

TITOLO: *Saldabilità degli acciai antiusura in ambito ferroviario*

AUTORI:

Ing. Giacomo Rigoni – Tec- Eurolab

Ing. Roberto Torluccio – Gestione Servizi Interporto Bologna

INTRODUZIONE

La maggioranza degli acciai utilizzati nella realizzazione di carri ferroviari è costituita da materiali da costruzioni del tipo S355J2; tuttavia alcune parti vengono realizzate in acciai speciali di tipo antiusura (figura 1). E' il caso delle piastre posizionate nel carrello per resistere agli urti causati dalla sala (albero in acciaio sul quale sono montate le ruote); queste consentono lo spostamento ed il conseguente strisciamento causato dal movimento verticale della sala rispetto alle parti fisse del sottogruppo del carrello.

La saldatura delle piastre d'usura sui carrelli viene eseguita dal costruttore e la successiva sostituzione, a scopo manutentivo, non è autorizzata se non dopo lo smontaggio degli assi e conformemente alle istruzioni del costruttore. La riparazione delle crepe non è ammessa.

Lo studio eseguito si pone l'obbiettivo di valutare la saldabilità di piastre antiusura di materiali differenti e aumentare la durata dei componenti.

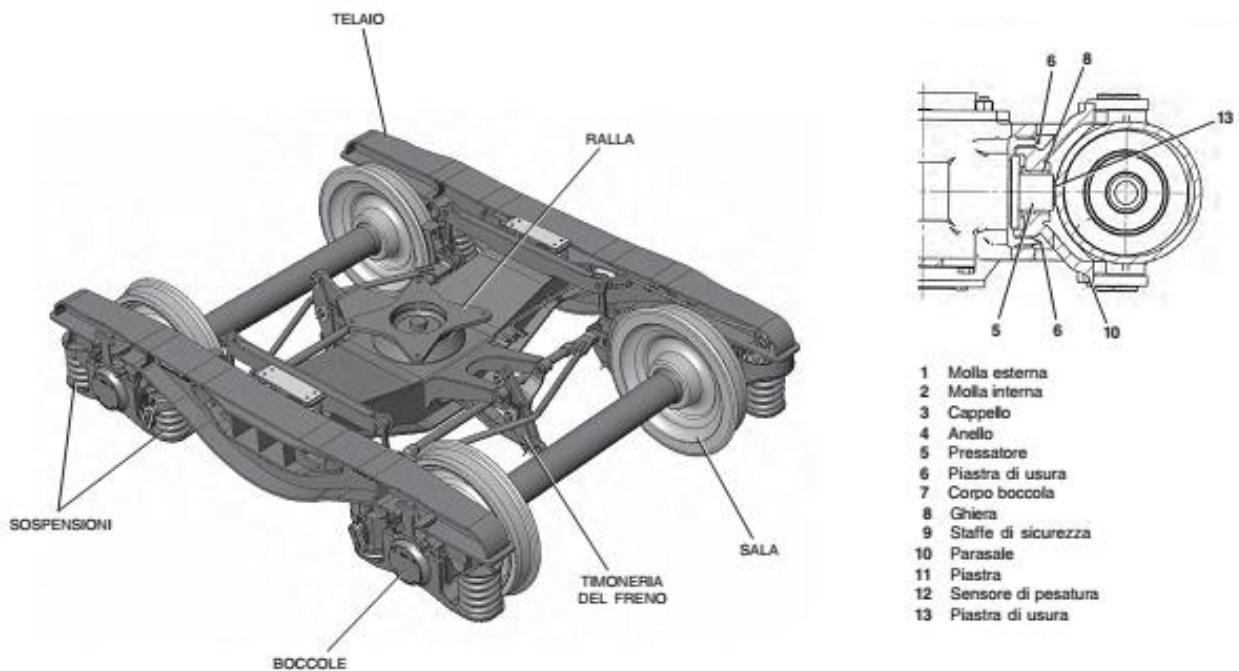


Figura 1: parti costitutive del carrello.

MATERIALI

Un materiale comunemente utilizzato è l'acciaio austenitico al manganese ASTM A128 Gr.A. (X120Mn12); tale materiale, grazie alla matrice austenitica ricca di manganese e carbonio, consente ottima resistenza all'usura. Le durezze solitamente variano da 550 a circa 650 HB. Dal punto di vista della saldabilità questa è possibile mantenendo apporti termici molto bassi, per evitare l'ingrossamento del grano e la precipitazione di carburi.

