

Appendice: Difettologia delle Saldature

DIFETTOLOGIA DELLE SALDATURE

La saldatura

Per saldatura si intende l'insieme dei processi attraverso i quali, sotto l'azione di una sorgente termica e con o senza apporto di materiale, è possibile effettuare l'unione di pezzi metallici in modo da realizzare una struttura continua.

Usualmente le saldature si dividono in due grandi classi:

1. saldature *autogene*, nelle quali il metallo base prende parte, fondendo, alla formazione del giunto. In questo caso il metallo d'apporto può essere presente o meno a seconda del procedimento utilizzato ed è metallurgicamente simile al metallo base.
2. saldature *eterogenee*, nelle quali il metallo base non prende parte alla formazione del giunto, che viene invece costituito dal metallo d'apporto, sempre presente, diverso dal metallo base e con temperatura di fusione minore.

I procedimenti di saldatura più comuni sono quelli autogeni per fusione, e in particolare i processi di saldatura ad arco. La saldatura ad arco è un procedimento che sfrutta il calore di un arco elettrico (scarica di elettricità, luminosa e persistente) fatto scoccare tra un elettrodo (metallo d'apporto) ed il pezzo da saldare. L'elevata temperatura dell'arco provoca la fusione del metallo base e del metallo d'apporto realizzando la continuità dei due lembi. La parte del metallo base costituente il pezzo da saldare che viene interessata dalla fusione prende il nome di zona termicamente alterata o zona di transizione.

Difetti nelle saldature

Secondo UNI EN ISO 6520-1 si definisce *imperfezione* qualsiasi deviazione dalla saldatura ideale e *difetto* un'imperfezione non accettabile. In particolare la norma citata classifica le imperfezioni in 6 gruppi:

- 1) cricche
- 2) cavità
- 3) inclusioni solide
- 4) mancanza di fusione e di penetrazione
- 5) difetti di forma e dimensionali
- 6) altre imperfezioni

Di seguito saranno illustrati sinteticamente i tipi di difetti più comunemente riscontrati nelle saldature e le cause che li originano.

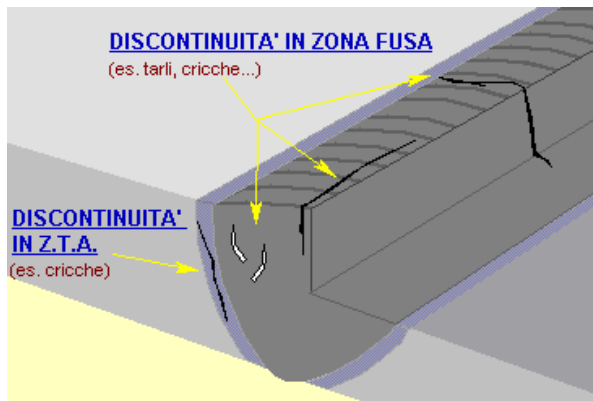
Le cricche

Definizioni

La cricca può essere definita come una *discontinuità originatasi per distacco inter o transcristallino in un materiale metallico originariamente continuo e sano*. È un difetto che viene indicato come bidimensionale poiché solitamente si presenta più o meno lungo e profondo con andamento frastagliato mentre i suoi lembi sono piuttosto ravvicinati. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori ad 1 mm), vengono definite microcricche.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato. Infatti una cricca, anche se di piccole dimensioni, rappresenta il segnale di una rottura in atto con alto fattore di concentrazione delle tensioni (effetto di intaglio) alle sue estremità. Una cricca può aumentare le sue dimensioni nel tempo a seconda delle sollecitazioni di esercizio cui è sottoposta e delle dimensioni iniziali, portando (al limite) al cedimento del giunto. Un'ulteriore classificazione delle

cricche può essere fatta a seconda che il distacco avvenga lungo i bordi dei



grani (intergranulari) o attraverso i grani stessi (transgranulari), mentre, seconda della loro posizione rispetto al giunto saldato, si distinguono cricche in zona fusa o cricche in zona termicamente alterata.

