



Guida per l'utente per il Sistema di saldatura laser manuale FCA1500



DD INDUSTRIAL – Davide Defend
Via Caraglio, 45 – 10141 Torino - ITALY

2023.12
Versione 5.4

CONTENUTO

Sommario

Capitolo 1 - Informazioni sulla sicurezza	3
Capitolo 2 - Descrizione del prodotto	11
Capitolo 3 - Installazione del laser	16
Capitolo 4 - Utilizzo del prodotto	21
Capitolo 5 - Parametri di controllo	31
Capitolo 6 - Trattamento dei guasti comuni	35
Capitolo 7 - Utilizzo del Trainafilo Automatico	38
Capitolo 8 - Manutenzione della pistola di saldatura	47
Capitolo 9 - Parametri di saldatura	50
Capitolo 10 - Automazione e inserimento in impianti robotizzati	53
Capitolo 11 - Garanzia e restituzione	57
Allegato 1 - Dichiarazione di conformità	60
Allegato 2 - Regole di sicurezza e Formazione dell'operatore	61

Capitolo 1 - Informazioni sulla sicurezza

Grazie per aver scelto il sistema di saldatura laser manuale FCA 1500.

Al fine di garantire la sicurezza operativa (sicurezza del personale, sicurezza delle apparecchiature, sicurezza della produzione) e il funzionamento del prodotto nelle migliori condizioni, forniamo questo documento con importanti informazioni sulla sicurezza, il funzionamento, la manutenzione e altre informazioni. Si prega di leggere e comprendere questa guida per l'utente e di familiarizzare con le istruzioni per l'uso e la manutenzione prima di utilizzare il prodotto.

1.1 Convenzioni di sicurezza utilizzate nella Guida per l'utente

SIMBOLI	DESCRIZIONE
	AVVERTIMENTO: <i>Si riferisce a un potenziale pericolo che può causare lesioni personali o morte.</i>
	ATTENZIONE: <i>Si riferisce a un potenziale pericolo per il prodotto o a una potenziale lesione fisica per il personale.</i>
	IMPORTANTE: <i>Si riferisce a qualsiasi informazione relativa al funzionamento del prodotto.</i> <i>Si prega di non trascurare queste informazioni.</i>

1.2 Classificazione laser

Il sistema di saldatura laser manuale della serie FCA adotta un laser a fibra monomodale, in grado di emettere radiazione laser a emissione continua CW con una lunghezza d'onda nell'intervallo di 1080 ± 3 nm, che è luce invisibile. La potenza della

sorgente è regolabile dal 10% al 100% e la potenza massima è di circa 1500 W, che classifica il prodotto come strumento Laser di Classe 4 secondo la norma EN 60825-1.

L'esposizione diretta o indiretta a questo livello di intensità luminosa può causare danni molto gravi agli occhi o alla pelle. In considerazione di ciò, è necessario indossare sempre abbigliamento adeguato e occhiali protettivi di sicurezza laser appropriati e approvati EN207 mentre il laser è in funzione. Non emettere il raggio laser né direttamente né per riflessione sulla pelle.

La zona di lavoro dell'apparecchiatura deve essere fisicamente separata da altre zone di lavoro e l'accesso deve essere consentito solo da parte di personale che indossi gli occhiali protettivi e che sia adeguatamente informato e formato in merito ai rischi. Risulta opportuno dotare gli accessi a suddetta area di serrature interbloccate ed è obbligatorio dotare l'area di apposita segnaletica a norma di legge. Ove non sia tecnicamente possibile operare in una zona fisicamente separata, è opportuno utilizzare dispositivi di protezione collettiva (schermi e/o barriere a norma EN 12254 e/o EN 60825-4) per evitare che riflessioni indesiderate del raggio possano colpire persone o cose anche a distanza.

In considerazione della potenza elevata della sorgente laser, la DNRO (Distanza Nominale di Rischio Oculare) è tale da non rendere possibile la presenza in loco di personale non dotato di adeguati dispositivi individuali di protezione oculare. Eventuali interblocchi possono essere collegati direttamente all'interfaccia di controllo della macchina, in modo da interrompere automaticamente l'emissione del raggio laser. In dotazione alla macchina viene fornito un pedale di sicurezza che può essere collegato in assenza di altri interblocchi oppure **in serie** a quelli già presenti. Non collegare il pedale in parallelo ad altri interblocchi, poiché gli interblocchi sono contatti normalmente chiusi, e questo causerebbe un malfunzionamento molto pericoloso. Per ulteriori informazioni consultare la sezione 4.4 di questo manuale relativa all'interfaccia di controllo e l'Allegato 2 – “Regole di sicurezza e Formazione dell'operatore”.

Prima di installare la macchina e per la valutazione dell'ambiente in cui la macchina dovrà operare, consultate sempre il vostro Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione e il vostro Tecnico della Sicurezza Laser. Nell'Allegato 2 – “Regole di sicurezza e Formazione dell'operatore” potrete trovare indicazioni utili su come allestire e gestire il vostro ambiente di lavoro e su come formare i vostri operatori.



AVVERTENZE:

- *La zona di lavoro deve essere delimitata (fisicamente o tramite accesso controllato) e deve essere consentito l'accesso solo a personale adeguatamente informato e dotato di adeguata protezione.*
- *In assenza di interblocchi predisposti è obbligatorio utilizzare almeno il pedale di sicurezza fornito con la macchina.*
- *Gli occhiali protettivi di sicurezza laser sono selezionati in base alle lunghezze d'onda del laser di uscita. Gli utenti devono assicurarsi che gli occhiali protettivi di sicurezza laser coprano la corretta gamma di lunghezze d'onda dell'emissione laser (1080 ± 3 nm) e che offrano un livello di protezione adeguata secondo la norma EN207.*
- *Le radiazioni emesse dal processo di saldatura possono essere pericolose: utilizzare protezioni adeguate e abbigliamento resistente alla fiamma.*
- *Fumi e gas emessi dal materiale oggetto di saldatura possono essere pericolosi: evitare di inalarli e disporre di adeguata ventilazione e impianti di estrazione.*
- *La saldatura può generare spruzzi e lapilli, che possono costituire innesco di incendio. Il raggio laser stesso può causare un incendio se diretto verso materiali infiammabili. Tenere un estintore nelle vicinanze e **NON** utilizzare in ambiente ATEX.*
- *I materiali oggetto di saldatura scottano. La saldatura può generare molto calore, indossare guanti di protezione adeguati a maneggiare i pezzi in lavorazione e a proteggere l'operatore dal calore diffuso.*
- *Una bombola danneggiata può esplodere. Accertatevi di utilizzare il gas corretto (consigliato Argon puro) alla pressione corretta, bombole e accessori in perfette condizioni e correttamente funzionanti.*

1.3 Etichette sul Prodotto

Le etichette di sicurezza sono situate principalmente sopra l'alloggiamento del laser, sul pannello anteriore, sul pannello posteriore e sulla pistola di saldatura, come mostrato nelle seguenti figure:



Pistola per saldatura



Vista dall'alto di FCA 1500



Viste laterali di FCA 1500

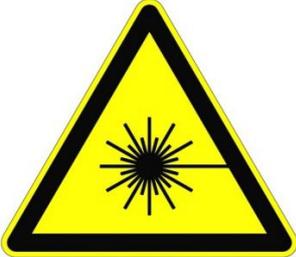
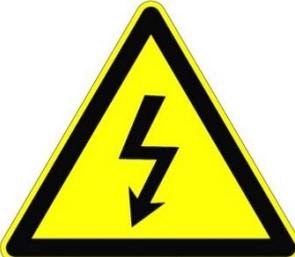
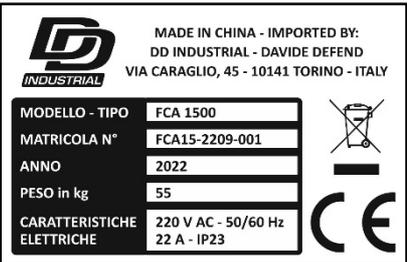
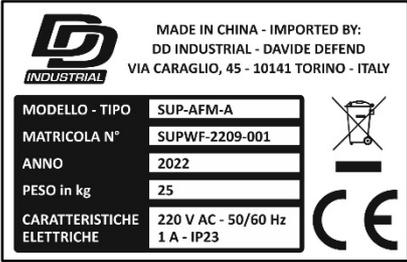
Figura 1.1 Posizioni dei simboli sulla pistola e sul laser

Questi segnali di sicurezza includono principalmente: avviso di categoria di prodotto laser, avviso di pericolo per radiazioni laser, avviso di pericolo per corrente

elettrica, targhetta del prodotto, ecc.

I dettagli di identificazione sono mostrati nella tabella seguente

Tabella 1.1 il dettaglio dei simboli

	
<p>1: Etichetta del prodotto Laser di classe 2M per la guida laser a punto rosso</p>	<p>2: Etichetta del prodotto Laser di classe 4 per il fascio laser principale</p>
	
<p>3: Etichetta di pericolo di radiazioni e raggi Laser</p>	<p>4: Pericolo elettrico</p>
	
<p>5: Targhetta di identificazione del saldatore e conformità CE</p>	<p>6: Targhetta di identificazione del trainafilo e conformità CE</p>

1.4 Istruzioni di sicurezza per il funzionamento ottico



AVVERTIMENTO:

***Nonostante gli occhiali protettivi siano indossati,
è assolutamente vietato fissare l'uscita ottica
mentre l'interruttore elettrico del laser è acceso.***

Si consiglia vivamente di leggere le seguenti procedure prima di utilizzare il sistema di saldatura laser:

- Non guardare mai direttamente nell'uscita ottica quando l'interruttore principale è acceso.
- Assicurarsi che tutti i presenti indossino gli occhiali protettivi di sicurezza laser appropriati e approvati EN207 per tutto il tempo in cui il laser è in funzione.
- Assicurarsi che non vi siano persone sul percorso del raggio laser (luce diretta o riflessa, luce diffusa dall'alto materiale riflettente, ecc.), la direzione dell'uscita laser deve essere protetta da ripari affidabili secondo le norme EN12254, EN60825-4 e EN207.
- Se sei pronto per emettere il fascio laser, assicurati di verificare se la posizione della luce di puntamento rossa è corretta. Il fascio laser non va assolutamente attivato nelle seguenti condizioni:
 1. Nessuna luce rossa.
 2. Quando l'ampiezza di oscillazione (swing) è impostata a zero e la luce rossa non è al centro.
 3. Dopo aver impostato l'oscillazione (swing), la luce rossa è fissa.
- Prima dell'uso, assicurarsi che la lente protettiva interna della pistola di saldatura sia pulita e priva di polvere, altrimenti il laser potrebbe essere danneggiato. La durata della lente protettiva può variare in funzione delle condizioni d'uso. Si consiglia la verifica a ogni utilizzo e la sostituzione ogni 8-10 ore di emissione effettiva del raggio laser. I danni causati da operazioni fuori standard non saranno garantiti.
- Se la pistola di saldatura si riscalda durante l'uso, interrompere immediatamente l'uso e verificare il problema.

	<p>ATTENZIONE:</p> <p><i>La polvere sulla lente protettiva della pistola di saldatura farà bruciare la lente quando il raggio laser la colpisce e l'uso continuato dopo la combustione causerà anche un possibile danno interno al laser.</i></p>
---	--

1.5 Istruzioni di sicurezza per il funzionamento elettrico

	<p>AVVERTIMENTO:</p> <p><i>La tensione di ingresso del laser è 220 V CA, che può causare il rischio di scosse elettriche. Tutti i relativi cavi e fili di collegamento presentano potenziali rischi e devono essere controllati periodicamente.</i></p>
--	--

Si consiglia vivamente di leggere le seguenti procedure prima di utilizzare il sistema di saldatura laser:

1. Assicurarsi che la fonte di alimentazione collegata all'apparecchiatura sia adeguatamente collegata a terra. L'involucro di questa apparecchiatura deve essere adeguatamente collegato a terra. Qualsiasi interruzione del circuito di terra può causare lesioni personali.
2. Assicurarsi che la tensione e la capacità di corrente in ingresso soddisfino i requisiti della macchina.
3. Se l'interruttore del gas si spegne frequentemente, verificate di avere sufficiente pressione residua nella bombola e sufficiente flusso di gas e riavviate completamente la macchina. Se il problema persiste, contattare l'assistenza il prima possibile per garantire l'uso in sicurezza della macchina.