Una possibile alternativa è il materiale HARDOX600, acciaio bonificato a grano fino; le percentuali di carbonio, molibdeno, nickel e le tracce di boro consentono una durezza complessiva di circa 600HB. Dato lo stato di fornitura bonificato, la saldatura ben si sposa con il materiale; sono tuttavia preferibili moderati preriscaldi e apporti termici contenuti. Eccedere con il calore potrebbe far precipitare carburi e stimolare l'accrescimento del grano sensibilizzando il materiale alle cricche da idrogeno, o comunque compromettendo le caratteristiche meccaniche del materiale.

Le piastre oggetto di studio sono state saldate ad un acciaio da costruzione S355J2.

TECNOLOGIA DI SALDATURA

Il tipo di saggi di saldatura realizzati sono rappresentati in figura 2.

I saggi sono stati realizzati con procedimento di saldatura MAG (135) in modalità DC con corrente pulsata. Materiale d'apporto un filo pieno tipo 3Si1. Il gas di protezione utilizzato è una miscela Argon – CO₂ (98%-2%). E' stato applicato un blando preriscaldamento con cannello ossiacetilenico (70°C).

Il campione realizzato con X120Mn12 ed S355J2 è stato nominato campione A.

Il campione realizzato con Hardox600 ed S355J2 è stato nominato campione B.

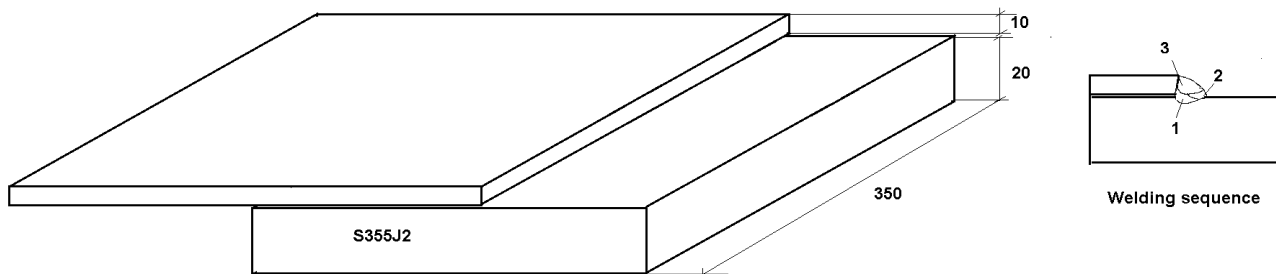


Figura 2. Saggi di saldatura

TEST ESEGUITI

- Esame visivo. In accordo alla normativa UNI EN17637 e adottando il criterio di accettabilità C della normativa UNI EN ISO 5817 Lev.C. Sono state rilevate raccordi difettosi ed asimmetria delle giunzioni accettabili. Sul campione B si rileva un'altezza di gola inferiore a quanto previsto. Ai fini del corrente studio è stato scelto di proseguire con lo studio sebbene l'altezza di gola insufficiente avrebbe portato a ritenere il componente non conforme. Sono stati utilizzati dei calibri di saldatura standard.

- Esame con liquidi penetranti. In accordo alla normativa UNI EN ISO 3059 e adottando il criterio di accettabilità 1X della normativa UNI EN ISO 23277 . Non sono state rilevate discontinuità o anomalie.
Il metodo di applicazione, liquido penetrante e mezzo di contrasto, è stato tramite bombole spray.
- Esame tomografico. L'esame tomografico ha permesso il controllo volumetrico della giunzione. In figura 3 è rappresentata la scansione esterna del componente A mentre in figura 4 è presente una sezione in cui si rileva una discontinuità di 1,2mm. La giunzione non presenta mancate penetrazioni al vertice o mancate fusioni lungo tutta la sua lunghezza.
La strumentazione utilizzata è stata un tomografo industriale North Star.