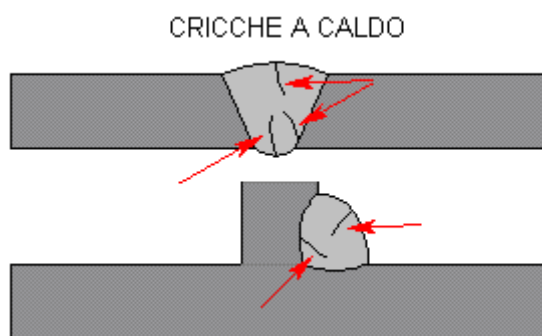
Cricche in zona fusa: classificazione

Si trovano nella zona fusa del giunto e possono essere orientate longitudinalmente, trasversalmente oppure essere interdendritiche (queste ultime sono quelle che seguono l'andamento dei grani dendritici della zona fusa).

A seconda della loro origine si distinguono in:

- Cricche a caldo
- Cricche a freddo o da idrogeno

Le cricche a caldo hanno generalmente orientamento longitudinale e si formano durante il raffreddamento del bagno di fusione quando la temperatura è poco al di sotto della linea del *solidus* e, nel caso degli acciai, ancora al di sopra dei 900°C a seguito della presenza, tra i grani già solidificati, di fasi liquide che solidificano per ultime. Negli acciai le cause principali sono: un elevato tenore



di impurezze (zolfo e fosforo) e/o di carbonio contenute nel materiale base, le tensioni di ritiro di saldatura e altre cause occasionali come, per esempio, la sporcizia presente sui lembi da saldare. In altri metalli, per esempio

nelle leghe di alluminio, causa delle cricche a caldo possono essere anche elementi di lega (Cu, Zn, Mg) in determinate percentuali che allargano l'intervallo di solidificazione della lega.

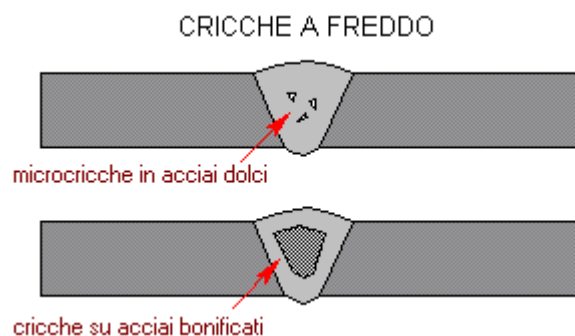
In presenza di queste condizioni è quindi evidente che, a parità di materiale base, il pericolo che insorgano cricche a caldo è direttamente proporzionale alla quantità di esso portata a fusione. Sono pertanto da evitare quei procedimenti e quei valori di parametri (per esempio un'intensità troppo elevata di corrente, una troppo bassa velocità di saldatura) che danno luogo ad un elevato apporto termico e quelli che danno luogo a bagni di fusione troppo voluminosi.

Uno tra i più frequenti casi di cricche a caldo è rappresentato dalle cosiddette "*cricche di cratere*", che sono situate nel cratere terminale di una passata di saldatura e sono dovute alla concentrazione progressiva delle impurezze nella parte del bagno che solidifica per ultima e alle condizioni di autovincolo molto severe. Nelle radiografie esse appaiono sotto forma di macchie scure con annerimento variabile e dalla forma irregolare.

Le cricche a freddo si formano negli acciai durante il raffreddamento del cordone quando la temperatura scende al di sotto di $100 \div 150^{\circ}\text{C}$.

Le cause principali della loro formazione sono: un alto tenore di idrogeno in zona fusa, una durezza relativamente elevata della zona fusa stessa e la considerevole entità delle tensioni di ritiro longitudinali che,

tra l'altro, ne generano il caratteristico prevalentemente trasversale. Per limitare (o eliminare) la loro comparsa è utile limitare la quantità di idrogeno assorbita dal bagno e applicare e mantenere un adeguato preriscaldamento (che ha lo scopo di



diminuire la durezza della zona fusa e di consentire la diffusione dell'idrogeno all'interno).

Poiché, come accennato, le tensioni di ritiro longitudinali sono in genere le più elevate nella zona fusa, queste cricche sono più frequentemente trasversali; solo più raramente si hanno in zona fusa cricche a freddo longitudinali.