ATTENZIONE:

- ***Qualsiasi metodo di cablaggio di alimentazione non corretto può causare danni a persone o strumenti.***
- ***Non ci sono dispositivi all'interno del prodotto che debbano essere manovrati dall'operatore. Non tentare di aprire il coperchio del prodotto, altrimenti potrebbero verificarsi scosse elettriche e la garanzia del laser non sarà più valida di conseguenza.***

1.6 Altre istruzioni di sicurezza

1. Non utilizzare la macchina in ambienti bui o scarsamente illuminati, e verificare che gli occhiali protettivi utilizzati consentano comunque un valore di luce visibile adeguato.
2. Interrompere l'alimentazione quando la macchina non è in uso.
3. È severamente vietato eludere la protezione. Il morsetto di sicurezza e l'ugello della pistola di saldatura devono essere entrambi a contatto del pezzo da saldare per permettere l'emissione del laser, altrimenti potrebbero esserci potenziali rischi per la sicurezza.
4. Non puntare mai il laser verso il corpo o verso superfici infiammabili o riflettenti.
5. L'uso di questa macchina è riservato ai professionisti informati, formati e addestrati. Tenere fuori dalla portata dei bambini.
6. Si prega di utilizzare il laser in stretta conformità con il manuale del prodotto, altrimenti eventuali danni al laser non saranno considerati in garanzia.
7. Per evitare scosse elettriche, non danneggiare l'etichetta e rimuovere il coperchio, altrimenti eventuali danni al laser non saranno considerati in garanzia.
8. Assicurarsi di controllare se la posizione della luce di puntamento rossa è corretta prima dell'uso.

	<p>ATTENZIONE:</p> <p><i>L'uso di questa attrezzatura è riservato a personale qualificato, adeguatamente informato, formato e addestrato.</i></p> <p><i>L'attrezzatura è da intendersi utilizzabile soltanto in ambito professionale.</i></p>
	<p>ATTENZIONE:</p> <p><i>Durante l'uso di questa attrezzatura non devono essere presenti persone estranee alla lavorazione, e tutti i presenti devono indossare occhiali di protezione laser a norma EN207 con protezione adeguata per emissione laser diretta nella lunghezza d'onda di 1080 nm.</i></p>

Capitolo 2 - Descrizione del prodotto

2.1 Introduzione

Rispetto ai tradizionali laser a gas e a stato solido, il laser a fibra utilizzato in questo sistema ha un'elevata efficienza di conversione elettro-ottica e una qualità del raggio superiore.

Caratteristiche principali:

- Elevata efficienza elettrica
- Elevata potenza con un'eccellente qualità del raggio
- Elevata affidabilità, lunga durata, esente da manutenzione della sorgente
- Struttura interamente in acciaio, involucro compatto e robusto
- Sistema interno antiriflesso multiplo

2.2 Descrizione del modello

In questa serie di laser, la descrizione del nome del modello è illustrata nella seguente figura.

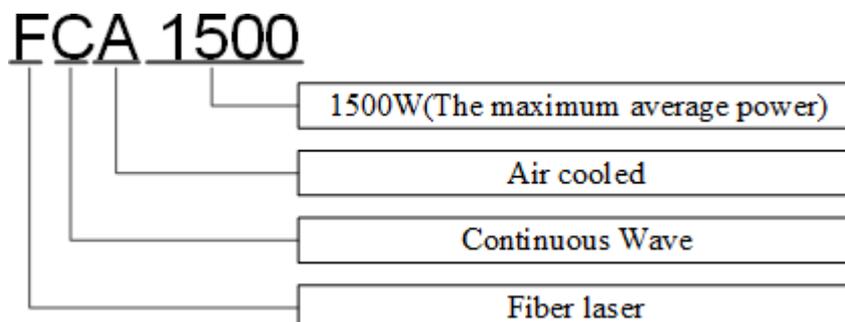


Figura 2.1 il significato del nome del modello

2.3 Disimballaggio e ispezione

Questa apparecchiatura è stata accuratamente testata e ispezionata e soddisfa le specifiche pubblicate prima della spedizione. Si consiglia al destinatario di controllare l'imballaggio, in quanto potrebbero verificarsi danni durante il trasporto. Si prega di fare come segue:

1. Verificare che l'imballaggio sia posizionato correttamente (Piatto, verticale) e che non vi siano urti, danni o segni di immersione in acqua sulla confezione.
2. Si prega di controllare gli articoli effettivi e fare riferimento alla lista di imballaggio.

In caso di danni evidenti sul laser o su parte dei suoi accessori durante il trasporto, contattare immediatamente il rivenditore e il vettore.



ATTENZIONE:

- *Il cavo in fibra e pistola da saldatura sono dispositivi ottici molto precisi, sono possibili danni irreparabili al laser se il cavo è attorcigliato o piegato eccessivamente.*
- *Evitare forti vibrazioni e urti sulla pistola da saldatura.*

Raccomandiamo, se possibile, di far installare il prodotto dal personale qualificato inviato dal vostro rivenditore, che potrà verificare la corretta messa in funzione e provvederà a stilare un rapporto di collaudo.

2.4 Condizioni di funzionamento

Le condizioni di funzionamento di base sono elencate nella tabella seguente:

Modello	FCA 1500
Tensione di alimentazione (V)	220±10% V CA 50/60Hz
Posizionamento	In piano, verticale, senza vibrazioni e urti
Temperatura ambiente	5 ~ 40° C
Umidità relativa	30% UR ~ 70% UR
Ambiente elettromagnetico	Evitare interferenze elettromagnetiche troppo forti, che possono portare a falsi allarmi del laser
Qualità del raffreddamento	Il laser adotta la dissipazione del calore tramite aria forzata. Utilizzare l'apparecchiatura in un luogo con una buona circolazione dell'aria e assicurarsi che la distanza tra i lati sinistro e destro e la parte superiore dell'apparecchiatura e il muro sia > 10 cm e che nessun oggetto possa essere posizionato sulla parte superiore bloccando il flusso.
Pressione del gas in ingresso	La pressione in ingresso del tubo del gas non deve essere superiore a 0,7 MPa (7 bar)

Tabella 2.1 le condizioni di funzionamento per il laser FCA 1500

Nota:

1. La pistola di saldatura è collegata all'armatura. Trattare correttamente la pistola di saldatura per evitare polvere o altro inquinamento. Si prega di utilizzare carta speciale per lenti se si desidera pulire la lente di protezione interna alla pistola.
2. Non effettuare operazioni di manutenzione e/o pulizia mentre l'apparecchiatura è

accesa.

3. Indossare sempre occhiali protettivi certificati EN207.

	<p>ATTENZIONE:</p> <p><i>Non far funzionare mai questo prodotto in condizioni di elevata umidità (> 85%), sebbene il prodotto abbia un'ottima adattabilità all'ambiente ad alta umidità.</i></p>
	<p>IMPORTANTE:</p> <p><i>La durata del laser sarà ridotta e la potenza in uscita diminuirà se il sistema di raffreddamento lavora a una temperatura più elevata per troppo tempo. Assicurarsi che il sistema di raffreddamento sia sufficiente e che la temperatura dell'ambiente sia adatta.</i></p>

2.5 Istruzioni per l'uso

1. Alla prima alimentazione del dispositivo, assicurarsi che l'alimentazione e il collegamento di tutti i fili siano corretti (Vedere tabella 2.2 e sottosezione 4.3).
2. Togliere l'ugello e mantenere inserito il cappuccio esterno nero sull'estremità della pistola mentre il dispositivo non è in uso, la protezione dalla polvere non dovrebbe essere assente in nessun momento.
3. Non vi è alcuna garanzia in caso di mancata osservanza di questa istruzione.

Parametri caratteristici

Nella successiva tabella sono illustrati i parametri caratteristici del laser a fibra modello FCA 1500, la cui potenza massima è stata testata prima della consegna e risulta almeno pari a 1500 W.

Tabella 2.2 Parametri del laser della serie FCA

MODELLO		FCA 1500
Specifiche Ottiche	Potenza in uscita (W)	≥ 1500
	Modalità operativa	CW
	Polarizzazione	random
	Scala di potenza (%)	10 ~ 100
	Lunghezza d'onda centrale (nm)	1080 ± 3
	Instabilità di alimentazione (%)	< 3
	Massima Frequenza di modulazione (kHz)	20
	Potenza del laser rosso (mW)	> 0,5
	Ottica di erogazione del raggio	QBH
	Diametro fibra in uscita (µm)	30
	Lunghezza Cavo Fibra (m)	Standard 5 m
Specifiche Elettriche	Tensione di esercizio (VAC)	AC 220V 50/60Hz
	Consumo energetico (W)	< 5000
	Modalità di controllo	est. AD/Loc. AD
Altre Specifiche	Dimensioni w × h × d (mm)*	279,5×712×666
	Peso (kg)*	< 55
	Temperatura ambiente (°C)	5~40
	Umidità ambiente (%)	< 70
	Metodo di raffreddamento	Aria forzata
	Temperatura di stoccaggio (°C)	- 10 ~ 60
	Pressione del gas in ingresso (MPa)	≤ 0,7 MPa

* Le dimensioni e il peso di ciascuna versione possono variare. Se hai bisogno di valori accurati, contatta il nostro rivenditore.

Capitolo 3 - Installazione del laser

3.1 Dimensioni della macchina

Le dimensioni del dispositivo laser FCA 1500 sono riportate di seguito:

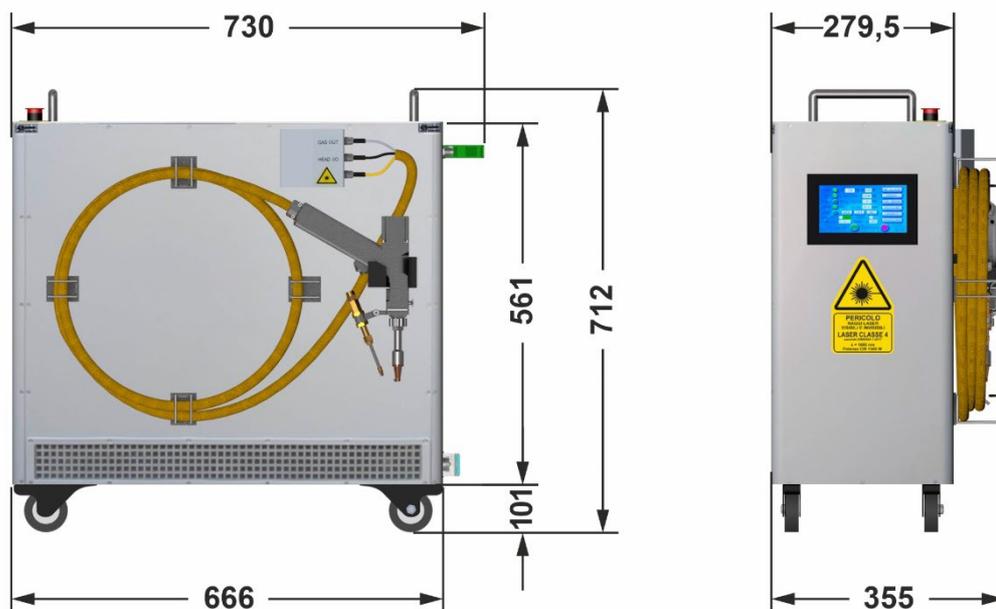


Figura 3.1 Dimensioni complessive (mm)

3.2 La fibra ottica di trasporto del raggio laser.

Il raggio laser viene trasportato dalla sorgente alla pistola tramite una fibra ottica di spessore pari a 30 micrometri e lunghezza pari a cinque metri. La fibra ottica è corazzata e rivestita per resistere a eventuale calpestio accidentale da parte dell'operatore, ma va comunque trattata in modo da evitare danneggiamenti.

Nelle normali operazioni di saldatura e durante le operazioni di riavvolgimento della fibra sui supporti dedicati della macchina, occorre evitare di piegare eccessivamente la fibra. Una curvatura troppo accentuata della fibra potrebbe causare la rottura della fibra stessa, che, oltre a creare un potenziale pericolo di fuoriuscita del raggio laser, costituisce un danno grave della macchina, in quanto implica la sostituzione dell'intera sorgente. Danni derivanti da un'errata modalità d'uso della fibra non saranno considerati in garanzia.

3.3 Dimensioni della pistola di saldatura

La figura seguente mostra le dimensioni esterne della torcia di saldatura.

