferroviari e dei relativi componenti. Parte 2: Requisiti di qualità e certificazione del costruttore.
- [3] EN 15085-5: Applicazioni ferroviarie. Saldatura dei veicoli ferroviari e dei relativi componenti. Parte 5: Ispezione, prove e documentazione.
- [4] ISO 2553: Saldatura e processi connessi. Rappresentazione simbolica delle saldature sui disegni. Giunti saldati.
- [5] ISO 13920: Tolleranze generali per le costruzioni saldate. Dimensioni lineari e angolari. Forma e posizione.
- [6] ISO 9692-1: Saldatura e procedimenti connessi – Raccomandazioni per la preparazione dei giunti. Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai.
- [7] EN 15085-4: Applicazioni ferroviarie. Saldatura dei veicoli ferroviari e dei relativi componenti. Parte 4: Requisiti di costruzione.
- [8] ISO 15614-12 Specificazione e qualificazione del processo di saldatura per materiali metallici – Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 12: Saldatura a resistenza a punti, a rulli e a rilievi.
- [9] ISO 5817: Saldatura. Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia). Livelli di qualità delle imperfezioni.
- [10] ISO 10042: Giunti di alluminio e sue leghe saldati ad arco. Livelli di qualità delle imperfezioni.
- [11] ISO 4063: Saldatura e procedimenti connessi. Nomenclatura dei processi e numeri di riferimento.

13. ALLEGATO A: MATERIALI DI APPORTO PER SALDATURA (INFORMATIVO)

In questo allegato viene presentato un riassunto dei materiali di apporto utilizzati abitualmente o consigliati per la fabbricazione in CAF. Si possono utilizzare altri materiali di apporto se sono stati approvati tramite un "rapporto di qualificazione di materiali e processi di saldatura" (WPQR).

In caso di dubbi, ci si deve rivolgere al coordinatore saldature.

13.1. ACCIAI NON LEGATI. A GRANO FINE O DEBOLMENTE LEGATO

Nel caso di pezzi di acciai non legati, a grano fine o debolmente legati, le proprietà del giunto saldato devono essere equivalenti alle proprietà minime specificate per il metallo base.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
S355NL	EN 10025-3	ISO 14341-A-G 42 4 M 3Si1 ER70S-6 s/AWS A5.18
S355J2	EN 10025-2	
S355J2H	EN 10210-1	
E300-520 MSC1 (ACCIAIO FUSO)	UIC 840-2	
S355J2WP (CORTEN)	EN 10025-5	ISO 14341-A-G 46 6 M 3Ni1 ER80S-Ni1 s/AWS A5.28 In alternativa:ER80S-G s/AWS A5.28
S355J2W (CORTEN)	EN 10025-5	

Tabella A1. Materiali di apporto abituali per acciai non legati, a grano fine, o debolmente legati

13.2. ACCIAI AL MANGANESE

Nel caso di pezzi di acciaio al manganese, le proprietà del giunto saldato devono essere equivalenti alle proprietà minime specificate per il metallo base.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
20Mn5	EN 10250-2	ISO 14341-A-G 46 4 M 4Si1
G20Mn5 / G20Mn5-V	EN 10293	ISO 14341-A-G 42 4 M 3Si1

E470 "OVAKO 280"	EN 10294-1	ISO 14341-A-G 50 4 M 4Mo
------------------	------------	--------------------------

Tabella A2. Materiali di apporto raccomandati per acciai al manganese

13.3. ACCIAI DA BONIFICA

Tenuto conto che è molto difficile riprodurre le proprietà del metallo base, nel caso degli acciai da bonifica, i consumabili per saldatura vanno selezionati in modo tale che rispettino i requisiti di progetto relativi alle caratteristiche meccaniche della saldatura.

