



Saldatura ad arco elettrico

GUIDA ALLA CORRETTA SCELTA DEL GAS DI PROTEZIONE

GAS DI SALDATURA: UN ALLEATO PER QUALITÀ E PRODUTTIVITÀ

Per poter ottimizzare il lavoro di un'officina di saldatura è necessario fornire i giusti strumenti ai saldatori: equipment adatti alla natura degli elementi da saldare, ma anche utilizzo del gas adatto alla specifica produzione. La scelta del gas di saldatura influenza infatti la qualità di saldatura, la capacità produttiva e l'ambiente in cui operano i saldatori. Merita pertanto un'attenzione particolare.

Tale scelta deve essere fatta tenendo conto delle esigenze metallurgiche e operative: al pari della selezione dei giusti parametri di saldatura, anche questa scelta richiede un certo livello di expertise.

Air Liquide mette a disposizione le proprie competenze per permettervi di fare la scelta più adatta alle vostre esigenze!

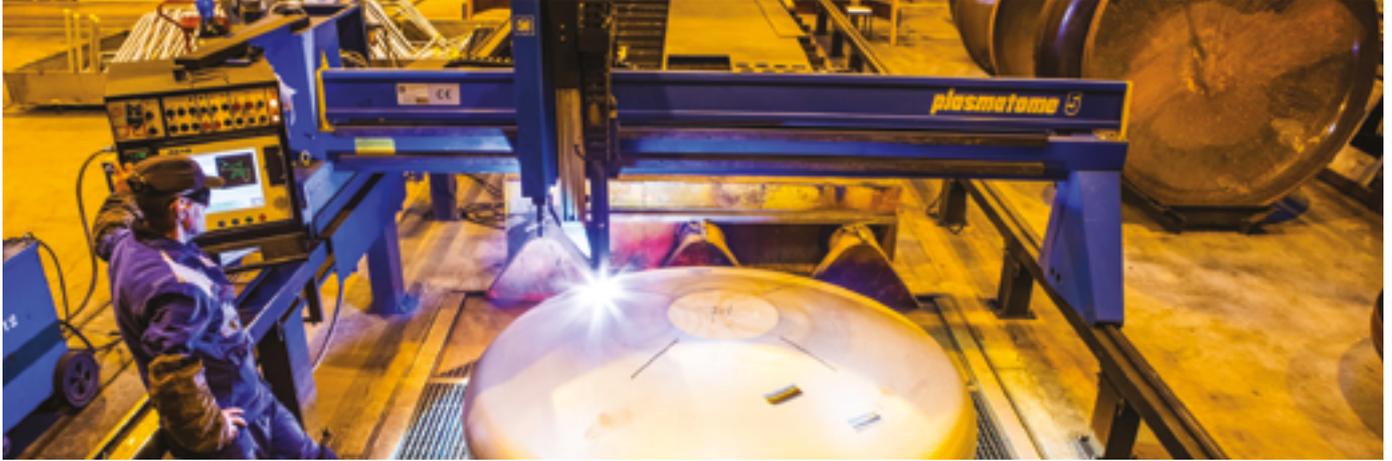
SOMMARIO

- 01.** Saldatura ad arco:
per un risultato preciso ed efficace p.3
- 02.** Gas di saldatura: il loro ruolo chiave p.4
- 03.** 5 molecole alla base di qualsiasi miscela p.5
- 04.** Miscele di gas normalizzate
per la sicurezza p.6
- 05.** Gas di saldatura per un risultato
di qualità eccellente p.7
- 06.** Il gas giusto per ogni esigenza! p.8
- 07.** Panoramica dei processi di saldatura p.10



1.

SALDATURA AD ARCO: PER UN RISULTATO PRECISO E PERFORMANTE



Cosa hanno in comune industria automobilistica, cantieri navali, industria nucleare, oil & gas, aeronautica, edilizia e lavori pubblici, food & pharma? Tutti questi settori hanno una necessità comune: assemblare parti in metallo in modo preciso e duraturo.