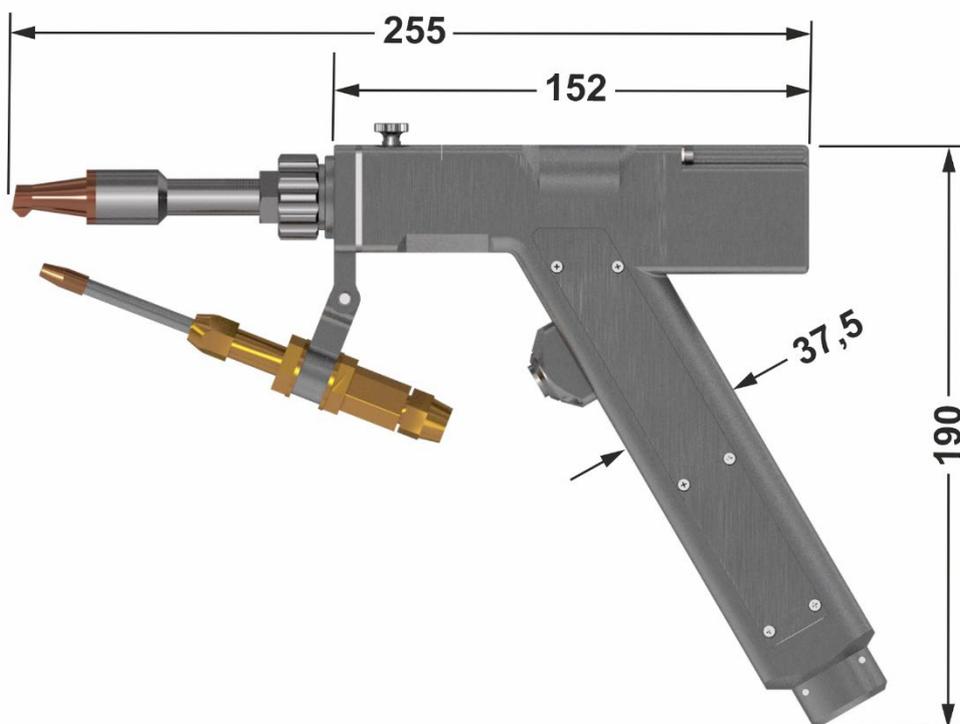


Figura 3.3 Dimensioni in mm della pistola di saldatura

3.4 Connessione e Requisiti

3.4.1 Collegamento circuito elettrico e circuito gas

Fare riferimento ai requisiti di alimentazione pertinenti nella tabella 2.2. Prima di collegare l'alimentazione elettrica assicurarsi che la tensione di ingresso sia conforme agli standard indicati nelle specifiche tecniche.

L'apparecchiatura deve necessariamente essere collegata con un circuito di gas ausiliario (Argon o Azoto di grado 5) con sufficiente portata prima del funzionamento, in modo da dissipare il carico termico generato durante il funzionamento e proteggere da danni alla saldatura causati da schizzi durante il processo di lavorazione.

Nota: la pressione del gas in ingresso non deve essere superiore a 0,7 Mpa (7 bar).



IMPORTANTE:

Se il gas ausiliario ha portata o pressione insufficiente, la sorgente andrà in protezione per evitare danni al galvanometro.

Questo potrebbe avvenire anche senza che venga visualizzato l'allarme di assenza gas, in questo caso spegnere la macchina dall'interruttore principale, ristabilire la portata/pressione corretta del gas e riavviare la macchina dall'interruttore principale.

3.4.2 Requisiti del sistema di raffreddamento

Il laser adotta la dissipazione del calore tramite un sistema di raffreddamento ad aria forzata. Quando si posiziona la macchina, operare in uno spazio non chiuso e ristretto con buone condizioni di circolazione dell'aria. Non posizionare oggetti che potrebbero bloccare lo scarico sulla parte superiore della macchina. La direzione del flusso d'aria è mostrata nella figura seguente:



Fig. 3.4.2 Diagramma schematico dell'ingresso e dell'uscita dell'aria di raffreddamento

I requisiti per lo spazio di posizionamento del laser sono mostrati nella figura seguente:



Figura 3.4.3 Requisiti di spazio per il posizionamento del laser

	<p>IMPORTANTE:</p> <p><i>Gli schermi filtranti delle due prese d'aria devono essere puliti regolarmente.</i></p> <p><i>Non appoggiare oggetti sopra la macchina.</i></p> <p><i>I danni all'apparecchiatura causati da uso/manutenzione impropri non saranno considerati in garanzia.</i></p>
---	---

3.5 Precauzioni per l'installazione

1. Il laser deve essere posizionato stabilmente in piano, senza possibilità di inclinazione o oscillazione e in assenza di vibrazioni e urti.
2. Quando si collega la linea di alimentazione e la linea di controllo, assicurarsi che l'alimentazione sia scollegata e non sotto tensione.

3. Quando il laser è collegato al circuito del gas, è necessario rispettare i segnali di ingresso e uscita del gas e collegarli secondo le indicazioni. Vedere la Fig. 4.2 per l'ingresso del gas.
4. Evitare che il cavo di collegamento venga calpestato, si pieghi eccessivamente, si rompa con oggetti pesanti durante l'installazione. Non ci sarebbe alcuna garanzia se il cavo è danneggiato a causa di una forza esterna.
5. Dopo l'installazione o il collegamento del sistema ottico e/o dei cavi elettrici, ricordarsi di fare un nuovo controllo: assicurarsi che il collegamento dell'impianto elettrico sia corretto (per i dettagli vedere la sezione 4.3-4.5), che la capacità dell'impianto elettrico l'alimentazione sia quella corretta (220 V CA - 50/60 Hz), e che sia disponibile la connessione a terra.
6. Maneggiare delicatamente la pistola di saldatura durante l'uso, l'installazione o la rimozione, evitando di farla cadere o di farle subire urti.
7. Mantenere il cavo di alimentazione ben disteso durante il funzionamento a laser acceso, per evitare surriscaldamenti.



ATTENZIONE:

1. *Assicurarsi che l'uscita ottica del laser sia priva di polvere prima di utilizzare la macchina.*
2. *Si prega di tenere al riparo dalla sporcizia il cappuccio protettivo nero di uscita della pistola, in caso contrario, potrà entrare polvere nel sistema ottico quando viene applicato il cappuccio di protezione.*
3. *Non eseguire mai manutenzioni con l'interruttore generale di alimentazione 220V acceso.*
4. *Assicurarsi che la fibra ottica del laser e gli altri cavi della pistola di saldatura siano mantenuti i più naturali possibile e non siano piegati o distorti.*
5. *Un diametro di curvatura troppo stretto per il cavo di alimentazione può surriscaldare il cavo e danneggiare il dispositivo.*

Capitolo 4 - Utilizzo del prodotto

4.1 Pannello frontale

La disposizione del pannello frontale è mostrata nella Figura 4.1.



Figura 4.1 Il pannello frontale del laser a fibra FCA 1500

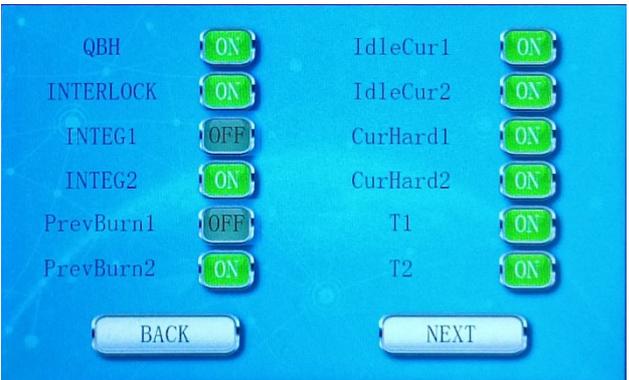
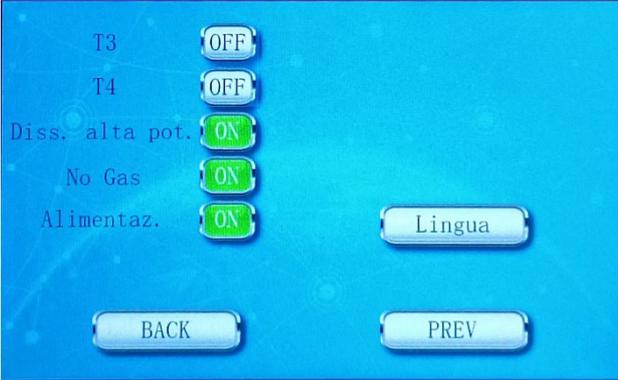
Le funzioni disponibili sul pannello frontale sono come da tabella 4.1.

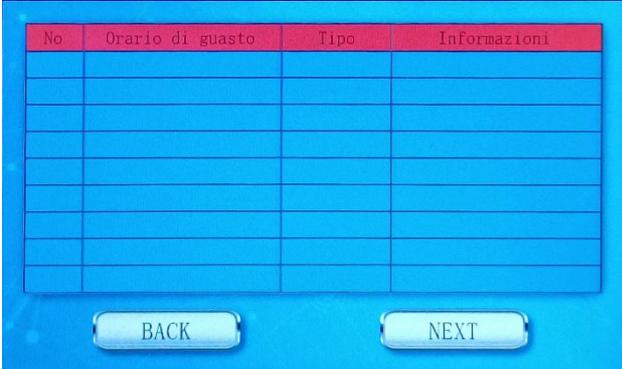
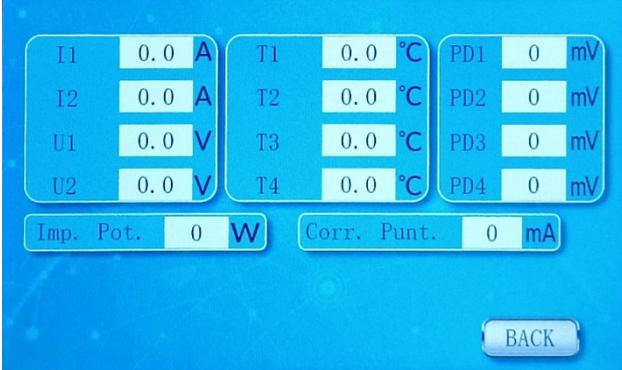
Tabella 4.1(a) Funzioni disponibili sul pannello frontale

N	OGGETTI	DESCRIZIONE DELLA FUNZIONE
1	Touchscreen	Impostare e salvare i parametri. Interrogare e impostare la schermatura dei guasti. Interrogare l'errore e visualizzare l'errore dettagliato. Cancellare l'errore fatale. Impostare parametri ausiliari. Rilevare il segnale e l'impostazione di decrittazione. Vedere 4.1 (b) per i dettagli.

2	Arresto di Emergenza	<p>Sospende temporaneamente l'alimentazione al laser.</p> <p>Se premuto, l'alimentazione della sorgente sarà disabilitata.</p> <p>Una volta premuto, l'E-Stop può essere ripristinato ruotando la manopola rossa in senso orario.</p> <p>Importante: Questo pulsante deve essere utilizzato solo in caso di emergenza e non è necessario premerlo per il normale spegnimento.</p>
---	----------------------	--

Tabella 4.1(b) Dettagli del touch screen

	
<p>1: Touch screen - Interfaccia di inizializzazione del sistema</p>	<p>2: Touch screen - Interfaccia principale</p>
	
<p>3: Touch screen - Richiesta di attivazione allarmi dei guasti e interfaccia di impostazione</p>	<p>4: Touch screen - Interfaccia di cambio lingua</p>

	
<p>5: Touch screen - Interfaccia di ricerca guasti</p>	<p>6: Touch screen - Interfaccia dettagliata per la ricerca dei guasti</p>
	
<p>7: Touch screen - Interfaccia dettagliata per la visualizzazione dei guasti</p>	<p>8: Touch screen - Impostazione parametri ausiliari interfaccia</p>
	
<p>9: Touch screen - Interfaccia di rilevamento del segnale</p>	<p>10: Touch screen - Impostazioni di decrittazione interfaccia</p>

4.2 Pannello posteriore

La disposizione del pannello posteriore è mostrata nella Figura 4.2.



Figura 4.2 Il pannello posteriore del laser a fibra FCA 1500

Le funzioni specifiche disponibili sul pannello posteriore sono riportate nella tabella 4.2.

Tabella 4.2 Funzioni disponibili sul pannello posteriore

NO	OGGETTI	DESCRIZIONE DELLA FUNZIONE
1.	INGRESSO GAS	Collegare il tubo con il diametro esterno di 6 mm e il diametro interno di 4 mm dal serbatoio di alimentazione del gas alla porta di ingresso del pannello posteriore.
2.	INTERFACCIA DI CONTROLLO	Connessione dell'interfaccia a 12 pin. Vedere la sezione 4.41 per i dettagli.
3.	MORSETTO DI SICUREZZA (CLAMP)	Il cavo del morsetto del pezzo si collega a questo contatto. Questo chiude il circuito di interblocco di sicurezza tra la punta dell'ugello del saldatore e il MORSETTO collegato al pezzo. Assicurarsi che la testa di saldatura sia a contatto col pezzo prima che l'emissione possa essere attivata in sicurezza. NON COLLEGARE MAI IL MORSETTO DIRETTAMENTE ALL'UGELLO.
4.	220V AC OUTPUT	Presa di uscita CA: 220V CA, 50/60Hz, I max 5A
5.	INTERRUTTORE PRINCIPALE	Interruttore principale di alimentazione CA.
6.	220V AC INPUT	Presa di ingresso CA: 220 V CA, 50/60 Hz.