I materiali di apporto raccomandati nella tabella A3 sono per saldature realizzate nello stato finale di trattamento termico (bonifica) del pezzo, senza prevedere una nuova bonifica.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
G26CrMo4 (fuso)	EN 10293	ER90S-G s/AWS A5.28 ⁽¹⁾
G42CrMo4 (fuso)	EN 10293	ISO 16834-A-G 69 4 M Mn3Ni1CrMo ER110S-G s/AWS A5.28 ⁽¹⁾

Tabella A3. Materiali di apporto raccomandati per acciai da bonifica

⁽¹⁾ Se si dovessero rilevare problemi di cricche nel procedimento di saldatura, in alternativa si può utilizzare il materiale di apporto ISO 14343-A- G – 18 18 Mn / 1.4370 s/DIN 8556. Questo materiale di apporto è un acciaio inossidabile austenitico; il progettista terrà presente il relativo decremento di proprietà meccaniche.

13.4. ACCIAIO INOSSIDABILE

Nel caso degli acciai inossidabili, i consumabili per saldatura vanno selezionati in modo tale che rispettino i requisiti di progetto relativi alle caratteristiche meccaniche della saldatura.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
X5CrNi18-10 (AISI 304)	EN 10088-2	ISO 14343-A- G – 19 9 L Si ER308LSi s/AWS A5.9
X2CrNi19-11 (AISI 304L)		
X2CrNi18-7+CP500 ⁽¹⁾ (AISI 301LN ¼ HARD)		

Tabella A4. Materiali di apporto abituali per acciai inossidabili austenitici

⁽¹⁾ Quando si saldano acciai inossidabili deformati a freddo (ad esempio il "1/4 HARD"), il progettista terrà presente che il metallo di saldatura e la ZAT saranno meno resistenti del metallo base.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
X2CrNi12	EN 10088-2	ISO 14343-A- G – 19 9 L Si ⁽¹⁾
X2CrTi12		ER308LSi s/AWS A5.9

Tabella A5. Materiali di apporto abituali per acciai inossidabili ferritici

⁽¹⁾ Il progettista terrà presente che il materiale di apporto è un acciaio inossidabile austenitico.

13.5. ACCIAI TRATTATI TERMO-MECCANICAMENTE

Il progettista deve tener presente il decremento di proprietà nella zona alterata termicamente di questo tipo di acciai. I consumabili per saldatura vanno selezionati in modo tale che rispettino i requisiti di progetto relativi alle caratteristiche meccaniche della saldatura.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
S700MC ("DOMEX")	EN 10149	ISO 16834-A-G 69 4 M Mn3Ni1CrMo

Tabella A6. Materiali di apporto raccomandati per acciai trattati termo-meccanicamente

13.6. SALDATURA DI ACCIAI DI GRADI DIVERSI

Per la saldatura di acciai di gradi diversi, si applicano le specifiche minime del metallo saldato per l'acciaio di grado più basso.

Di conseguenza, si realizza la selezione del materiale d'apporto in base al metallo base dalle proprietà inferiori.

Metallo Base	S355J2 o NL E300	CORTEN	G20Mn5	E470	G26CrMo4	G42CrMo4	INOX AUST	INOX FERR
S355J2 o NL E300	Ver A.1	G3Si1	G3Si1	G3Si1	G3Si1	G3Si1	G-23 12 L Si	G-18 8 Mn
CORTEN		Ver A.1	G3Si1	G3Ni1	G3Ni1	G3Ni1	G-23 12 L Si	G-18 8 Mn
G20Mn5			Ver A.2	G3Si1	G3Si1	G3Si1	G-23 12 L Si	G-18 8 Mn
E470				Ver A.2	G4Mo	G4Mo	G-23 12 L Si	G-18 8 Mn
G26CrMo4					Ver A.3	ER90S-G	G-23 12 L Si	G-18 8 Mn
G42CrMo4						Ver A.3	G-23 12 L Si	G-18 8 Mn
INOX AUST							Ver A.4	G-19 9 L Si
INOX FERR								Ver A.4

Tabella A7. Materiali di apporto raccomandati per la saldatura di acciai di gradi diversi ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Per la denominazione completa dei materiali di apporto e dei loro equivalenti, si vedano i paragrafi precedenti. La denominazione completa dei materiali di apporto non citati nei paragrafi precedenti è:

ISO 14343-A- G – 23 12 L Si

ER309LSi s/AWS A5.9

ISO 14343-A- G – 18 8 Mn

1.4370 s/DIN 8556

Per motivi di produzione si permette anche di utilizzare il filo corrispondente all'acciaio con proprietà superiori. Rivolgersi al coordinatore saldature.