Nella saldatura degli acciai dolci o ad alto limite elastico anche in assenza di tempra, ma in presenza di idrogeno e azoto, tali cricche si presentano di dimensioni molto piccole (talvolta vengono anche definite *microcricche da idrogeno*) e spesso si raggruppano in un certo numero nella stessa sezione (trasversale o longitudinale) del giunto.

Nella saldatura degli acciai con elevate caratteristiche meccaniche (come i bonificati), per i quali si utilizzano materiali di apporto più tempranti, le cricche a freddo in zona fusa sono più grandi e possono tagliare completamente il cordone di saldatura in direzione trasversale ripetendosi quasi sistematicamente a certe distanze, quando la lunghezza del cordone accumula sufficiente energia di ritiro longitudinale. Nella saldatura a più passate non è infrequente riscontrare la presenza di cricche a freddo nelle passate sottostanti, anche se in realtà, però, esse sono da riferirsi alle zone termicamente alterate dalle passate successive.

Cricche in zona termicamente alterata: classificazione

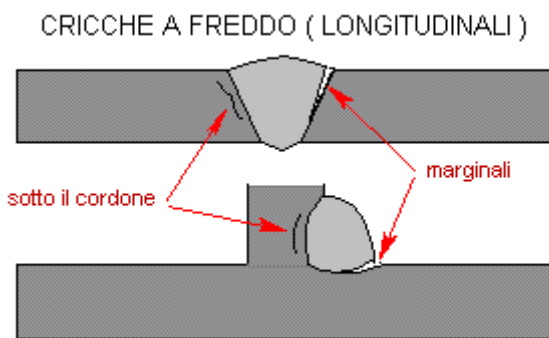
Sono cricche che si trovano nella zona termicamente alterata di un giunto saldato, che è costituita dal materiale di base o, talvolta, dalle passate depositate precedentemente, o che comunque si sono originate da essa.

Hanno generalmente direzione longitudinale e possono essere interne (cricche sotto il cordone) o affioranti a lato del cordone. A seconda della loro origine quelle più comuni si possono classificare in:

- Cricche a freddo;

- Strappi lamellari;
- Cricche a caldo;
- Cricche da trattamento termico.

Le cricche a freddo si formano negli acciai quando durante il raffreddamento di un giunto saldato la temperatura scende al di sotto di circa 100÷150°C. Il fenomeno è soprattutto legato alla presenza di idrogeno nel bagno (proveniente dai materiali d'apporto o dai lembi; per esempio umidità contenuta nel



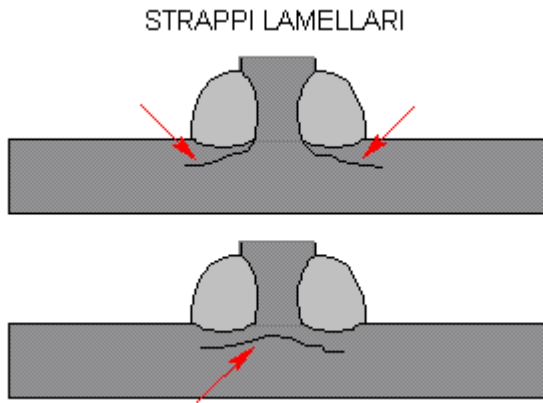
rivestimento degli elettrodi o lembi umidi, rugginosi e sporchi), unitamente ad una concomitante fragilità della zona termicamente alterata (per la formazione di strutture di tempra) e a tensioni interne di autovincolo (sempre

esistenti). A seconda del tipo di materiale di apporto, se questo è meno temprante del materiale base le cricche si troveranno solo nella zona termicamente alterata del materiale base; se, invece, il materiale base è meno temprante del materiale d'apporto esse si formeranno nella zona fusa globale del cordone, cioè nella zona termicamente alterata costituita dalle passate precedenti.

Le cricche a freddo possono avere sia dimensioni ridottissime sia molto rilevanti, con lunghezze che possono arrivare a centinaia di millimetri; l'andamento microscopico è generalmente trasgranulare.