4.3 Collegamento alimentazione elettrica

Il cavo di alimentazione con spina aeronautica a 3 pin va inserito nel pannello posteriore con la presa "220V AC INPUT" e l'altra estremità con spina IEC 2P+T, 32 A / 220 ÷ 240 V collegata all'alimentazione AC. La definizione specifica sarà mostrata nella Tabella 4.3. La presa aeronautica a 3 pin contrassegnata con "220V AC OUTPUT" sul pannello posteriore è l'uscita di 220 V CA da 5A predisposta per collegare il Trainafilo Automatico opzionale fornito con il sistema di saldatura laser.



a) CAVO DI INGRESSO 220V AC



b) PRESA DI INGRESSO 220V AC

Figura 4.3 Cavo di alimentazione CA

La definizione del cablaggio è mostrata nella tabella 4.3

Tabella 4.3 Definizione del cavo di alimentazione CA

POLO	INGRESSO 220V AC	USCITA 220V AC	OSSERVAZIONI
1.	Cavo 1L - Fase	Cavo 1L - Fase	
2.	Cavo 2N - Neutro	Cavo 2N - Neutro	
3.	Cavo di terra 3PE	Cavo di terra 3PE	

Il cavo di alimentazione viene fornito completo di spina di connessione spina IEC 2P+T, 32 A / 220 ÷ 240 V AC e va collegata ad una presa industriale di adeguate caratteristiche (monofase da 32 A). Non sostituire mai la spina di alimentazione con una spina di amperaggio inferiore, ad esempio con una da 16 A.

4.4 Descrizione dell'interfaccia

4.4.1 INTERFACCIA DI CONTROLLO

L'interfaccia di controllo adotta morsettiere a 12 pin senza saldatura con flange con passo di 5,08 mm, che è affidabile da collegare. I pin dei terminali sono 1~12 da sinistra a destra, come mostrato nella Figura 4.4.

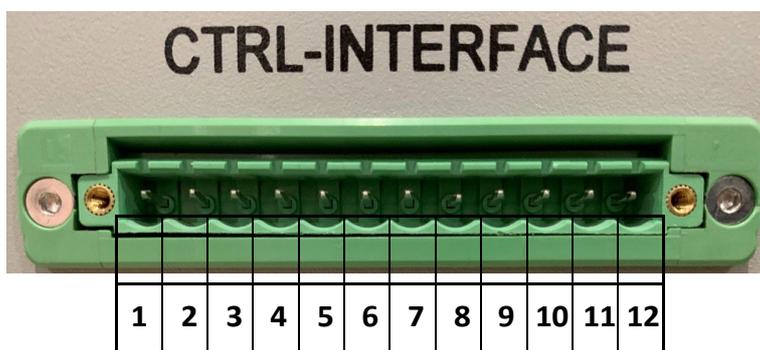


Figura 4.4 INTERFACCIA DI CONTROLLO

Tabella 4.4 Definizione a 12 pin dell'INTERFACCIA DI CONTROLLO

PIN	DESCRIZIONE	NOTA
1.	RS485A	RISERVATO
2.	RS485B	
3.	INTERBLOCCO+	Interblocco di sicurezza esterno. Il laser non può essere avviato senza che gli interblocchi di sicurezza richiesti siano installati e soddisfatti.
4.	INTERBLOCCO-	
5.	ALLARME_USCITA+	Uscita segnale di allarme normalmente aperta, utilizzata per spie esterne, pannelli luminosi, ecc. Chiuso se l'uscita è attiva. $I_{max} \leq 0,5$ a 24 V CC.
6.	ALLARME_USCITA-	
7.	EMISSIONE_OUT+	Uscita segnale di emissione normalmente aperta, utilizzata per il trainafilo. Chiusa se l'uscita è attiva. $I_{max} \leq 0,5$ A a 24 V CC.
8.	EMISSIONE_USCITA-	
9.	RISERVATO	RISERVATO
10.	RISERVATO	RISERVATO
11.	RISERVATO	RISERVATO
12.	RISERVATO	RISERVATO

4.5 Controllo della macchina

L'alimentazione del laser a fibra è controllata dall'interruttore principale sul pannello posteriore e dall'arresto di emergenza sul pannello superiore. L'arresto di emergenza è l'interruttore utilizzato nella situazione di emergenza e non deve essere premuto durante il normale arresto. Dopo aver collegato l'INGRESSO CA 220 V, è necessario accendere l'interruttore principale, il circuito di controllo è acceso per avviare l'autoverifica e la spina aeronautica USCITA CA 220 V ha un'uscita 220 V CA. Al termine dell'autoverifica, il circuito di alimentazione inizia a funzionare in assenza di allarme.

Tramite il touch screen, il laser viene abilitato e possono essere impostate la modalità di lavoro, la potenza di picco, la frequenza, inoltre la frequenza di oscillazione e l'ampiezza di oscillazione possono essere immessi tramite tocco sull'interfaccia principale dello schermo e anche i parametri possono essere salvati e selezionati. È possibile impostare tutti i parametri ausiliari (ad es. Pre-flusso, Post-flusso, potenza di avvio, tempo di salita, potenza di arresto, tempo di caduta, ritardo laser, filo avanti, durata della saldatura a punti e intervallo di saldatura a punti, ecc.).

Dopo che il laser è stato acceso e inizializzato e non c'è nessun allarme, è possibile attivarlo sul laser attraverso il "Laser on" sull'interfaccia principale dello schermo. Quindi, impostare i parametri di lavoro del laser attraverso l'interfaccia principale dello schermo e l'interfaccia dei parametri ausiliari.

Quindi, tramite l'interfaccia principale del display "Modalità di lavoro" selezionare la modalità di lavoro del laser: saldatura in serie o a punti. L'emissione del laser e la spia rossa sono comandate dal pulsante della testa di saldatura. Dopo aver premuto il pulsante, il laser emette e la spia rossa si spegne. Quando il pulsante viene rilasciato, il laser si spegne e si accende la spia rossa.

**AVVERTIMENTO:**

Per poter attivare l'uscita del laser, la testa di saldatura e la pinza devono essere cortocircuitate tramite contatto tra la testa e il pezzo.

Devono inoltre necessariamente essere usati ulteriori dispositivi di interblocco, quali barriere o cancelli predisposti dal cliente (in questo caso la responsabilità del corretto funzionamento dei dispositivi di interblocco ricadrà esclusivamente sul cliente). In assenza di dispositivi di interblocco predisposti, è obbligatorio collegare il pedale fornito in dotazione, che può essere utilizzato anche come arresto d'emergenza. Tale pedale può essere utilizzato anche contemporaneamente ad altri dispositivi di interblocco, provvedendo a collegarlo in serie agli stessi. Il collegamento degli interblocchi va eseguito sui PIN 3-4 dell'interfaccia di controllo.

***NON UTILIZZARE MAI** il saldatore laser bypassando l'interblocco di sicurezza. Il produttore e il rivenditore non potranno mai essere ritenuti responsabili di danni derivanti dall'uso non conforme del prodotto.*

Per ulteriori informazioni, consultare l'Allegato 2 "Regole di sicurezza e Formazione dell'operatore".

4.6 Interfaccia di controllo touchscreen

4.6.1 Impostazioni e connessioni

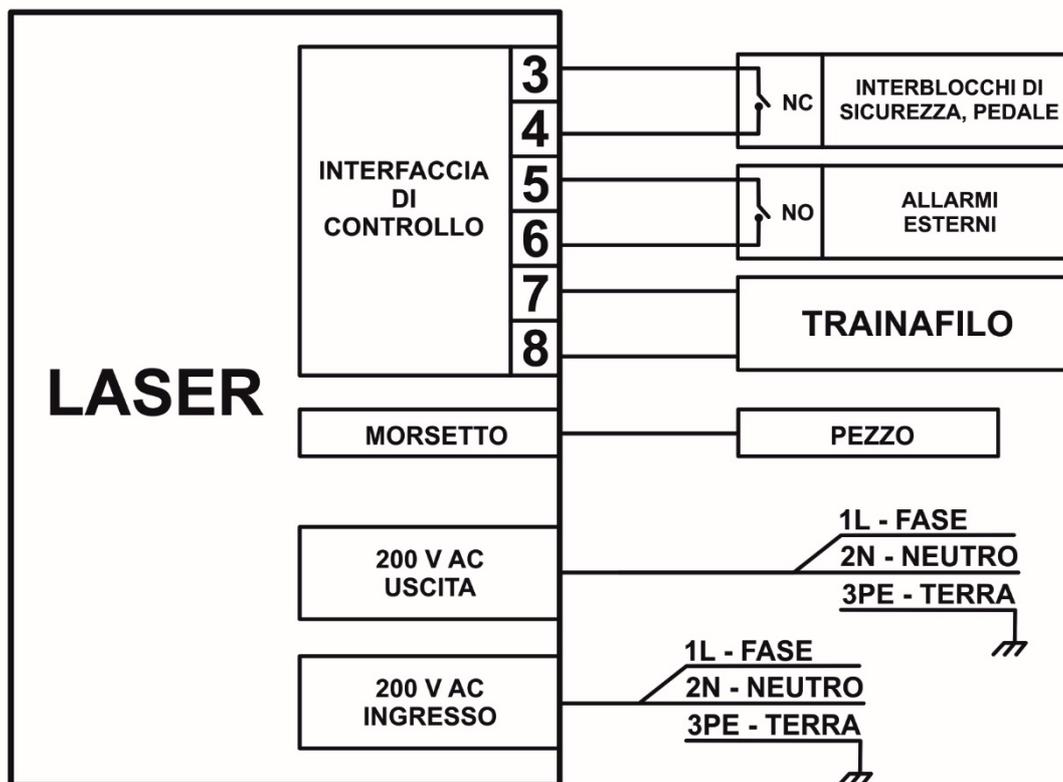


Figura 4.6 Il collegamento in modalità touchscreen

4.6.2 Sequenza delle operazioni

1. Se è necessario collegare un trainafile, collegare il trainafile automatico opzionale tramite il cavo in dotazione alla porta corrispondente sul pannello posteriore del saldatore prima dell'accensione.
2. Accendere l'alimentazione del dispositivo, accendere l'interruttore principale sul pannello posteriore del dispositivo, e attendere l'inizializzazione del dispositivo per 10 secondi.
3. Attivare la funzione di uscita laser tramite "Laser en" nell'interfaccia principale del touchscreen.

4. Inserire i parametri di processo richiesti attraverso l'interfaccia principale del touchscreen e l'interfaccia di impostazione dei parametri ausiliari. Dopo che l'interfaccia è tornata al prompt "Installazione riuscita", fare clic su "Conferma".
5. Impostare la "Modalità di lavoro" del laser su saldatura in serie o a punti tramite l'interfaccia principale del touchscreen.
6. Bloccare il morsetto del pezzo sul pezzo o sul piano di lavoro (se c'è conduzione elettrica tra pezzo e piano di lavoro).
7. Mettere a contatto l'ugello sulla pistola di saldatura e il pezzo da saldare e verificare il consenso a procedere con la lavorazione tramite la spia rossa sul pannello principale.
8. Premere il pulsante della pistola di saldatura e accendere il laser in base ai parametri impostati.
9. Al termine della lavorazione, rilasciare il pulsante della pistola di saldatura e spegnere il laser secondo i parametri impostati.
10. Se il parametro corrente è adatto per il pezzo corrente, il parametro può essere salvato sul touchscreen e può essere selezionato direttamente la prossima volta.
11. Se è necessario regolare i parametri di processo, ripetere i passaggi (3) ~ (7).

Avviso: La memorizzazione e la selezione dei parametri può essere solo di 2 cifre e i parametri precedentemente salvati verranno sovrascritti senza preavviso quando si inserisce nuovamente un numero già assegnato in memoria.

Capitolo 5 - Parametri di controllo

Il software di monitoraggio che gestisce il sistema di saldatura è contenuto nel firmware del saldatore. Le tabelle seguenti contengono la descrizione della funzione dei diversi parametri impostabili.

Tabella 5.1 La funzione dei parametri

N	MODULO	DESCRIZIONE	FUNZIONE
1.	Istruzioni Operative	Modalità	Il laser ha due modalità di lavoro: serie e a punti.
		Laser	Questa funzione viene utilizzata per accendere e spegnere il laser. Nello stato spento, c'è solo una spia rossa e nessuna uscita laser, che viene spesso utilizzata per il debug del galvanometro. Nello stato acceso, la spia rossa e il laser vengono commutati automaticamente in base alle condizioni di ingresso
		220V	Quando la spia è accesa, l'alimentazione del dispositivo è pronta.
		GAS	Quando la spia è accesa, la pressione del gas in ingresso soddisfa i requisiti.
		PINZA	Quando la spia è accesa, significa che il morsetto del pezzo e la pistola di saldatura sono chiusi.
		ROSSO	Quando la spia è accesa, significa che viene emessa la spia rossa di puntamento.
		MODO	Quando la spia è accesa, significa che il pulsante sulla pistola di saldatura è chiuso.
		Laser	Quando la luce è accesa, significa che il laser viene emesso, prestare attenzione alla protezione.
2.	Valori Campionati	Current	Visualizza il valore di campionamento corrente.
		Voltage	Visualizza il valore di campionamento della tensione.
		PD	Visualizza il valore di campionamento laser.
		Temperature	Visualizza il valore di campionamento della temperatura.
		Set Current	Visualizza il valore di corrente impostato corrispondente alla potenza attuale.
		Red Light	Visualizza il valore corrente della spia rossa.
3.	Errore	Spia accesa	La spia si accende per indicare che si è verificato l'errore corrispondente.