13.7. ALLUMINIO E SUE LEGHE

Per l'alluminio e le sue leghe, si scelgono i consumabili secondo la norma EN 1011-4.

Metallo Base	Norma Metallo Base	Materiale di apporto
Series 5XXX	EN 573-3 o 485-2	ISO 18273 – S Al 5183 ER5183 s/AWS A5.10
Series 6XXX		ISO 18273 – S Al 5356 ER5356 s/AWS A5.10
AlSiMg fuso ⁽¹⁾	EN 1706	ISO 18273 – S Al 4043 ER4043 s/AWS A5.10

Tabella A8. Materiali di apporto abituali per l'alluminio e le sue leghe

⁽¹⁾ Anche per giunti tra pezzi fusi e pezzi fucinati/laminati/estrusi etc.

14. ALLEGATO B: TEMPERATURA DI PRERISCALDAMENTO / TRA PASSATE (INFORMATIVO)

Il preriscaldamento e temperatura tra-passate si devono eseguire seguendo le raccomandazioni date nella norma EN corrispondente al metallo base, o altrimenti, nel rispetto della serie di Norme EN 1011. Si possono utilizzare altre temperature se sono state approvate da un "rapporto di qualificazione di materiali e procedimenti di saldatura" (WPQR).

In caso di dubbi ci si deve rivolgere al coordinatore saldature.

14.1. ACCIAI NON LEGATI, A GRANO FINE E DEBOLMENTE LEGATI (COMPRESI GLI ACCIAI AL MANGANESE)

Vanno seguite le raccomandazioni della norma EN 1011-2.

Per gli acciai non legati, a grano fine e debolmente legati (compresi gli acciai al manganese), si consiglia di utilizzare il "metodo A". Il metodo A tiene presente la composizione chimica, il contenuto di idrogeno diffusibile, l'apporto termico e lo spessore combinato del giunto nel suo calcolo del preriscaldamento applicabile.

Il carbonio equivalente, per queste leghe, si calcola utilizzando la seguente formula:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

Il contenuto di idrogeno dipende dal tipo di consumabile utilizzato. I fili pieni per la saldatura ad arco sotto protezione di gas (MIG/MAG) e TIG si possono utilizzare con la scala "D", che equivale a un contenuto di idrogeno diffusibile tra 3 e 5 ml/100g di metallo depositato.

L'apporto termico dipende dal procedimento di saldatura utilizzato. Si calcola in base alla norma EN 1011-1.

Lo spessore combinato si determina come la somma degli spessori medi del metallo base fino a una distanza di 75 mm dall'asse della saldatura. Si veda la figura B.1.

Si sottintende che la temperatura di preriscaldamento vale anche come temperatura MINIMA tra-passate. (Se l'apporto termico cambia in una saldatura multi-passata, si deve adattare il calcolo in base alla passata più grande).