Per quanto riguarda l'origine e prevenzione valgono all'incirca le stesse considerazioni svolte a proposito delle cricche a freddo in zona fusa.

Gli *Strappi lamellari* possono essere assimilati a cricche che si formano solo nella zona termicamente alterata del materiale base e sono tipici dei giunti molto



vincolati (giunti a T) la cui forma è tale che la lamiera è sollecitata a trazione normalmente rispetto alla sua superficie (cioè nel senso dello spessore della lamiera o *trasversalmente*).

Questi difetti sono dovuti al fatto che i materiali laminati sollecitati in questo modo possono presentare bassa resistenza e duttilità, motivo per cui possono rompersi proprio sotto la zona termicamente alterata.

Il fenomeno degli strappi lamellari è influenzato dalle seguenti condizioni:

- *Dimensioni del cordone* (quanto più grosso è il cordone tanto più forti sono le tensioni di ritiro che agiscono nel senso dello spessore della lamiera).
- *Tipo di penetrazione* (sono più pericolosi da questo punto di vista i giunti a piena penetrazione che quelli con cordone ad angolo perché nei primi le tensioni di ritiro sono proprio perpendicolari alla lamiera)
- *Spessore e qualità del laminato* Gli strappi sono dovuti a una debolezza "intrinseca" del laminato causata soprattutto dalla presenza di inclusioni, specialmente silicati e solfuri; in particolare queste ultime essendo "plastiche" alla temperatura di laminazione a caldo vengono "allungate" da quest'ultima riducendo quindi la coesione in senso trasversale allo spessore. Poiché tale fenomeno è tanto più marcato quanto maggiore è lo spessore, il rimedio più efficace è una particolare elaborazione dell'acciaio (che riduca drasticamente il contenuto inclusionale) e l'aggiunta eventuale di elementi, quali per esempio il

calcio, oppure del cerio o altre terre rare, che legandosi allo zolfo rendono le inclusioni di solfuri più dure e non “allungabili” durante la laminazione.

- *Tipo di procedimento e parametri di saldatura.* Quando si teme che si verifichino strappi lamellari, è utile procedere a imburratura¹ preventiva della superficie del pezzo da saldare sollecitato trasversalmente o almeno usare, nella saldatura a passate multiple, una sequenza di passate particolare atta a depositare uno strato di cordoni sull'elemento sollecitato trasversalmente. È raccomandato inoltre, quando possibile, l'uso di materiali d'apporto a bassa resistenza e alta duttilità e di saldare contemporaneamente dalle due parti del T per distribuire i ritiri.

Le cricche a caldo (o a liquazione) sono dovute al passaggio allo stato liquido di composti a basso punto di fusione che si trovano al contorno del grano cristallino nella zona termicamente alterata del giunto, immediatamente vicino alla zona fusa, e all'azione delle tensioni di ritiro trasversali, che tendono a staccare i grani; esse hanno, pertanto, carattere intergranulare e sono generalmente molto piccole.

L'unica procedura possibile per limitarne la comparsa è quella di saldare con basso apporto termico in modo da limitare l'ampiezza della zona termicamente alterata e fare attraversare il campo di temperature critico assai rapidamente. Le cricche a caldo sono abbastanza rare e tipiche di taluni materiali come i getti a più alto tenore di carbonio, certi acciai inossidabili stabilizzati e alcuni acciai bonificati o al nichel.

Cricche da trattamento termico: sono cricche che si producono durante il trattamento termico di rinvenimento-distensione di una costruzione saldata a seguito delle tensioni termiche, dovute ai gradienti di temperatura che si

¹ L'imburratura è una forma particolare di riporto per saldatura con cui si deposita dapprima uno strato cuscinetto avente caratteristiche chimico-fisiche intermedie tra quelle del materiale base e del deposito finale.

possono avere in fase di riscaldamento, e delle deformazioni plastiche “di distensione locale” che avvengono in zone in cui la struttura metallurgica è ancora fragile e non rinvenuta.