N	MODULO	DESCRIZIONE	FUNZIONE
4.	Informazioni di sistema	Machine Number	Il numero seriale interno della sorgente laser
		Hardware version	La versione hardware del dispositivo.
		Firmware version	La versione del firmware del dispositivo.
		Remaining Time	Il tempo rimanente del dispositivo.
		Tempo uso	Il tempo di utilizzo del dispositivo.
5.	Parametri Laser	MEM/SEL	Salvare e selezionare i parametri di processo, si possono inserire solo due cifre.
		Potenza	Impostare la potenza di picco del laser.
		Freq. Swing	Frequenza di oscillazione del galvanometro, l'intervallo di input è 0 ~ 300 Hz.
		Amp. Swing	Ampiezza di oscillazione del galvanometro, l'intervallo di input è 0 ~ 5,0 mm.
		F	La frequenza di modulazione del laser, l'intervallo di input è 20 ~ 20000 Hz. Predefinito 100 Hz.
		D	Duty Cycle, ciclo di lavoro del laser, l'intervallo di input è 0 ~ 100%. Predefinito 100%.
6.	Parametri Saldatura a punti	Durata saldatura	Il tempo di durata del laser, l'intervallo di input è 1 ~ 60000 ms. Predefinito 200 ms.
		Intervallo	Il tempo di intervallo del laser, l'intervallo di input è 1 ~ 60000 ms. Predefinito 200 ms.
7.	Parametri Correzione Galvanometro oscillazione	Destra/Sinistra	Utilizzato per realizzare l'impostazione della direzione di movimento centrale del galvanometro.
		Valore Offset	Utilizzato per realizzare l'impostazione del valore di movimento del centro del galvanometro, l'intervallo di ingresso è 0~2,50 mm.
		Swing Ratio	Utilizzato per realizzare la correzione dell'ampiezza del galvanometro, l'intervallo di ingresso è 0~4,00.

N	MODULO	DESCRIZIONE	FUNZIONE
8.	Elimina Errori	CANC. ERRORI	Elimina i guasti irreversibili del dispositivo corrente
9.	Lingua	Lingua	Imposta la lingua del sistema.
10.	Impostazione Parametri Ausiliari	Pre Gas	Tempo di emissione gas prima di accendere il laser, l'intervallo di input è 0~3000 ms. Predefinito 200 ms.
		Post Gas	Tempo di emissione gas dopo lo spegnimento del laser, l'intervallo di input è 0 ~ 3000 ms. Predefinito 200 ms.
		Pot. Avvio	La percentuale di potenza quando il laser si accende, l'intervallo di input è 0~100 %. Predefinito 30 %.
		Tempo Sal.	Il tempo di salita dalla potenza di accensione alla potenza di picco impostata, l'intervallo di input è 0~2000 ms. Predefinito 500 ms.
		Potenza stop	La percentuale di potenza quando il laser si spegne, l'intervallo di input è 0~100 %. Predefinito 80 %.
		Rit. laser	Il tempo di compensazione dello spegnimento del laser, l'intervallo di ingresso è 0~1000 ms. Predefinito 0 ms.
		T. discesa	Il tempo di discesa dalla potenza di picco alla potenza di spegnimento impostata, l'intervallo di input è 0~2000 ms. Predefinito 500 ms.
		Ant. filo	Il tempo di compensazione per l'alimentazione del filo, l'intervallo di input è 0~1000 ms. Predefinito 0 ms.
		Rit. Vent.	Il tempo di ritardo di spegnimento delle ventole di raffreddamento. Predefinito 300 secondi.
11.	Schermatura Guasti	Read Button	Leggere la schermatura di guasto corrente del dispositivo.
		Set Button	È necessario inserire il file di schermatura dei guasti fornito dal produttore nella cartella di installazione del software (riservato all'assistenza tecnica).
		Enable Button	Abilita il file di schermatura fornito dal produttore.
		Fault Upload Button	Carica l'errore di archiviazione nel dispositivo.
		Clear Failures Button	Cancella le informazioni sull'errore nella finestra del display.

Capitolo 6 - Trattamento dei guasti comuni

6.1 Allarmi di guasto e interrogazione

In caso di allarme di guasto, il laser si spegnerà automaticamente togliendo l'alimentazione interna. Allo stesso tempo, il segnale di errore nell'INTERFACCIA DI CONTROLLO a 12 PIN (ALARM_OUT+: pin 5 e ALARM_OUT: pin 6) sul pannello posteriore si attiva e la spia di guasto si accende sul touchscreen. Se il cliente ha bisogno di conoscere il tipo di errore, può fare clic su "Errori" per visualizzarlo. Se il cliente ha bisogno di conoscere maggiori dettagli, può fare clic su "Dett. Guasto" nella seconda pagina di "Errori" sul touchscreen.

6.2 Soluzione per la risoluzione dei problemi

Le istruzioni di guasto e le possibili soluzioni sono le seguenti:

Tabella 6.1 Le istruzioni di guasto e le possibili soluzioni

N	MESSAGGIO	DESCRIZIONE	SOLUZIONE
1.	QBH	Il contatto tra la fibra e la testa di saldatura non è corretto	Controllare la fibra e la pistola di saldatura, riavviare il laser per vedere se il guasto si verifica ancora. Se il guasto persiste, si prega di contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
2.	INTERLOCK	Il pin 3 e il pin 4 dell'interfaccia di controllo non sono in cortocircuito.	Collegare il pin 3 e il pin 4 al pedale di sicurezza e agli altri dispositivi di interblocco previsti. Quindi riavviare il laser. Se il guasto persiste, si prega di contattare il nostro personale del servizio post-vendita.

N	MESSAGGIO	DESCRIZIONE	SOLUZIONE
3.	INTEG1	RISERVATO	RISERVATO
4.	INTEG2	Errore di rilevamento del percorso ottico interno del laser	Contattare il nostro personale del servizio post-vendita per vedere se si può continuare a utilizzare il laser.
5.	PrevBurn1	RISERVATO	RISERVATO
6.	PrevBurn2	Errore di rilevamento del percorso ottico interno del laser	Contattare il nostro personale del servizio post-vendita per vedere se si può continuare a utilizzare il laser.
7.	IdleCur1	Il valore corrente allo spegnimento del laser supera il limite superiore.	Riavviare il laser. Se si verifica frequentemente, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
8.	IdleCur2	Il valore corrente allo spegnimento del laser supera il limite superiore.	Riavviare il laser. Se si verifica frequentemente, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
9.	CurHard1	Il valore attuale supera la soglia hardware.	Verificare se l'alimentazione a 220 V CA del laser è stabile. Se è stabile, ridurre la potenza di uscita di picco del laser. Se il guasto persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
10.	CurHard2	Il valore attuale supera la soglia hardware.	Verificare se l'alimentazione a 220 V CA del laser è stabile. Se è stabile, ridurre la potenza di uscita di picco del laser. Se il guasto persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.

N	MESSAGGIO	DESCRIZIONE	SOLUZIONE
11.	Scad. Prova	Tempo di prova superato, se impostato.	Contattare il nostro personale del servizio post-vendita per vedere se si può continuare a utilizzare il laser.
12.	Timing Chip	Il chip di cronometraggio è difettoso.	Si prega di contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
13.	Diss. Alta pot.	Il consumo di energia della scheda driver supera il valore massimo.	Verificare se l'alimentazione a 220 V CA del laser è stabile. Se è stabile, ma l'errore persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
14.	T1	La temperatura all'ingresso dell'aria supera il limite di temperatura superiore.	Verificare che l'ambiente di lavoro del laser sia conforme ai requisiti di utilizzo, riavviare il laser. Se il guasto persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
15.	T2	La temperatura alla fibra supera il limite di temperatura superiore	Verificare che l'ambiente di lavoro del laser sia conforme ai requisiti di utilizzo, riavviare il laser. Se il guasto persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
16.	T3	RISERVATO	RISERVATO
17.	T4	RISERVATO	RISERVATO
18.	No Gas	La portata del GAS in ingresso è inferiore al valore impostato.	Assicurarsi che la portata al GAS IN sia maggiore di 5 L/min e che la pressione sia sufficiente, riavviare il laser. Valori consigliati per la portata gas: 15-20 L/min. Se il guasto persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.

N	MESSAGGIO	DESCRIZIONE	SOLUZIONE
19.	Alimentaz.	L'alimentazione è anormale.	Verificare se l'alimentazione a 220 V CA del laser è stabile. Se è stabile, ma l'errore persiste, contattare il nostro personale del servizio post-vendita.
20.	Temp Chip 1~4	Il chip di misurazione delle temperature è difettoso.	Si prega di contattare il nostro personale del servizio post-vendita.

Capitolo 7 - Utilizzo del Trainafilo Automatico

7.1 Descrizione



Figura 7.1 Trainafilo automatico con touchscreen

Il trainafilo automatico SUP-AFM-A fornito in opzione con il sistema di saldatura laser manuale ha la funzione di poter alimentare la saldatura con filo pieno da saldatura adeguato al materiale

che si sta lavorando.

Il prodotto è stato testato ed è garantita la sua compatibilità con i restanti componenti del sistema. L'uso di altri modelli di trainafilo è tecnicamente possibile e resta a discrezione dell'utente, ma eventuali danni causati da incompatibilità saranno ritenuti responsabilità del cliente.

7.2 Ambiente operativo e Parametri

Alimentazione elettrica	220 ± 10% V AC - 50/60 Hz
Posizionamento	In piano e in assenza di vibrazioni o urti
Temperatura ambiente di esercizio	10~40 °C
Umidità ambiente di esercizio	< 70 %
Peso massimo bobina	25 Kg
Diametro massimo filo	2.0 mm

Tabella 7.2 Caratteristiche del Trainafilo opzionale

7.3 Avvertenze

Per motivi di sicurezza, vi informiamo che:

- Occorre garantire una messa a terra affidabile prima di fornire alimentazione.
- La ruota del trainafilo deve essere allineata all'ordito del filo e al tubo di alimentazione del filo.
- Il tubo di alimentazione del filo non va piegato o attorcigliato.

7.4 Installazione del trainafilo opzionale

Il trainafilo è dotato di un cavo di alimentazione, collegato da un lato alla presa aeronautica a tre poli sul retro del trainafilo stesso, e da collegare alla corrispondente presa aeronautica sul saldatore FCA, contrassegnata come 220V AC OUTPUT.

La macchina è inoltre fornita di un secondo cavo dotato di presa aeronautica a due poli, collegato sempre sul retro del trainafilo, da collegare ai PIN 7-8 dell'INTERFACCIA di CONTROLLO del saldatore come indicato alla sezione 4.4.1.

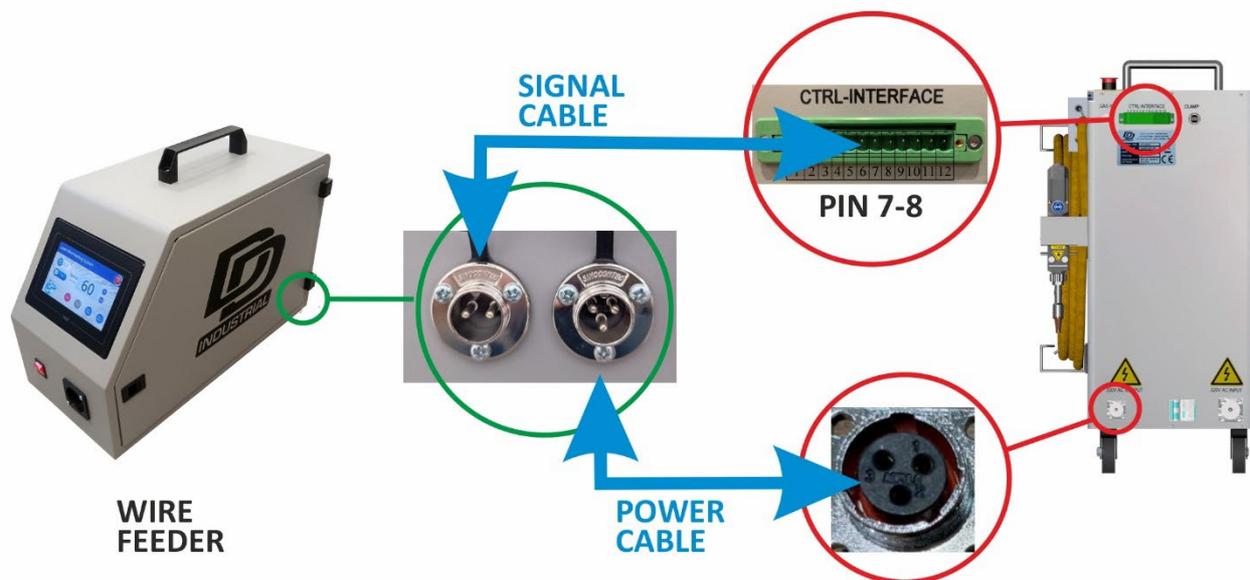


Figura 7.4 Connessione tra saldatore e trainafilo

7.5 Installazione della bobina di filo

Il trainafilo è dotato di un alloggiamento in grado di accettare comuni bobine di filo da saldatura con diametro 300 mm e peso massimo di 20 kg.