E tutti fanno ampio ricorso alla medesima tecnologia nei loro processi di produzione, costruzione o manutenzione, sia in officina sia in cantiere: la saldatura ad arco. Declinata in vari procedimenti, la saldatura ad arco sfrutta una fonte di alimentazione elettrica collegata contemporaneamente all'elemento da assemblare e a un elettrodo.

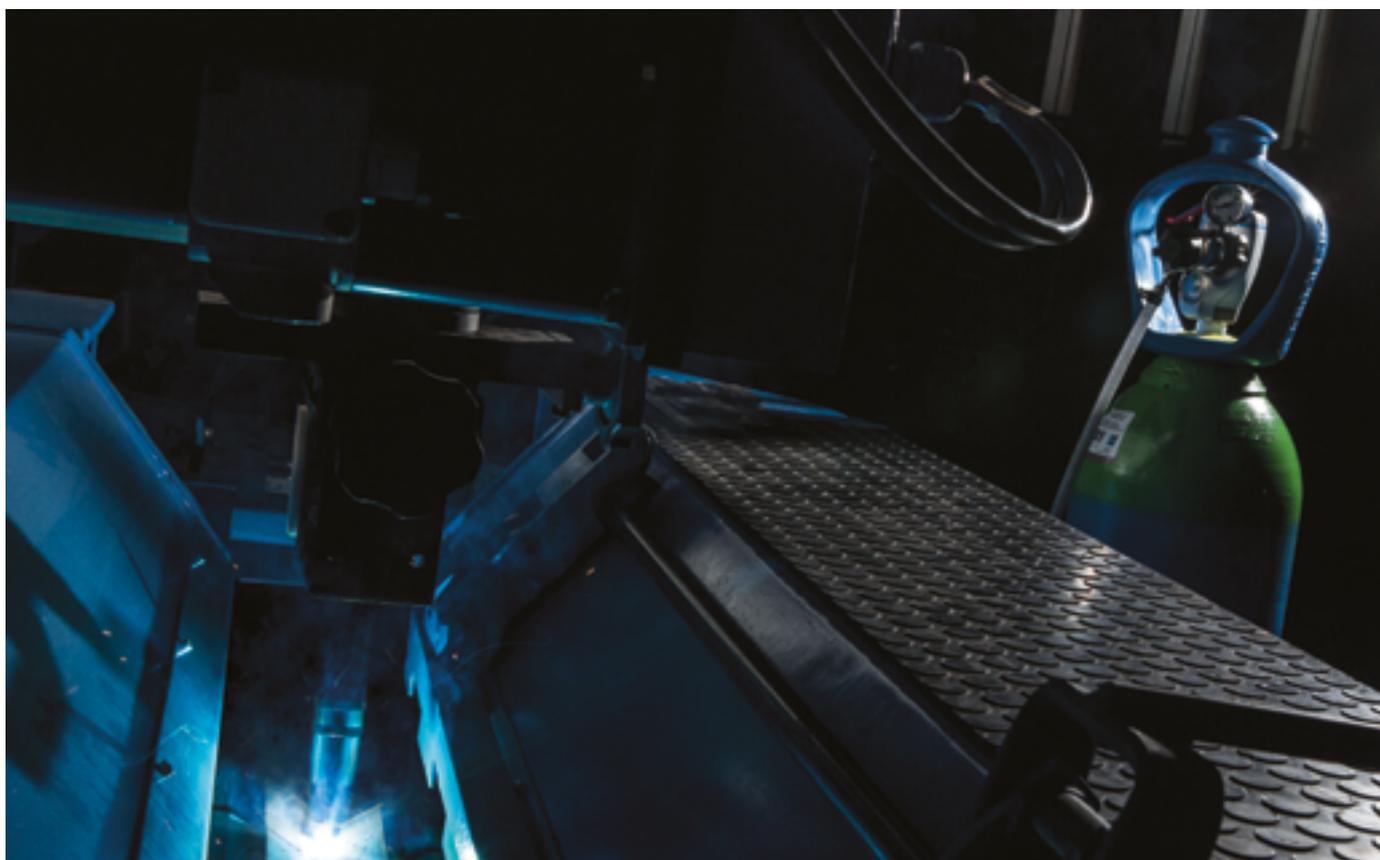
Quando l'elettrodo viene avvicinato all'elemento da saldare, si genera un arco elettrico che genera