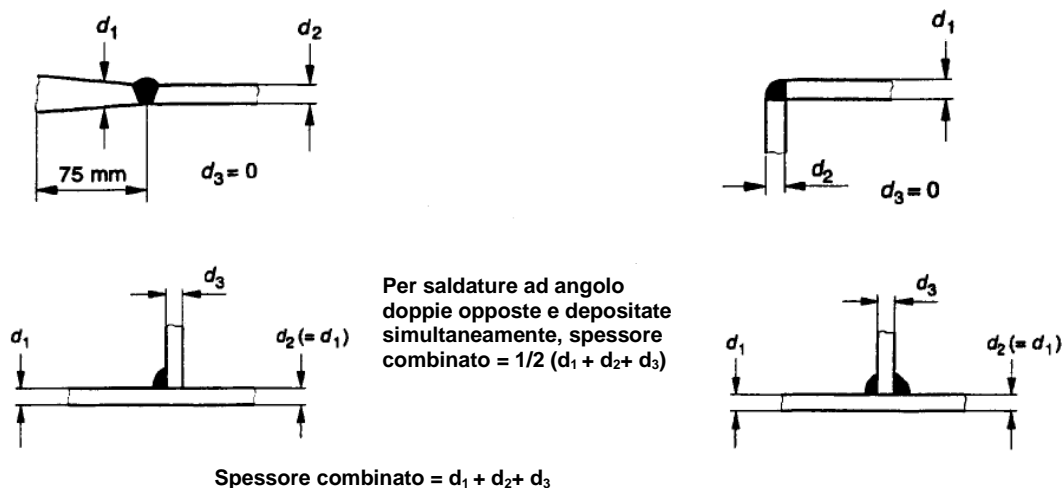


Figura B.1 Determinazione dello spessore combinato

Quando si utilizza il processo di saldatura MAG (135) con filo pieno, il preriscaldamento non è necessario se si rispettano le seguenti condizioni:

Spessore combinato massimo (mm)			
fino a 0,43 di CE		fino a 0,49 di CE	
Apporto termico		Apporto termico	
1,0 kJ/mm	2,0 kJ/mm	1,0 kJ/mm	2,0 kJ/mm
100 mm	100 mm	50 mm	100 mm

Tabella B.1 Spessori combinati massimi saldabili senza preriscaldamento (MAG)

14.2. ACCIAI DA BONIFICA (FUSI)

In questo caso, la norma EN 10293 include dei dati indicativi per la saldatura.

Metallo Base	T°C preriscaldamento	T°C tra passate (max)
G26CrMo4	150 – 300	350
G42CrMo4	200 – 350	400

Tabla B.2 Temperature raccomandate per acciai fusi da bonifica

Si sottintende che la temperatura di preriscaldamento vale anche come temperatura MINIMA tra-passate.

Inoltre, per queste leghe, si raccomanda un trattamento termico dopo la saldatura. La temperatura di tale trattamento deve essere di almeno 20°C, ma non più di 50°C al di sotto della temperatura di rinvenimento della lega.

In alcuni casi, quando è impossibile applicare un preriscaldamento tale da garantire una saldatura esente da cricche, può risultare utile utilizzare certi materiali di apporto austenitici o altamente legati con nichel. In questi casi, il preriscaldamento non è sempre necessario. Si veda anche la sezione 13.3 dell'Allegato A.

14.3. ACCIAI INOSSIDABILI

Vanno seguite le raccomandazioni della norma EN 1011-3.

Metallo Base	T°C preriscaldamento	T°C tra passate (max)
INOSSIDABILE AUSTENITICO	EVITARE	150
INOSSIDABILE FERRITICO (spessori > 3 mm)	200 – 300	300

Tabella B.3 Temperature raccomandate per acciai inossidabili

Si sottintende che la temperatura di preriscaldamento vale anche come temperatura MINIMA tra-passate.

14.4. SALDATURA DI ACCIAI DI GRADI DIVERSI

Per la saldatura di acciai di gradi diversi, si applicano le temperature raccomandate per il metallo base "più esigente".

Esempio: Unione tra G42CrMo4+QT1 + S355J2+N

T^a di preriscaldamento: 200 – 350°C

T^a massima tra-passate: 400°C

T^a trattamento post-saldatura: 625°C (T^a rinvenimento: 650°C)

14.5. ALLUMINIO E SUE LEGHE

Vanno seguite le raccomandazioni della norma EN 1011-4.



Specifica di saldatura

LOCOMOTIVA E401



CODICE: B.20.94.340.00

EDIZIONE : A

Pag. 15 di 15

Metallo Base	T°C preriscaldamento (max)	T°C tra passate (max)
Serie 5XXX	120	120
Serie 6XXX	120	100
AlSiMg fuso	120	100

Tabella B.5 Temperature massime raccomandate per l'alluminio e le sue leghe

Il tempo a temperatura deve essere il minore possibile, per evitare effetti dannosi sul metallo base.