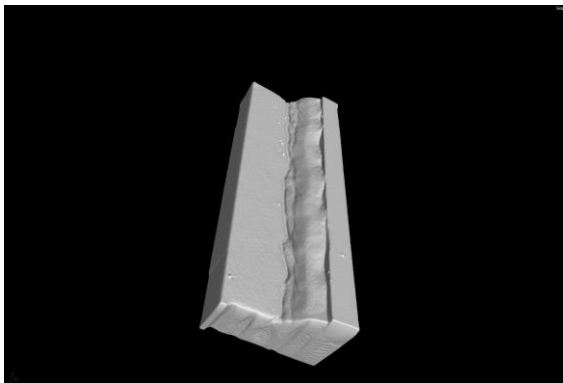


Figura 3. Parte di scansione superficie esterne

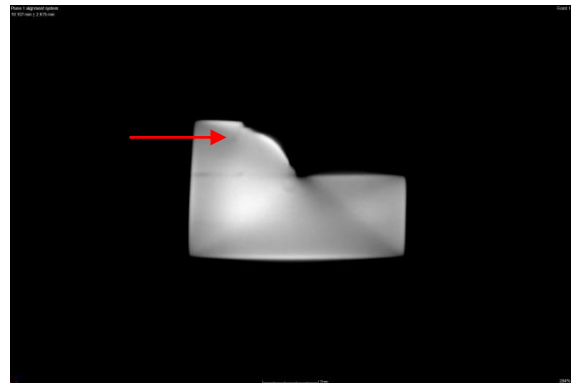


Figura 4. Sezione

- Esame macrografico delle sezioni, figura 5 e 6. Sono state rilevati raccordi difettosi ed asimmetrie nel campione B. Ai fini del corrente studio è stato scelto di proseguire con lo studio sebbene l'altezza di gola insufficiente avrebbe portato a ritenere il componente non conforme.
Altezza di gola campione A: 7mm
Altezza di gola campione B: 4mm

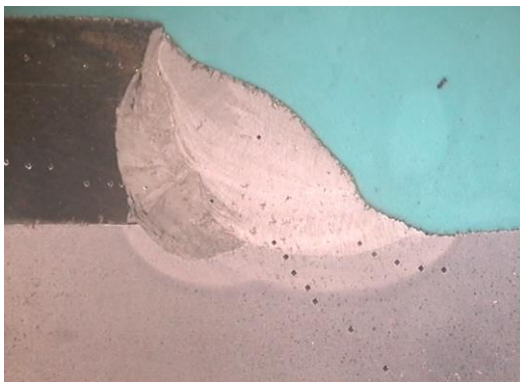


Figura 5. Sezione campione A.

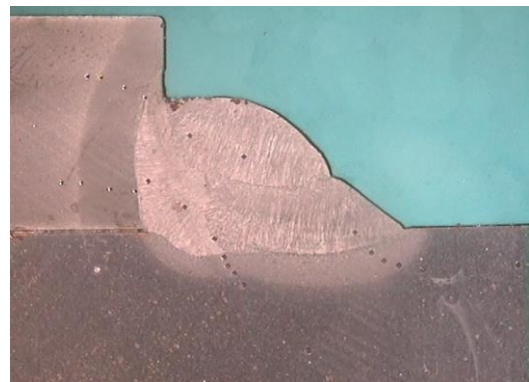


Figura 6. Sezione campione B.

- Esame micrografico campione A, lato X120Mn12:
Si rilevano: precipitazione di carburi a bordo grano e microcricche in prossimità della zona termicamente alterata (Figura 7a , 7b e 7C). La prima zona fusa presenta una microstruttura martensitica (figura 8).

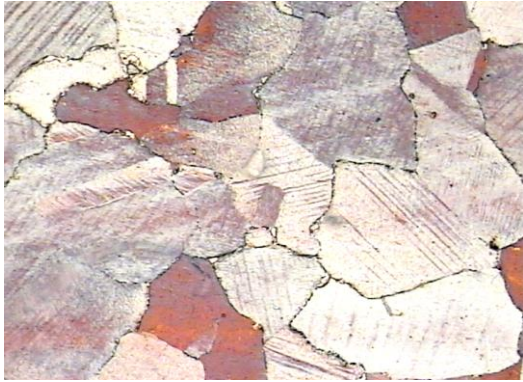


Figura 7a. Precipitazione carburi a bordo grano.

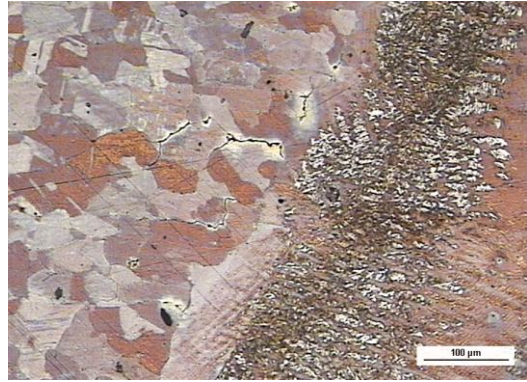


Figura 7b. Microcricca in ZTA.