Mentre generalmente gli acciai dolci, quelli al CrMn o quelli al Nb, soffrono poco di tale inconveniente, certi acciai contenenti Cr e/o Mo e/o V ne sono particolarmente suscettibili.

Le cricche da trattamento termico si formano più facilmente in zone nelle quali vi sono concentrazioni di tensioni come per esempio: in corrispondenza di difetti di saldatura; in corrispondenza di incroci di cordoni; in corrispondenza di discontinuità strutturali; in corrispondenza di disomogeneità metallurgiche (per esempio zona termicamente alterata in acciai ferritici sotto a riporti di acciai austenitici).

Le cricche da trattamento termico corrono generalmente lungo i bordi dei grani dell'austenite originaria nella quale, in origine, si era avuta precipitazione di carburi (Cr, Mo o V) e arricchimento di impurezze.

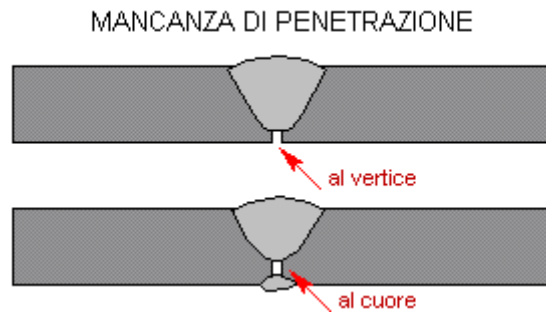
Quando si teme tale fenomeno, particolare cura va posta nella scelta dell'acciaio e nei requisiti di purezza dello stesso e particolari precauzioni vanno adottate nell'effettuazione del trattamento termico.

Mancanza di penetrazione o di fusione

In questo caso si tratta di discontinuità esistenti tra i due lembi del cianfrino (mancanza di penetrazione) o tra un lembo e la zona fusa (mancanza di fusione) provocate dalla mancata fusione di entrambi o di uno solo dei lembi.

Nella radiografia questo difetto si presenta come una linea nera continua o discontinua che si trova sul fondo e corre parallelamente alla saldatura.

Questo tipo di difettosità (grave e quasi sempre incettabile) può essere riscontrato nella zona della prima passata, al vertice o al cuore della saldatura, a seconda del tipo di preparazione: a V, a X ecc. o in corrispondenza di passate successive. La causa principale della loro comparsa è da ricercarsi nella non corretta preparazione dei lembi (angolo di apertura del cianfrino troppo piccolo, spalla eccessiva, distanza tra i lembi insufficiente, slivellamento), talvolta nella mancanza di opportuna puntatura o di cavallotti distanziatori che evitino che i lembi si chiudano, a mano a mano che la saldatura procede, per effetto del ritiro trasversale, o nella scarsa abilità del saldatore.



Nel caso di giunti che possono essere ripresi dal lato opposto (come accade per esempio nel caso delle lamiere) il difetto può essere eliminato con un'accurata solcatura al rovescio effettuata prima dell'esecuzione della passata di ripresa. È



da notare, peraltro, che se la presenza di questo difetto si osserva al cuore della saldatura, significa non solo che la preparazione dei lembi non è stata

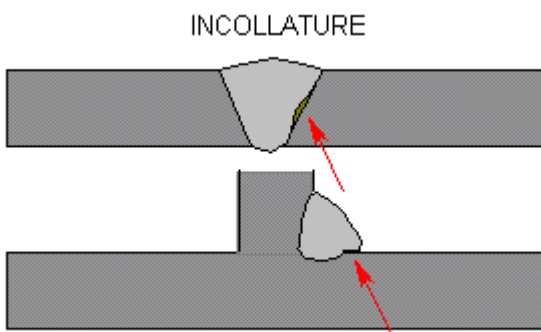
corretta ma anche che la solcatura e la ripresa non sono state eseguite con sufficiente cura.

Dal punto di vista della localizzazione, i fenomeni di ritiro trasversale, che esercitano un'azione compressiva, possono portare a stretto contatto i lembi non fusi di una mancata penetrazione al cuore (specialmente se i lembi sono stati preparati mediante lavorazione meccanica); tale contatto intimo può creare grosse difficoltà qualora si intenda rivelare successivamente il difetto con

tecniche NDT quali radiografia, magnetoscopia e ultrasuoni. Si tratta, pertanto, di un difetto molto subdolo la cui comparsa deve essere evitata soprattutto con controlli preventivi (in fase di preparazione) o durante l'esecuzione della solcatura.