una temperatura molto elevata e quindi la fusione del metallo. Il successo della saldatura ad arco sta nella sua flessibilità. Può essere eseguita con procedimenti differenti (plasma, MIG/MAG, TIG) che permettono di realizzare saldature da poche decine di ampere nel caso del microplasma fino a 400 A nel caso di saldatura MIG/MAG.

I procedimenti plasma e TIG, oggi essenzialmente utilizzati dalle mani esperte dei saldatori, si prestano facilmente all'automazione, mentre la saldatura MIG/MAG è molto spesso anche robotizzata... Tutti questi procedimenti condividono tuttavia un elemento comune: sfruttano tutti un gas di saldatura. La scelta di questo gas e la sua corretta gestione influenzano la qualità della saldatura, la velocità di esecuzione, i tempi di rifinitura, l'ambiente in cui operano i saldatori.

2.

GAS DI SALDATURA: IL LORO RUOLO CHIAVE



La qualità e l'aspetto di un cordone di saldatura possono essere influenzati dall'ambiente nel quale il saldatore opera. I gas atmosferici (ossigeno, azoto, vapore acqueo...) possono infatti provocare difetti nella saldatura e implicare di conseguenza costi di riparazione e perdite di tempo. Il gas di saldatura crea innanzitutto una protezione locale del metallo in fusione, attorno all'arco di saldatura, che contrasta l'azione dell'aria. A seconda dei procedimenti e dei metalli coinvolti, il gas può anche intervenire sulla metallurgia del metallo

fuso, migliorare la stabilità dell'arco e ottimizzare le possibilità di trasferimento in MAG. Può inoltre migliorare la rifinitura, la fluidità del metallo, la forma del cordone, la penetrazione, la compattezza... Il gas di saldatura protegge infine il cordone dall'ossidazione durante il raffreddamento, con l'aggiunta di uno scudo protettivo per i metalli più sensibili.

I gas di saldatura sono utili a prescindere dal procedimento di saldatura utilizzato: TIG, MIG o MAG (vedere pagina 10).

La scelta del gas dipende dal procedimento utilizzato, dal metallo da saldare, dalle qualità e prestazioni volute: ogni gas ha delle peculiarità, presenta vantaggi e svantaggi, ma può essere compatibile o incompatibile con un determinato procedimento.

3.

5 MOLECOLE ALLA BASE DI QUALSIASI MISCELA

I gas di saldatura si basano su cinque molecole, combinate in diverse percentuali a seconda del procedimento utilizzato, del metallo da saldare e delle qualità volute.

L'argon può essere utilizzato come gas puro; le altre molecole sono invece usate esclusivamente in miscela.

MOLECOLA	INERTI		RIDUCENTE	OSSIDANTI	
	ARGON	ELIO	IDROGENO	OSSIGENO	ANIDRIDE CARBONICA*
+	Utilizzabile su tutti i materiali.	Bell'aspetto della saldatura. Forte penetrazione. Velocità di saldatura.	Forte penetrazione. Buona bagnabilità.	Buona bagnabilità.	Forte penetrazione.
—		Bassa densità: sensibile alle correnti d'aria.	Solo per acciai austenitici.	Mancanza di fusione. Rischio di ossidazione.	Scarsa bagnabilità. Rischio di ossidazione e schizzi.
Saldatura TIG	+	+	+	Non adatto	Non adatto
Saldatura MIG	+	+	Non adatto	Non adatto	Non adatto
Saldatura MAG	Gas «di base», presente in tutte le miscele.	+	+	+	+

* Inerte a temperatura ambiente, la CO₂ si separa alla temperatura di saldatura liberando ossigeno: è quindi ossidante se utilizzata come gas di saldatura.