Per utilizzare bobine diametro 200 mm si consiglia di utilizzare un adattatore (opzionale) che consenta alla bobina di restare allineata all'ingresso del filo nel motore del trainafilo.



ATTENZIONE:

- *Non utilizzare filo animato, ma soltanto filo in materiale pieno per saldatura.*
- *Rispettare i diametri di filo indicati sulle ruote di trazione.*

La forza di contrasto alla trazione della bobina si può regolare agendo sull'esagono interno mostrato in figura 7.5, in modo che non sia né troppo stretto né troppo largo e non vi siano inceppamenti durante l'alimentazione del filo. Normalmente la taratura di fabbrica risulta adeguata e non è necessario intervenire. Dopo un'eventuale regolazione reinsertire il cappuccio.

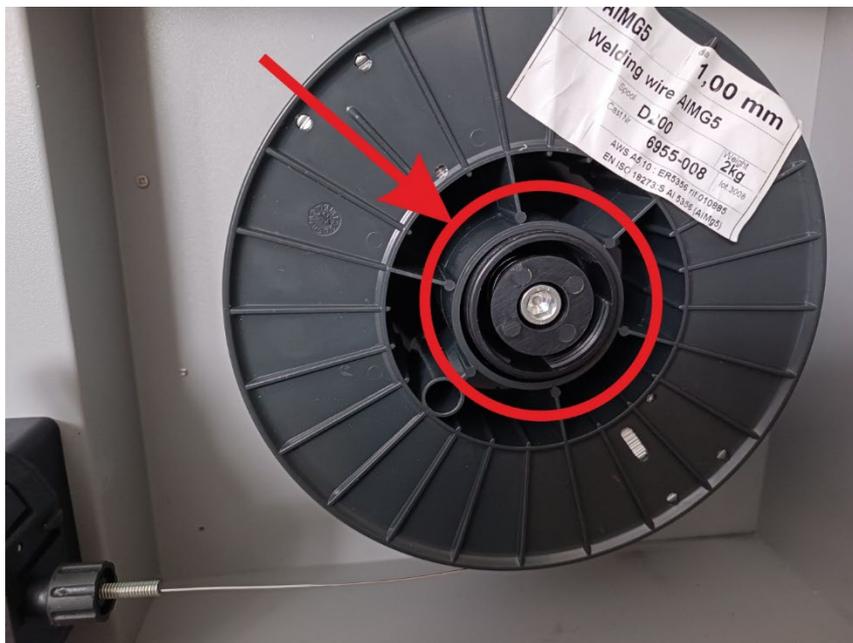


Figura 7.5 Regolazione trazione bobina

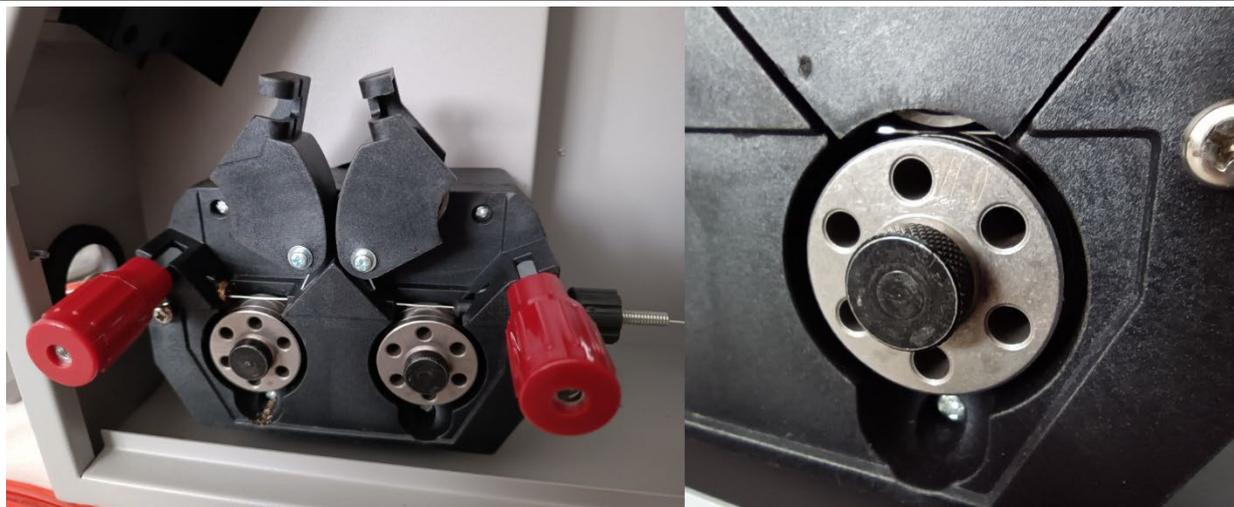
7.6 Installazione delle ruote di trazione

Il trainafile è dotato di un meccanismo di trazione a quattro ruote in grado di accettare diversi diametri di filo da saldatura.

Assicuratevi di aver installato ruote di misura corretta in rapporto al filo scelto.

La misura indicata sulla ruota, ad esempio 1.2, deve essere visibile sul lato esterno della ruota, per essere compatibile con il filo di misura corrispondente.

Per installare il filo da saldatura, assicurarsi di bloccare il filo nella fessura e quindi serrare i manettini di chiusura. Per l'utilizzo di filo in alluminio, potrebbe essere necessario dotarsi di ruote specifiche e guaina in teflon o grafite, che sono accessori opzionali da richiedere al rivenditore.

**Figura 7.6 Inserimento filo da saldatura**

7.7 Installazione del tubo di alimentazione filo

Inserire il filo nel tubo di alimentazione del filo, poi provvedere a fissarlo in posizione adeguata. Se è troppo corto, potrebbe causare inceppamenti.

Una volta trovata la posizione corretta, stringere la vite di fissaggio.

Ricordarsi sempre di montare il corretto ugello in rame (dopo aver fatto passare il filo nel tubo di alimentazione), di misura compatibile con il diametro di filo desiderato.

Posizionare l'estremità del tubo in prossimità del puntale della pistola di saldatura come mostrato in figura 7.7.3, rispettando i corretti spazi di regolazione.

**Figura 7.7.1 Inserimento tubo di alimentazione filo e vite di fissaggio**



Figura 7.7.2 Montaggio corretto del tubo – Ugelli di rame



Figura 7.7.3 Montaggio corretto del tubo sulla pistola

7.8 Pannello operativo e funzioni

Il trainafile è dotato di un pannello operativo touchscreen, che consente di impostare il comportamento del trainafile e le cui funzioni sono descritte di seguito.

1. CONTINUO e PULSATO – indica la modalità di funzionamento. Per selezionarla, tenere premuto il pulsante per almeno 0,5 secondi. Nella modalità PULSATO compariranno parametri aggiuntivi.
2. VEL. - Il valore numerico indicato sulla pagina principale indica la velocità di avanzamento del filo in cm/min, che può essere regolata tramite i tasti SU e GIU'. Durante l'utilizzo si prega di mantenere il display su questa pagina principale. La velocità predefinita, nel caso venga variata, resterà impostata anche in caso di spegnimento e riaccensione del trainafile.
3. AVVIO e STOP – Per selezionare la modalità di funzionamento automatico. Se disattivata, sarà possibile operare con l'avanzamento e la ritrazione manuali.
4. AVANTI - Per alimentare manualmente il filo, è sufficiente tenere premuto il comando di avanzamento manuale. Il filo verrà alimentato alla velocità indicata sul pannello.
5. INDIETRO - Per ritrarre manualmente il filo, tenere premuto il comando di ritrazione manuale. Il filo verrà ritratto alla velocità indicata sul pannello.
6. RITARDO AVVIO – Il ritardo nella partenza del filo, di default non è impostato.
7. RITARDO RICHIAMO – Il ritardo nella ritrazione del filo, di default non è impostato.
8. LUNGH. RICHIAMO e LUNGH. EXTRA-FILO - Lunghezza di ritrazione e lunghezza dell'apporto di filo successivo: da impostare in base all'utilizzo effettivo. Quando l'avanzamento del filo viene interrotto, il sistema si ritrae di una certa lunghezza e poi alimenta il filo per una certa lunghezza. Queste funzioni sono utilizzate principalmente per ottenere la rottura del filo al termine del cordone di saldatura.
9. AVANTI MAN. e INDIETRO MAN. – Regolazione della velocità del filo in cm/min durante l'avanzamento manuale e la ritrazione manuale. Le rispettive velocità possono essere regolate separatamente.
10. TRAMA PULSATO – Imposta la dimensione della trama della saldatura in modalità pulsato, per simulare il cordone di saldatura tradizionale.
11. FLUIDITA' – Modifica l'aspetto della trama della saldatura in modalità pulsato.
12. AIUTO – Pagina di informazioni sui parametri di regolazione.

Dopo aver completato tutte le impostazioni nella pagina IMPOSTA, premere SALVA per

salvarle.



Figura 7.8.1 Pagina principale del pannello di controllo in modalità CONTINUO



Figura 7.8.2 Pagina principale del pannello di controllo in modalità PULSATO

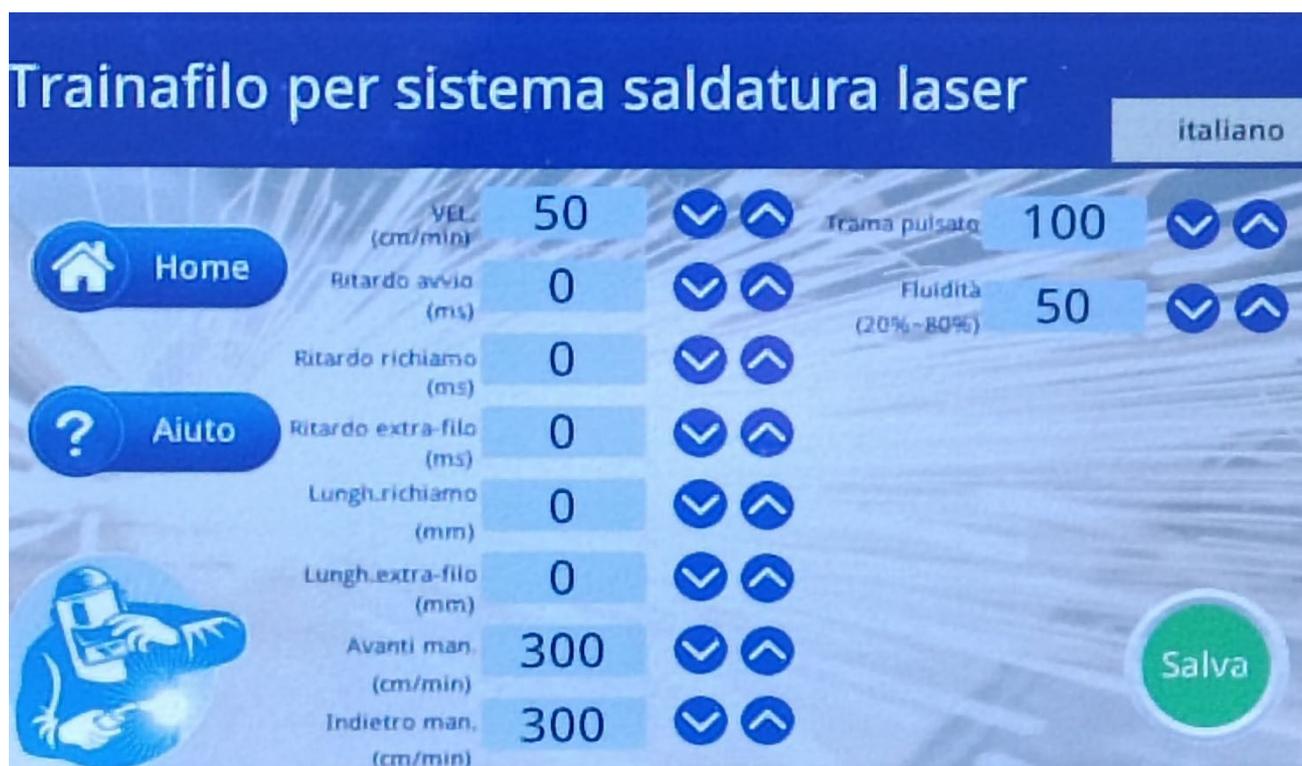


Figura 7.8.3 Pagina Impostazioni del pannello di controllo

V-02-303

Funzioni	Informazioni	Parametri
VEL.	Velocità di avanzamento continuo del filo.	30-635cm/min
	Velocità di avanzamento pulsato del filo.	10-160cm/min
Ritardo avvio	Tempo di ritardo dell'avvio del filo.	0-10000ms
Ritardo richiamo	Tempo di ritardo di richiamo del filo.	0-10000ms
Ritardo extra-filo	Tempo di ritardo prima di successivo avanzamento.	0-10000ms
Lungh.richiamo	Richiamo del filo all'arresto della saldatura.	0-500mm
Lungh.extra-filo	Aavanzamento di ulteriore filo dopo il richiamo.	0-500mm
Avanti man.	Velocità di avanzamento manuale.	30-635cm/min
Indietro man.	Velocità di richiamo manuale.	30-635cm/min
Trama pulsato	Imposta la dimensione della trama della saldatura (pulsato).	10-100
Fluidità	Modifica l'aspetto della trama della saldatura (pulsato).	20-80%

Nota: Premere i comandi per più di 0.5 s.