Oltre alla mancata penetrazione si può presentare il difetto di penetrazione eccessiva; tale problema si manifesta nel controllo radiografico sotto forma di una linea chiara, piuttosto spessa, che corre lungo la saldatura, spesso accompagnata da eventuali macchie ancora più chiare di forma arrotondata.

Le incollature si presentano di caratteristiche simili alle mancanze di fusione, ma tra il lembo e la zona fusa si trova interposto uno strato di ossido, per cui in quella zona la saldatura diventa una brasatura all'ossido del materiale che si



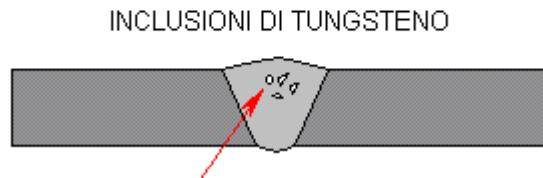
salda. Questo difetto è tipico dell'acciaio, qualora si proceda a saldatura ossiacetilenica (cioè ad apporto termico poco concentrato) e MAG ad immersione (quindi con basso apporto), ma si presenta anche

nei materiali facilmente ossidabili come, ad esempio, le leghe di alluminio. Un giunto nel quale siano presenti incollature possiede caratteristiche meccaniche scadenti. Anche questo difetto è molto subdolo e, particolarmente negli acciai, poco rilevabile ai controlli non distruttivi, per cui deve essere evitato soprattutto con i controlli preventivi.

Le inclusioni (solide o gassose) sono difetti situati in zona fusa, dovuti alla presenza di sostanze diverse dal metallo del cordone di saldatura, che risultano inglobate nel cordone stesso.

Le *inclusioni solide* si classificano, a seconda del materiale che le costituisce, in inclusioni **di scorie** e inclusioni **di tungsteno**.

Le prime sono cavità in zona fusa contenenti solo scoria o scoria e gas.



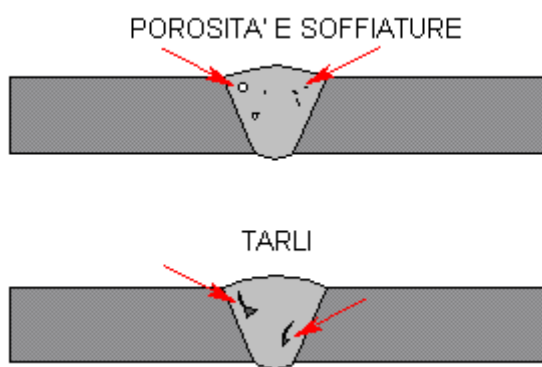
Le inclusioni di scoria sono definite *allungate* quando la loro lunghezza è più di tre volte la larghezza e in radiografia si presentano come macchie nere, irregolari, di forme diverse. Si tratta di uno dei difetti più comuni nei cordoni realizzati con elettrodi rivestiti e ad arco sommerso, quando l'esecuzione del giunto sia stata effettuata con passate multiple ed è causato principalmente dall'asportazione poco accurata di scorie ad alto punto di fusione di una passata prima dell'esecuzione della passata successiva; tuttavia le inclusioni possono essere anche dovute ad un uso scorretto dell'elettrodo rivestito, ad un non preciso posizionamento della testa saldatrice oppure ad una non corretta scelta dei parametri della preparazione (es. angolo di apertura del cianfrino troppo stretto).