- I gas inerti non reagiscono con il metallo al momento della fusione, svolgono una mera funzione di protezione.
- I gas ossidanti reagiscono con il metallo per formare degli ossidi: sono a tal proposito indispensabili nel procedimento MAG (per assicurare il trasferimento elettrico e permettere quindi la stabilità dell'arco elettrico).
- I gas riducenti reagiscono con gli ossidi: proteggono in questo modo il metallo dall'ossidazione (essenzialmente in TIG su inox, per migliorare stato superficiale e velocità).

4.

MISCELE DI GAS NORMALIZZATI PER LA SICUREZZA

I gas di saldatura possono essere gas puri (ad esempio, l'argon con purezza superiore al 99,99%), ma sono usati più spesso in miscele la cui composizione deve essere determinata con grande precisione: una stessa molecola presente in percentuali diverse in due miscele di saldatura le destina a utilizzi diversi.

Ad esempio, un gas contenente il 2% di CO₂ e il 98% di argon è dedicato alla saldatura MAG dell'acciaio inox. Se la percentuale di CO₂ sale all'8%, la miscela diventa idonea alla saldatura MAG degli acciai al carbonio.

L'importanza della precisione della percentuale dei gas nelle miscele ha portato all'istituzione della norma europea EN ISO 14175, che classifica i gas di saldatura in funzione della loro precisa composizione. Grazie a questa norma ISO, gli addetti ai lavori condividono:

- **Una designazione normalizzata**, diversa dalla denominazione commerciale del gas, che offre una maggiore leggibilità e descrive con precisione la composizione della miscela. Ad esempio, la miscela ARCAL Force per la saldatura di elementi di grosso spessore, è designata, secondo la norma, ISO 14175: M21-ArC-18, poiché contiene argon e il 18% di CO₂.
- **Un'esigenza di purezza** e un livello minimo di impurità: la norma permette di definire una soglia di qualità minima per tutti i gas di saldatura.
- **Una designazione chiara e senza ambiguità**, utilizzata ad esempio nelle modalità operative di saldatura realizzate in particolare secondo la serie di norme EN ISO 15614.

La norma classifica i gas sulla base dell'appartenenza a un gruppo e un sottogruppo. Ad esempio:

DENOMINAZIONE		GAS OSSIDANTE		GAS INERTE		GAS RIDUCENTE
GRUPPO	SOTTO GRUPPO	CO ₂	O ₂	Ar	He	H ₂
I	1			100%		
	2				100%	

...

M1	1	0,5%≤CO ₂ ≤5%		Q.S.		0,5%≤H ₂ ≤5%
----	---	--------------------------	--	------	--	-------------------------

...

In questo modo l'argon puro è classificato, secondo la norma, I1, mentre una miscela contenente una percentuale compresa tra lo 0,5% e il 5% di CO₂ e di H₂ è classificata ISO 14175: M11 ArCH-31.

5.

GAS DI SALDATURA PER UN RISULTATO DI QUALITÀ ECCELLENTE

Il gas di saldatura deve essere scelto in funzione del procedimento utilizzato, del metallo (natura, spessore...) e delle caratteristiche di saldatura volute. Una scelta ponderata permette di ottenere:

Una migliore bagnabilità, una buona fluidità del bagno

Una migliore penetrazione

Una maggiore compattezza (migliori risultati ai controlli non distruttivi)

Un minor numero di schizzi adesivi sull'elemento

Vantaggi combinati che consentono **di ottenere direttamente la giusta qualità**, evitare il costo delle rifiniture e ridurre le spese per i consumabili.