Figura 7.8.4 Pagina di informazioni sui parametri di regolazione

Capitolo 8 - Manutenzione della pistola di saldatura

8.1 Mantenere e sostituire le lenti protettive

La pistola da saldatura SUP in dotazione è dotata di lenti di protezione che proteggono il sistema galvanometrico da fumi, polveri e residui di saldatura.

Le caratteristiche di lavorazione tipiche della saldatura laser richiedono una manutenzione regolare della lente. Se l'azione di saldatura risulta essere scarsa, controllare che la lente di protezione non sia sporca, e nel caso pulirla o sostituirla per tempo.

La modalità di pulizia della lente è estremamente importante, se non viene eseguita correttamente le prestazioni della lente saranno ridotte e la lente stessa verrà danneggiata se non viene pulita.

Pertanto, è necessario prestare la massima attenzione nelle operazioni seguenti:

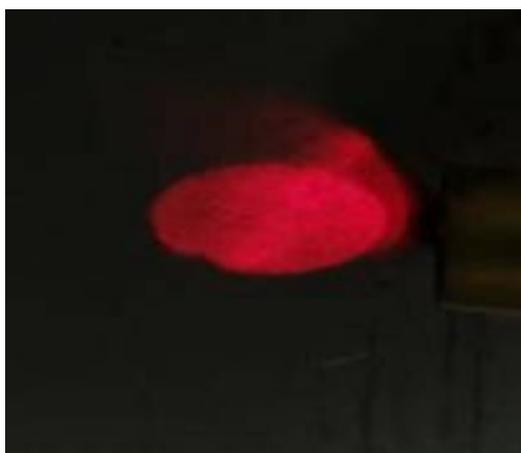
- Prima di qualsiasi operazione, lavarsi accuratamente le mani con detergente neutro, asciugarle attentamente e poi strofinarle con un batuffolo imbevuto di alcol puro.
- Tenere a disposizione alcol industriale puro al 99%, pezze di cotone, carta di pulizia per lenti.
- Lavorare in un ambiente pulito e sostanzialmente privo di polvere e indossare preferibilmente guanti di lattice.
- Rimuovere le viti del coperchio del vano lente.
- Estrarre il supporto della lente protettiva e controllare lo stato di pulizia della lente.
- Se la lente risulta contaminata, è necessario pulirla con carta di pulizia per lenti imbevuta di alcol puro.
- Se la lente presenta segni di bruciatura evidenti, procedere immediatamente alla sua sostituzione.
- Controllare l'anello di tenuta bianco che si trova sotto la lente protettiva.
- Se l'anello di tenuta presenta graffi o deformazioni non può più essere utilizzato e va sostituito immediatamente.
- Utilizzare un batuffolo di cotone imbevuto di alcol puro per pulire la bocca dello scomparto e il coperchio dello scomparto.
- Inserire rapidamente il supporto della lente protettiva nello scomparto e richiudere il coperchio con le viti di serraggio.



Figura 8.1 Alloggiamento lente di protezione

8.2 Regolazione del raggio laser.

Se la luce rossa non è completamente visibile uscendo completamente dall'ugello in rame, significa che deve essere regolata manualmente dal personale autorizzato. Quando il laser viene acceso per la prima volta, se la luce rossa non è visibile evitare l'emissione del fascio laser e contattare l'assistenza.



Uscita luce rossa NON CORRETTA



Uscita luce rossa CORRETTA

Figura 8.2 Luce rossa di puntamento

8.3 Sostituzione ugelli e regolazione messa a fuoco.

Nella dotazione del saldatore è compreso un set di ugelli che contiene anche un tubo di connessione graduato. Sulla confezione sono indicati i codici di riferimento degli ugelli e le modalità di utilizzo.



Figura 8.3 Set di ugelli in dotazione

In base alla lavorazione richiesta e al diametro del filo di apporto eventualmente usato, è necessario scegliere l'ugello corretto e regolarne la messa a fuoco. Inserire nella pistola di saldatura il tubo di connessione con l'ugello desiderato montato, e impostare inizialmente la messa a fuoco a zero. Effettuare una prova di saldatura e provvedere eventualmente a correggere il valore di messa a fuoco secondo necessità.

Quando si effettua una saldatura ad angolo, o in tutti quei casi in cui l'ugello non appoggia direttamente sulla superficie da saldare, può essere necessario regolare la messa a fuoco in modo da riportare il punto di fuoco del raggio laser nella posizione corrispondente alla superficie metallica da saldare.

Quando si monta un ugello di saldatura, è fondamentale verificare che l'orientamento

dell'ugello di saldatura sia coincidente con l'eventuale ugello del trainafile, in modo che il raggio laser sia diretto perfettamente sul filo di apporto.

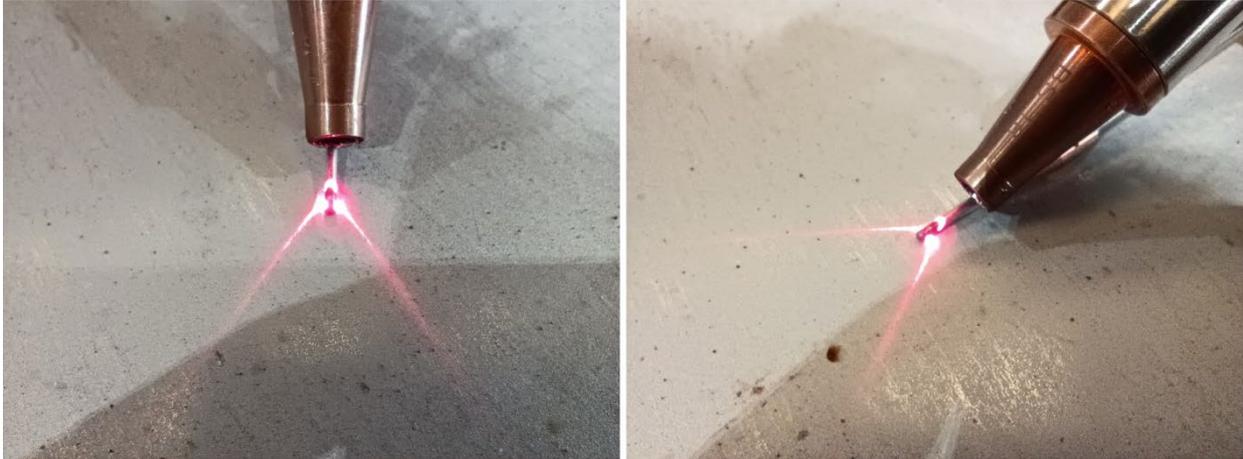


Figura 8.4 Posizionamento corretto dell'ugello

Capitolo 9 - Parametri di saldatura

9.1 Esempi di parametri di processo

Questo sistema di saldatura laser manuale è concepito per saldare diversi materiali metallici con spessore fino a 4-5 mm in un unico passaggio a piena penetrazione. Spessori superiori possono essere comunque saldati, effettuando un passaggio su entrambi i lati o utilizzando tecniche come la cianfrinatura. Ogni lavorazione, in base al tipo di materiale e allo spessore dello stesso, richiederà parametri personalizzati. Suggeriamo di eseguire prove con parametri diversi, in modo da trovare la migliore combinazione degli stessi.

Riportiamo alcuni esempi, da prendersi come assolutamente indicativi ma che possono costituire una base di partenza su cui elaborare le proprie preferenze. Materiali differenti possono dare risultati migliori o peggiori, quindi è necessario effettuare delle prove sul materiale che effettivamente si intende utilizzare. Allo stesso modo, qualità e composizioni diverse del filo da saldatura, così come velocità più o meno elevate di avanzamento della saldatura e del filo, potranno dare risultati diversi.

Se i risultati ottenuti non soddisfano pienamente, controllate la corretta messa a fuoco e sperimentate piccole variazioni.

Negli esempi della tabella seguente, è stata utilizzata una frequenza di oscillazione (SWING) di 200 Hz e una portata di gas (Argon puro grado 5) di 15-18 litri al minuto.

Materiale	Spessore mm	Ampiezza Oscillazione SWING mm	Potenza W	Diametro Filo mm	Velocità Avanzamento Filo cm/min
Acciaio al carbonio	0.5	1.0	300	-	-
	1.0	2.0	550	0.8 - 1.0	40 - 80
	1.5	2.0	750	0.8 - 1.0	40 - 80
	2.0	2.5	850	1.0 - 1.2	40 - 80
	2.5	2.5	1000	1.0 - 1.2	40 - 80
	3.0	2.5	1200	1.0 - 1.2	40 - 80
	4.0	2.5	1500	1.0 - 1.2	40 - 80
Acciaio inossidabile	0.5	1.0	300	-	-
	1.0	2.0	550	0.8 - 1.0	40 - 80
	1.5	2.0	750	0.8 - 1.0	40 - 80
	2.0	2.5	850	1.0 - 1.2	40 - 80
	2.5	2.5	1000	1.0 - 1.2	40 - 80
	3.0	2.5	1200	1.0 - 1.2	40 - 80
	4.0	2.5	1500	1.0 - 1.2	40 - 80
Leghe di Alluminio	1	2.0	750	0.8 - 1.0	70 - 120
	2	2.5	1100	1.0 - 1.2	70 - 120
	3	2.5	1500	1.0 - 1.2	70 - 120
Rame Ottone	0.5	2.0	800	-	-
	1	2.0	1300	-	-

9.2 Scelta del gas di protezione per la saldatura laser

I gas di protezione per la saldatura laser comunemente utilizzati sono principalmente N₂, Ar, He. Sono tutti gas inerti, ma le proprietà fisico-chimiche sono diverse, quindi anche l'effetto sulla saldatura è diverso.

9.2.1 Azoto (N₂) - per la saldatura dell'acciaio inossidabile

L'energia di ionizzazione dell'N₂ è moderata (superiore a quella dell'Ar, inferiore a quella dell'He) e il grado di ionizzazione ridotto sotto l'azione del laser può ridurre la formazione della nube di

plasma, aumentando così l'efficacia del laser mantenendo più elevata la densità di energia. La penetrazione risulterà più elevata.

Saldatura di alluminio e acciaio al carbonio: a una certa temperatura l'azoto può reagire con la lega di alluminio e l'acciaio al carbonio producendo nitruri, che incrementano la fragilità delle saldature e riducono la tenacità, con gravi effetti negativi sulle proprietà meccaniche dei giunti saldati.

Pertanto, si sconsiglia l'uso dell'azoto nella saldatura di questi materiali.

Saldatura di acciaio inox: Il nitruro prodotto dalla reazione chimica tra azoto e acciaio inossidabile può invece incrementare la resistenza del giunto saldato e migliorare le proprietà meccaniche della saldatura. Pertanto, per la saldatura dell'acciaio inossidabile è consigliabile utilizzare l'azoto come gas di protezione.

9.2.2 Argon (Ar) - il gas protettivo più convenzionale

L'energia di ionizzazione dell'Ar è relativamente bassa ma il grado di ionizzazione è elevato sotto l'azione del laser, il che non favorisce il controllo della formazione della nube di plasma. Questo avrà una certa influenza sull'efficacia del laser, riducendo la densità di energia. L'Argon ha un'inerzia chimica elevata e quindi non crea legami con i metalli comuni. Il costo dell'Ar non è elevato e la densità dell'Ar è maggiore, questo favorisce l'affondamento sopra il bagno di saldatura aumentandone la protezione. L'argon è quindi un gas di protezione molto convenzionale e consigliabile nella maggioranza dei casi.

9.2.3 Elio (He) - il gas di protezione migliore, ma anche il più costoso

Ha la più alta energia di ionizzazione e una bassa ionizzazione sotto l'azione del laser. Può controllare molto bene la formazione della nube di plasma. Il laser risulterà quindi più efficiente e la penetrazione migliore, mentre l'attività dell'He è molto bassa e non reagisce chimicamente con il metallo. È un ottimo gas di protezione per le saldature, ma il costo dell'He è molto elevato e in genere non viene utilizzato nella produzione di massa. L'He è generalmente utilizzato per prodotti ad altissimo valore aggiunto. L'alta volatilità dell'elio inoltre richiede accorgimenti per mantenere la protezione del bagno di saldatura.