Le *inclusioni di tungsteno*, che appaiono, in radiografia come macchie bianche di forma e dimensioni irregolari sono originate dalla presenza di minute schegge di tungsteno sia isolate che raggruppate (spruzzi). È un tipico difetto del procedimento TIG imputabile alle seguenti cause:

- maneggio scorretto della torcia
- insufficiente protezione gassosa dell'elettrodo
- scarsa qualità dell'elettrodo
- intensità di corrente troppo elevata

Gli *spruzzi* sono di forma generalmente molto irregolare e frastagliata e ai loro vertici si possono trovare piccole cricche, fatto che ne aumenta decisamente la pericolosità in termini di possibili cedimenti della saldatura

Le *inclusioni gassose* sono cavità provocate da gas intrappolati nel bagno che si è solidificato troppo rapidamente; esse si presentano tipicamente di forma tondeggianti e assumono la denominazione di *pori* o *soffiature* a seconda che la loro dimensione sia inferiore o superiore ad 1 mm. In radiografia, questa



tipologia di difetti appare in veste di macchie nere arrotondate localizzate all'interno del cordone.

Le inclusioni gassose possono essere provocate dalla presenza, sui lembi da unire, di ruggine, vernice o sporcizia in genere. Altre cause sono

un eccessivo tasso di umidità nel rivestimento degli elettrodi o nei flussi (arco sommerso) oppure nei gas impiegati (saldatura ossiacetilenica e saldatura elettrica sotto protezione di gas). Anche l'uso di procedimenti ad elevata velocità di deposito o di saldatura (per esempio saldatura laser o a fascio elettronico) e un non corretto maneggio della torcia o della pinza (protezione gassosa difettosa o scarsa, nel caso dei procedimenti sotto gas sono causa di inclusioni gassose.

Contrariamente a quanto ritenuto dalla maggior parte degli operatori di saldatura, questi difetti non sono molto pericolosi per la resistenza del giunto; in particolare una *porosità diffusa* nella saldatura MIG di leghe leggere è praticamente inevitabile e accettabile, mentre tali difetti diventano inaccettabili solo quando sono di grandi dimensioni o numerosi (nidi di porosità o di

soffiature) o quando, come nel caso della porosità diffusa, sono di entità tale da mascherare l'eventuale presenza di altri difetti più gravi.

Le inclusioni gassose di forma allungata (lunghezza superiore a più di tre volte il loro diametro) vengono dette *tarli*, e quelle con una coda particolarmente lunga, che può terminare con piccole cricche o incollature, sono da considerarsi più pericolose per la sicurezza del giunto. I tarli possono, inoltre, presentarsi raggruppati (nidi di tarli) nelle zone in cui, per errore di maneggio, l'arco con elettrodi basici o cellulosici, è stato troppo allungato. Nella radiografia i tarli appaiono come delle macchie più scure allungate.

Un caso particolare è quello delle inclusioni allungate dette *bastoni da golf* nei procedimenti ad elettroscoria o elettrogas dovute a presenza di sfogliature affioranti o meno nei lembi da saldare.

Difetti esterni o di profilo

Eccesso di sovrametallo

È un difetto che si riscontra nei giunti di testa dovuto, in genere, a scorretta procedura da parte dell'operatore che non ha saputo distribuire opportunamente il numero delle passate (caso della saldatura manuale) oppure



qualora non si siano seguite scrupolosamente le specifiche di saldatura. Talvolta questo difetto

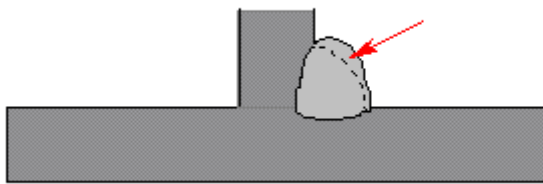
può essere dovuto a non corretta scelta della preparazione del giunto, in particolare nella saldatura ad arco sommerso: ad esempio, nella saldatura a lembi retti su un certo spessore, se per ottenere una sufficiente penetrazione si innalza la corrente, cresce parallelamente il consumo del filo e ciò origina una maggiore quantità di metallo d'apporto con conseguente sovrametallo. In tali

casi occorre cambiare la preparazione del giunto affinché questo sia adatto a poter accogliere il maggiore apporto.