Oltre al gas, la sua "messa in opera"

Se la normalizzazione ISO delle miscele garantisce di avere a disposizione esattamente il gas di saldatura atteso, spetta comunque all'azienda vigilare sulla sua corretta gestione per garantire costantemente una saldatura regolare e di qualità, a condizioni competitive.

Una portata ben gestita, regolata in modo preciso e affidabile, è fondamentale. La qualità della saldatura può infatti risentire di una portata insufficiente o, al contrario, eccessiva (che, in quest'ultimo caso, porterà inoltre a un consumo eccessivo con aumento inutile dei costi).

L'implementazione deve inoltre basarsi su apparecchiature e materiali affidabili (bombole di gas, rete di distribuzione gas interna, regolatore di pressione, apparecchiature per il controllo e la regolazione della portata...)!

L'azienda deve poi optare per una modalità di approvvigionamento adatta ai volumi consumati.

Deve al tempo stesso avere la certezza dell'affidabilità dell'approvvigionamento, della reattività del suo fornitore e godere della vicinanza di esperti disponibili ad assisterla nella scelta dei gas e nel loro utilizzo.

6.

IL GAS GIUSTO PER OGNI ESIGENZA



MISCELA	NORMA ISO 14175	MATERIALE	PROCEDIMENTO	COMMENTO
GAS STANDARD				
argon 100 %	I1-Ar	Tutti i materiali.	TIG	
		Alluminio, Rame.	MIG	
CO ₂ 2%, argon Q.S.	M12-ArC-2	Acciaio inox.	MAG	Saldatura MAG di tutti gli acciai inox esistenti.
CO ₂ 8 %, argon Q.S.	M20-ArC-8	Acciaio al carbonio.	MAG	Saldatura ad alta produttività.
CO ₂ 18 %, argon Q.S.	M21-ArC-18	Acciaio al carbonio.	MAG	Saldatura di acciaio di grosso spessore.

MISCELA	NORMA ISO 14175	MATERIALE	PROCEDIMENTO	COMMENTO
GAS TECNICI				
O ₂ 1 %, CO ₂ 3 %, argon Q.S.	M14-ArCO-3/1	Acciai al carbonio Acciai elettrozincati.	MAG	Ossidazione ridotta per MAG acciaio.
H ₂ 1 %, CO ₂ 3 %, argon Q.S.	M11-ArCH-3/1	Acciai inox austenitici.	MAG	Filo pieno.
H ₂ 2,4 %, argon Q.S.	R1-ArH-2,4	Acciai inox austenitici.	TIG	Saldatura TIG. Migliora la penetrazione, la velocità e l'aspetto.
H ₂ 5 %, argon Q.S.	R1-ArH-5	Acciai inox austenitici.	TIG	Saldatura TIG. Migliora la penetrazione, la velocità e l'aspetto.
H ₂ 5 %, He 20 %, argon Q.S.	R1-ArHeH-20/5	Acciai inox austenitici.	TIG	Consigliato in modalità automatica.
He 20 %, argon Q.S.	I3-ArHe-20	Alluminio, leghe di alluminio e rame.	TIG MIG	Tutti i metalli tra cui all.
He 70 %, argon Q.S.	I3-HeAr-30			
He 5 %, CO ₂ 10 %, argon Q.S.	M20-ArCHe-10/5	Acciai al carbonio non o debolmente legati.	MAG	Maggiore velocità di saldatura, compattezza eccellente, buona bagnabilità.
CO ₂ 1 %, He 18 %, argon Q.S.	M12-ArHeC-18/1	Acciai inox, base nichel e refrattari.	MAG	Buona penetrazione, aspetto poco ossidato.
GAS TECNICI / LEGHE SPECIFICHE				
N ₂ 2 %, argon Q.S.	N ₂ -ArN-2	Acciai duplex (austeno-ferritici).	TIG	Buona resistenza alla corrosione.
N ₂ 1,7 %, CO ₂ 1,8 %, He 5 %, argon Q.S.	Z-ArHeCN-5/1.8/1.7		MAG	
CO ₂ 0,11 %, He 20 %, argon Q.S.	Z-ArHeC-20/0.11	Tutte le leghe di nichel.	MAG	Eccellente stabilità dell'arco, aspetto brillante del cordone, fluidità del bagno molto buona.