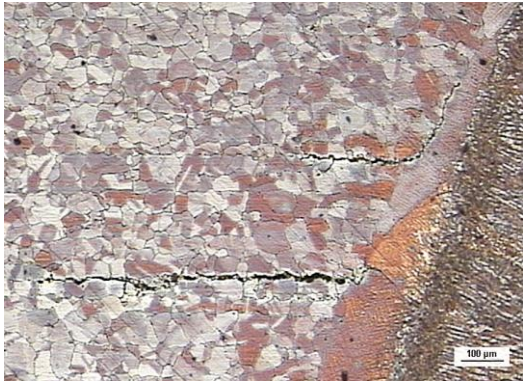


Figura 7c. Microcricca in ZTA.

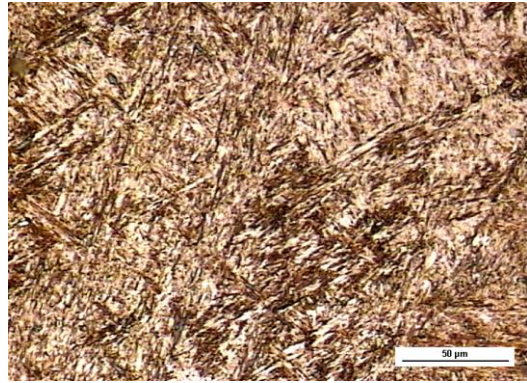


Figura 8. Martensite in zona fusa.

- Esame micrografico campione B, lato Hardox600:
Si rilevano: zona termicamente alterata con struttura martensitica rinvenuta e grano ingrossato, zona fusa con struttura dendritica colonnare (figura 9 e 10).

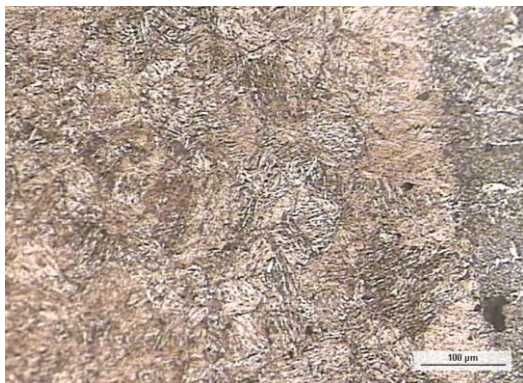


Figura 9. Martensite rinvenuta in ZTA.

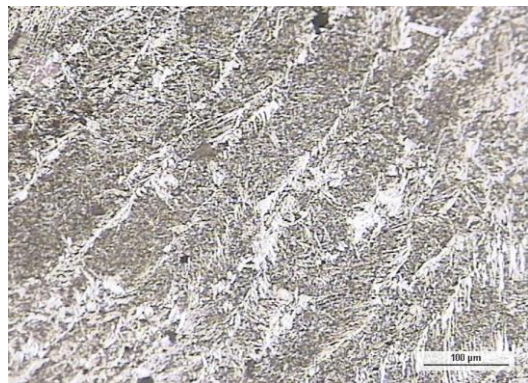
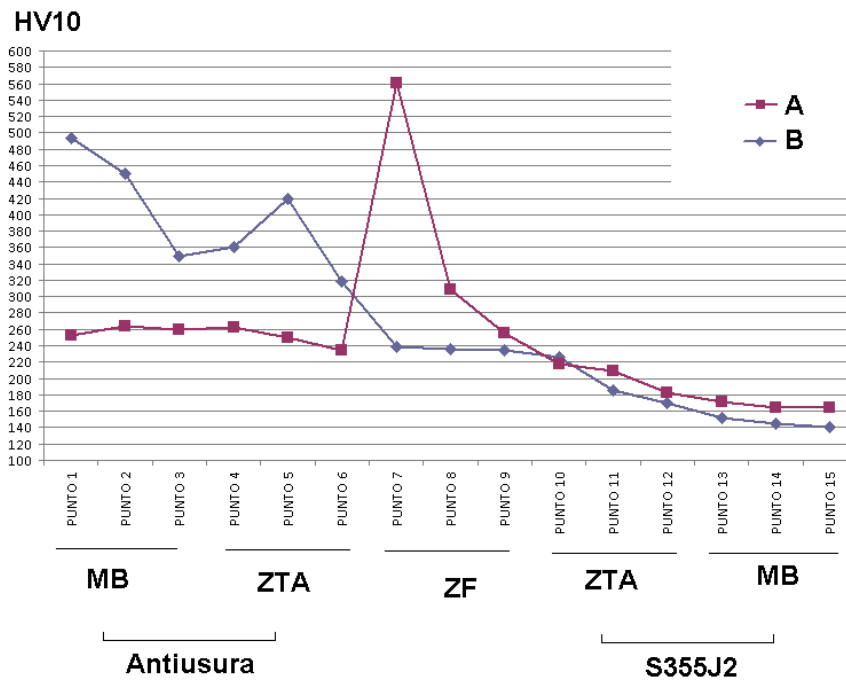


Figura 10. sviluppo dendritico in zona fusa.