È luogo comune ritenere, erroneamente, che l'eccesso di sovrametallo non sia un difetto ma che, anzi, a causa del maggiore spessore della saldatura il giunto offra una resistenza più elevata. Ciò è assolutamente falso: infatti ai margini del sovrametallo si crea sempre, per effetto della forma, una concentrazione di tensioni (effetto di intaglio) che sotto certe condizioni di servizio come fatica, urti o bassa temperatura, può ridurre la capacità di resistenza dal giunto.

Cordone d'angolo troppo convesso

CORDONE D'ANGOLO TROPPO CONVESSO



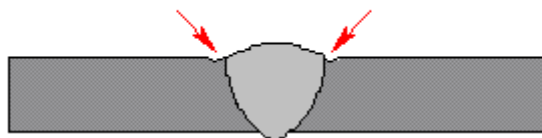
Questo difetto è caratteristico dei giunti d'angolo ed è dovuto ad un uso improprio dell'elettrodo da parte del saldatore o a parametri non corretti (per esempio tensione

insufficiente) nella saldatura automatica.

Incisioni marginali

Le incisioni marginali sono, sostanzialmente, una sorta di solcatura a margine del cordone che si presenta, nell'immagine radiografica, sotto forma di piccole linee nere, talvolta sui due lati, continue o a tratti.

INCISIONI MARGINALI



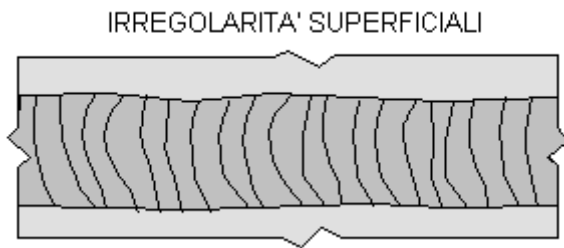
Questo tipo di difetto si presenta spesso nei cordoni eseguiti manualmente sia in giunti di testa sia in cordoni d'angolo, più frequentemente in posizione diversa da quella piana.

Le incisioni marginali sono essenzialmente causate dall'impiego di corrente eccessiva, associata ad un impiego non corretto della torcia.

Irregolarità superficiale

È un difetto che conferisce un cattivo aspetto estetico al cordone le cui maglie, anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, seguono un andamento irregolare, con variazione di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa ecc. La causa di tale difetto è da imputarsi ad una

scarsa abilità da parte del saldatore.



Nella saldatura automatica si può riscontrare uno scadente aspetto superficiale a seguito dell'adozione di parametri di saldatura non

appropriati quali, ad esempio, velocità eccessiva (maglia a spina di pesce troppo accentuata) o velocità troppo bassa (eccesso di sovrametallo accoppiato a traboccamenti laterali che costituiscono incollature tra sovrametallo e metallo base.

Slivellamento dei lembi

È un difetto dovuto ad un imperfetto assemblaggio del giunto che ostacola la possibilità di eseguire una saldatura regolare. Nel migliore dei



casi si riscontra una brusca variazione del profilo, ma in certe situazioni lo slivellamento è tale da provocare una mancanza di fusione del lembo sottoposto.

Spruzzi

Sono depositi più o meno grandi e dispersi, frequentemente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone, tipici della saldatura manuale a elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG (CO₂). Gli spruzzi di saldatura appaiono nell'immagine radiografica sotto forma di piccole macchie bianche sia sul cordone di saldatura sia nel materiale base.

Questo tipo di difetto è pericoloso, soprattutto per i giunti che operano in ambienti chimicamente aggressivi, poiché rappresentano un facile innesco per l'attacco corrosivo. Inoltre, su acciai ad elevata resistenza, in corrispondenza degli spruzzi possono avere luogo pericolosi fenomeni di tempra localizzati, eventualmente accompagnati dalla formazione di piccole cricche.

Colpi d'arco

Consistono in una fusione localizzata del materiale base che è avvenuta senza deposito di materiale d'apporto. Si tratta di difetti tipici dei procedimenti manuali ad arco e sono provocati dalla scarsa cura del saldatore che innesca l'arco sul materiale base e non, come è regola, su un lembo del cianfrino.

Tali fusioni localizzate possono essere particolarmente pericolose su materiali base temprati, specialmente se sono accompagnate dalla presenza di piccole cricche.