7.

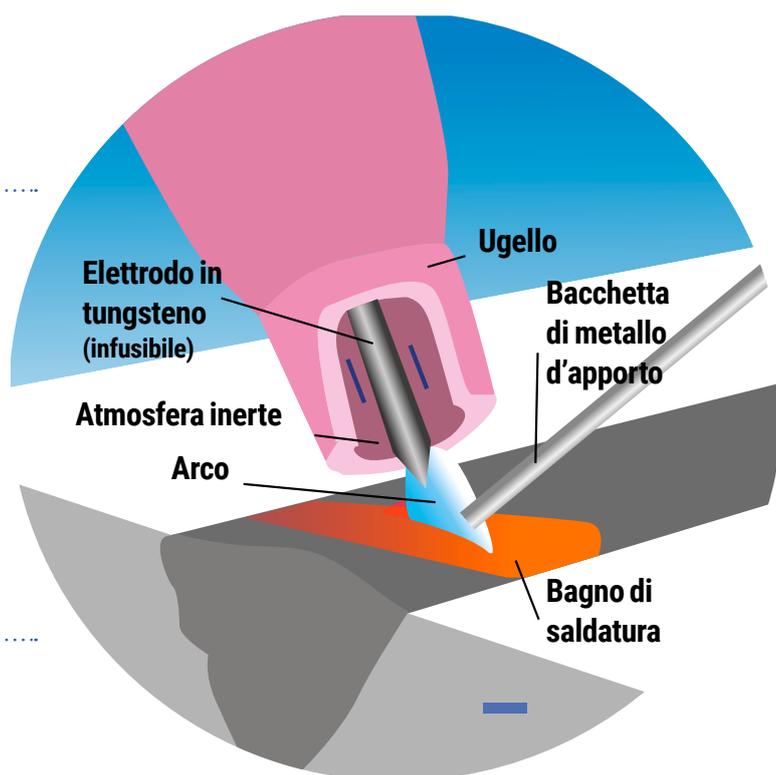
PANORAMICA DEI PROCESSI DI SALDATURA



TIG

(Tungsten Inert Gas)

Il TIG è un processo di saldatura ad arco nel quale si utilizza un elettrodo infusibile, in presenza o in assenza di un metallo di apporto. L'arco elettrico si genera tra l'elettrodo in tungsteno e l'elemento da saldare con un gas di protezione non ossidante (in genere argon).