- Prova di durezza Vickers con carico da 10Kg. I valori vengono riportati in Tabella1. Il campione A presenta un picco di 561HV10 in prossimità della prima zona fusa, tale valore è da ritenersi critico. In zona termicamente alterata il campione A presenta valori di durezza costanti e modesti. Il campione B non presenta anomalie.

Tabella 1. Valori di durezza rilevati



ZTA = Zona termicamente alterata

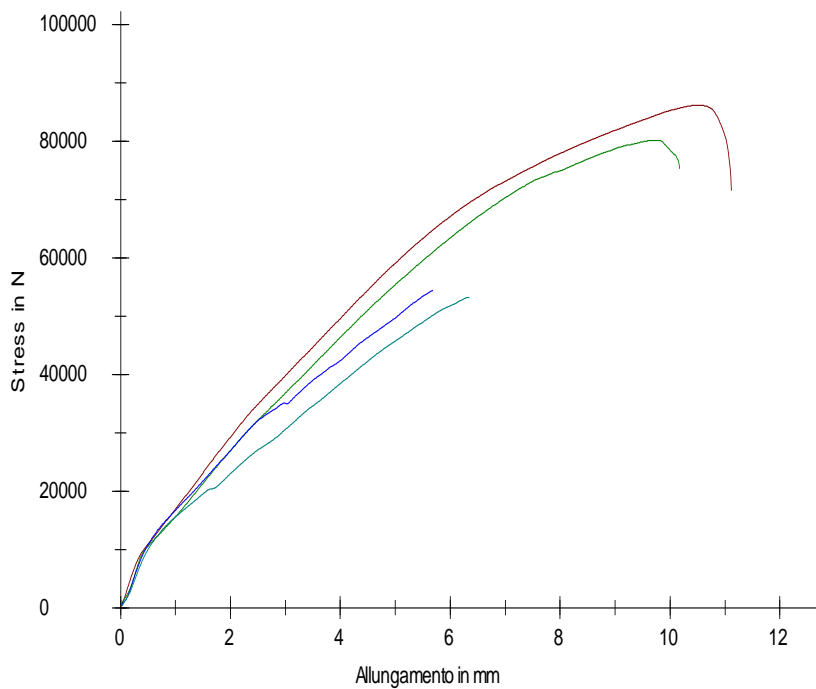
ZF = Zona fusa

MB = Materiale base

- Prova di trazione. I provini estratti dal campione tipo B presentano ottime caratteristiche meccaniche, il punto di rottura è avvenuto in zona fusa. I provini estratti dal campione A presentano modeste caratteristiche meccaniche, il punto di rottura è avvenuto in zona termicamente alterata. In tabella 2 vengono riportati i valori rilevati.

Tabella 2. Carichi di rottura rilevati

Nr	ID Camp.	Fmax. N
1	01 B	86177
2	02 B	80160
3	01 A	54407
4	02 A	53227



CONCLUSIONI

Nonostante l'utilizzo di un blando preriscaldamento e di apporti termici moderati, è avvenuta precipitazione di carburi e nucleazione di microcricche in zona termicamente alterata sul materiale X120Mn12; inoltre la diluizione del materiale base ha portato l'ingresso di notevoli quantità di carbonio in zona fusa, realizzando una zona particolarmente dura e fragile. Questi fattori hanno ridotto notevolmente la resistenza della giunzione e probabilmente pregiudicano la durata del componente in esercizio.

Il materiale Hardox600 essendo sostanzialmente un acciaio bonificato, ha sopportato egregiamente preriscaldamento e saldatura; non sono emerse anomalie microstrutturali. Nonostante la sezione resistente fosse inferiore a quella misurata per l'altro materiale, è stato rilevato un carico di rottura superiore.

Si può dunque affermare che il materiale Hardox600 abbia maggiore saldabilità nelle condizioni esaminate.

Per info e contatti

Ing. [Giacomo Rigoni](#) o [TEC Eurolab Customer Service](#)