MAG

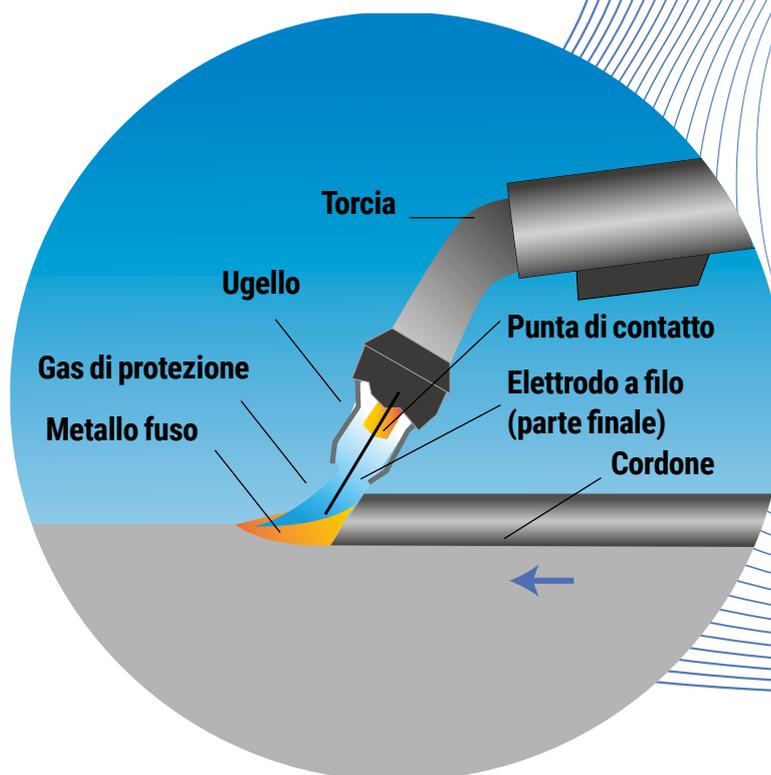
(Metal Active Gas)

Il MAG è un processo di saldatura ad arco simile al MIG, con una differenza: il lavoro viene eseguito con la protezione di un gas di saldatura «attivo» (ovvero ossidante).

MIG

(Metal Inert Gas)

Il MIG è un processo di saldatura ad arco con un gas di protezione «inerte». L'arco elettrico si genera tra l'elemento da saldare e un filo di apporto con un diametro variabile tra 0,6 e 2,4 mm a seconda dei componenti da saldare. Una volta ottenuto l'arco, il filo di apporto viene fatto avanzare a velocità costante. Il cordone di saldatura risultante è quindi costituito da una miscela composta dal metallo di apporto e dal metallo dell'elemento da saldare.



I regimi nella saldatura semiautomatica MIG e MAG

Nel caso di saldatura MIG/MAG possono essere impiegati diversi regimi di arco.

- **Il regime di corto circuito** (da 50 a 150 A circa, filo \varnothing 1,2 mm) è utilizzato per la saldatura di spessori ridotti. Sull'estremità del filo si crea una goccia che entra in contatto con l'elemento e la corrente aumenta creando un pizzicamento. La goccia si stacca rapidamente, l'arco si riforma e il processo si ripete con una frequenza di 100 hertz (ovvero 100 gocce al secondo).
- **Il regime globulare** (da 150 a 280 A circa, filo \varnothing 1,2 mm) va di norma evitato: il metallo viene trasferito nell'arco sotto forma di grosse gocce (la cui traiettoria è difficile da controllare oltre i 200 A) e questo non consente di ottenere un risultato di buona qualità.
- **Il regime di polverizzazione assiale** (da 280 a 350 A circa, filo \varnothing 1,2 mm) è molto regolare, ma richiede forti intensità e non è pertanto utilizzabile con spessori del metallo da saldare superiori ai 5 mm. Con questo regime, il metallo viene trasferito nell'arco sotto forma di goccioline proiettate a grande velocità lungo l'asse del filo.
- **Il regime pulsato** si avvicina alla polverizzazione assiale, ma funziona con una corrente media inferiore. Genera meno vapori e schizzi. Funziona per picchi di intensità successivi.

**Contattate i nostri referenti, per affidarvi ad Air Liquide
come partner per le vostre esigenze di saldatura:**

Servizio Clienti

servizioclienti@airliquide.com

.....

industria.airliquide.it



Air Liquide è un leader mondiale nei gas, nelle tecnologie e nei servizi per l'industria e la sanità. Presente in 80 Paesi con circa 66.000 collaboratori, il Gruppo serve oltre 3,6 milioni di clienti e di pazienti. Ossigeno, azoto e idrogeno sono piccole molecole essenziali per la vita, la materia e l'energia. Rappresentano l'ambito scientifico in cui opera Air Liquide e sono al centro delle attività del Gruppo fin dalla sua creazione nel 1902.