Tabella comparativa tra diversi gas protettivi per saldatura laser						
Gas	Soppressione di plasma	Prevenzione ossidazione	Costo	Flusso consigliato	Campo di Applicazione	Limitazioni
Argon Ar	bassa	eccellente	medio	15-25 l/min	Ampio spettro di applicazioni	Densità di energia limitata dal plasma
Azoto N2	media	media	medio	15-25 l/min	Penetrazione profonda	Infragilimento su alcune leghe
Elio He	eccellente	buona	alto	30-40 l/min	Penetrazione profonda	Costo elevato
Miscela He+Ar (30/70%)	buona	Molto buona	medio	25-35 l/min	Buon compromesso tra He e Ar	

Capitolo 10 - Automazione e inserimento in impianti robotizzati

10.1 Passaggio da modalità manuale a modalità automatica.

Il nostro sistema di saldatura laser FCA1500 è normalmente predisposto per essere utilizzato in modalità manuale, ma su richiesta può essere fornito predisposto per essere inserito in un sistema automatizzato o robotizzato.



ATTENZIONE:

Il cliente ha la responsabilità di mettere in opera tutte le precauzioni e le sicurezze aggiuntive necessarie (barriere, sensori, ecc.) se intende inserire questa macchina in un sistema automatizzato/robotizzato.

I danni causati da un'errata installazione non sono coperti da garanzia e saranno considerati responsabilità del cliente. In caso di dubbi consultare sempre il rivenditore.

Se il sistema è stato richiesto predisposto anche per la modalità automatica, per passare a tale modalità occorre procedere in questo modo (si raccomanda, prima di operare, di scollegare la macchina dall'alimentazione elettrica):

- Individuare l'apposito connettore sul fascio di cavi che unisce la pistola di saldatura al corpo del saldatore. Il fascio di cavi è contenuto all'interno della guaina gialla di protezione chiusa da un laccetto con velcro. (Vedi figura 10.1.1) Aprire la guaina fino a scoprire i connettori.
- Svitare delicatamente la ghiera indicata in figura 10.1 separando tra loro i connettori aeronautici GX16-4 maschio e femmina.

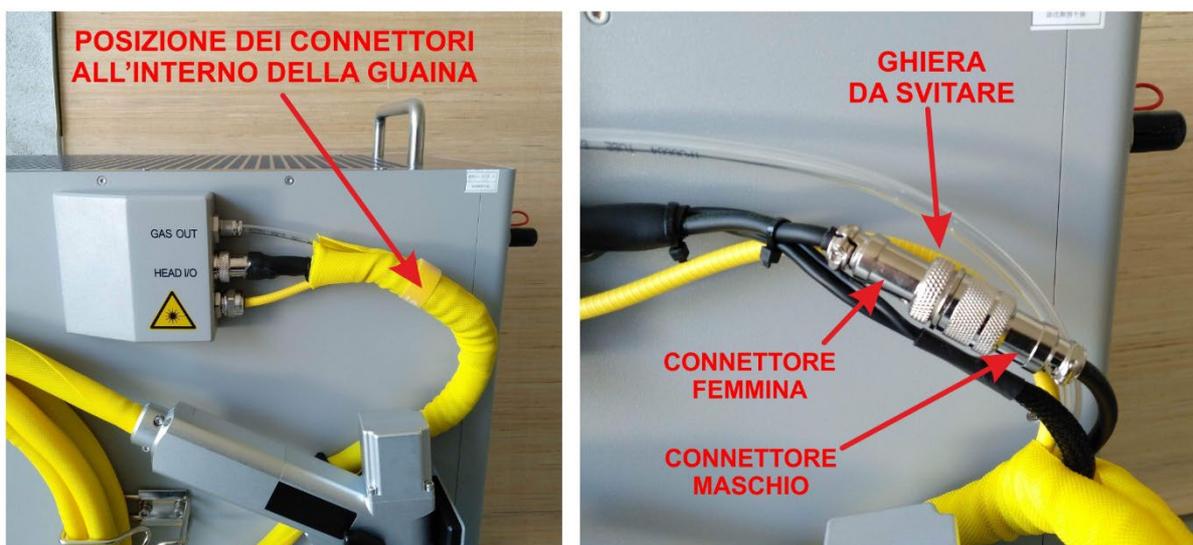


Figura 10.1.1 Connettori su cui operare



ATTENZIONE:

- *In questo modo verranno scollegati il contatto di avvio e il morsetto di sicurezza dalla pistola manuale. Entrambi i sistemi non saranno più funzionanti e dovranno essere sostituiti da sistemi esterni su responsabilità del cliente.*
- *Eseguire le operazioni a macchina spenta e scollegata dall'alimentazione 220 VAC.*

- Collegare i contatti del cavo per automazione fornito al controller/PLC del robot adeguatamente impostato, rispettando lo schema di collegamento e le modalità di funzionamento descritte al paragrafo 10.2 – Cablaggio e funzionamento del sistema di automazione.
- Inserire il cavo grigio in dotazione, dotato di connettore GX16-4 maschio, al posto del cavo che va verso la pistola (vedi figura 10.1.2).
- Collegare il cavo rosso in dotazione dotato di terminale ad occhiello sulla presa “CLAMP” nel retro della macchina, al posto del cavo standard con il morsetto di sicurezza.

In questo modo la funzionalità di avvio laser e la sicurezza del morsetto sono state sostituite da comandi opportunamente predisposti sul controller previsto per l'automazione.



Figura 10.1.2 Collegamento cavo di automazione alla macchina

10.2 Cablaggio e funzionamento del sistema di automazione

Per comandare l'avvio del nostro sistema di saldatura laser FCA1500 direttamente dal

controller del vostro sistema di automazione è necessario collegare i cavi di automazione forniti rispettando lo schema di collegamento indicato in figura 10.2



Figura 10.2 Collegamento dei cavi di automazione

Per collegare i cavi di automazione al proprio sistema di controllo dell'automazione, occorre considerare che:

- I puntali dei capi neri sono da collegarsi ad una uscita digitale sul proprio controller/PLC in modo che il contatto venga chiuso nel momento in cui si vuole iniziare la saldatura. Questo interruttore sostituirà di fatto il pulsante presente sulla pistola di saldatura.
- I puntali dei capi rossi sono da collegarsi ad una uscita digitale sul proprio controller/PLC in modo che il contatto venga chiuso nel momento in cui la saldatura può essere effettuata in sicurezza, ad esempio a barriere o involucro chiusi. Questo interruttore sostituirà di fatto il contatto tra pezzo da saldare e morsetto di sicurezza.

Se questo contatto di consenso non viene chiuso la saldatura non potrà avvenire, in quanto la sorgente laser non si accenderà. Se questo contatto viene aperto a saldatura in corso, la sorgente laser si spegnerà.

Si prega di impostare adeguatamente il proprio sistema di controllo in modo che l'interruttore di consenso si attivi prima dell'interruttore di start, e che il contatto venga aperto al mancare di uno qualunque dei sistemi di sicurezza previsti (barriere, involucri, sensori, ecc.). Non impostare MAI il sistema in modo che l'interruttore di consenso risulti costantemente chiuso.



ATTENZIONE:

Il cliente ha la responsabilità di operare con competenza nel programmare correttamente i propri dispositivi di controllo dell'automazione, e nel predisporre le corrette barriere di protezione o altri adeguati sistemi di protezione.

I danni causati da un'errata installazione o progettazione del sistema di automazione restano a responsabilità esclusiva del cliente.

10.3 Ritorno alla modalità di funzionamento manuale.

Per impostare nuovamente la macchina sulla modalità di funzionamento manuale è sufficiente eseguire le stesse operazioni descritte nel paragrafo 10.1 in ordine inverso, ricollegando i connettori come predisposti in origine.

Capitolo 11 - Garanzia e restituzione

11.1 Garanzia generale

Tutti i prodotti sono realizzati secondo gli ordini o le specifiche e, una volta consegnati, se presentano problemi derivanti da materiali o tecnologie, sono garantiti dal produttore, purché il laser venga utilizzato secondo le specifiche.

Quando viene rilevato un problema, i clienti dovrebbero fare come di seguito:

- Contattare dapprima il personale del servizio post vendita, quindi presentare i difetti rilevati per iscritto entro un mese (30 giorni) dall'individuazione dei problemi.
- In caso di rientro in fabbrica per manutenzione, imballaggio e trasporto devono essere effettuati in modo da garantire l'integrità del prodotto.
- La garanzia non coprirà mai eventuali danni a terzi.

11.2 Limite di garanzia

Non sono coperti dalla garanzia i seguenti danni (incluso il danno complessivo della macchina, il danneggiamento di parti, fibra ottica, ecc.):

- Danni causati da manomissioni, aperture, installazioni errate, intenzioni di miglioramento eseguite da personale non autorizzato.
- Danni causati da operazioni improprie e negligenza.
- Danni causati da un utilizzo oltre il limite del prodotto.
- Danni causati da una violazione delle informazioni e degli avvisi nella guida per l'utente.

	<p>ATTENZIONE:</p> <p><i>Il cliente ha la responsabilità di comprendere e operare secondo le istruzioni operative nella guida per l'utente. I danni causati da errate operazioni non sono coperti da garanzia.</i></p>
---	--

11.3 Imballo e Trasporto

Prima del trasporto, tutte le macchine da riparare o sostituire devono essere imballate in modo affidabile, preferibilmente con gli imballi originali forniti al momento della vendita, in caso contrario eventuali danni causati non saranno riparati gratuitamente. Si prega di eseguire l'ispezione e l'accettazione in base all'elenco di imballo quando si prepara il prodotto alla riparazione o alla restituzione. Qualora la macchina da riparare o sostituire non venisse restituita accompagnata da tutti i suoi cavi e accessori, tali componenti non saranno forniti nuovamente.

11.4 Accessori e dotazione

Al momento della consegna, insieme al saldatore, riceverete in dotazione standard questi accessori:

- Cavo di alimentazione Saldatore
- Set di ugelli (per saldatore)
- Kit di attrezzi per saldatore
- Morsetto di sicurezza con cavo da 5 metri
- Pedale di sicurezza con cavo da 5 metri

- Lenti protettive di ricambio (5 pezzi)

Se avete richiesto l'opzione Automazione, riceverete in dotazione questi accessori:

- Cavo per automazione da 2 metri con connettore GX16
- Cavo per automazione da 2 metri con terminale a occhiello

Se avete richiesto il Trainafilo opzionale, riceverete in dotazione questi accessori:

- Guaina guidafile (per filo in acciaio) da 5 metri
- Cavo di alimentazione Trainafilo
- Cavo di segnale Trainafilo
- Set di ruote di trazione per trainafilo
- Set di ugelli (per trainafilo)
- Kit di attrezzi per trainafilo

Allegato 1 - Dichiarazione di conformità



DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE
DECLARACION DE CONFORMIDAD
KONFORMITÄTSEKHLARUNG
DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE
FÖRSÄKRAN OM ÖVERENSSTÄMMELSE
VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS
CONFORMITEITSVERKLARING
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
DEKLARACJA ZGODNOŚCI

Si dichiara che l'apparecchio tipo:
We hereby state that the machine type:
On déclare que la machine type:
Se declara que el aparato tipo:
Die Maschine Typ:
Se declara que o aparelho tipo:
Vi försäkrar att denna typ av apparat:
Vakuutamme, että laitetyyppi:
Men verklaart dat het apparaat type:
Утверждается, что аппарат:
Niniejszym oświadczamy, że maszyna typu:

Handheld Laser Welding Equipment:

- Laser Welder FCA1500
- Laser Welding Head SUP20S
- Wire Feeder SUP-AFM-A

è conforme alle direttive:
is in compliance with the directives:
est conforme aux directives:
es conforme a las directivas:
entspricht den Richtlinien:
é dentro das diretivas:
överensstämmer med direktiven:
täyttää seuraavat direktiivit:
conform de volgende richtlijnen is:
соответствует Директивам:
jest zgodna z dyrektywami :

2006/42/EC (MD)

2014/30/EU (EMC)

2011/65/EU - 2015/863/EU(RoHS)

e che sono state applicate le norme:
and that the following standards apply:
et qu'on a appliqué le normes:
y que se han aplicado la normas:
folgende Normen kamen zur Anwendung:
e que foram aplicadas as normas:
och att man tillämpat standarder:
ja että seuraavia standardeja on noudatettu:
en dat de volgende normen toegepast werden:
произведено в соответствии с нормами:
i spełnia wymagania norm:

EN ISO 12100:2010

EN 60204-1:2018

EN 60825-1:2014+A11:2021

EN ISO 11553-1:2020+A11

EN ISO 11553-2:2013

EN IEC 61000-6-2:2019 EN

IEC 61000-6-4:2019

EN IEC 63000:2018

**DD INDUSTRIAL**

Davide Defend
Via Caraglio n. 45, 10141,
Torino (TO) - ITALY

01/09/2022
Davide Defend



OGNI INTERVENTO NON AUTORIZZATO DA DD INDUSTRIAL FARÀ DECADERE QUESTA DICHIARAZIONE.
TOUTE MODIFICATION APPORTÉE A LA MACHINE SANS L'AUTORISATION DE DD INDUSTRIAL ANNULERA CETTE DÉCLARATION.
ANY TAMPERING OR CHANGE UNAUTHORIZED BY DD INDUSTRIAL SHALL IMMEDIATELY INVALIDATE THIS STATEMENT.
TODA MODIFICACIÓN DE LA MÁQUINA SIN LA AUTORIZACIÓN DE DD INDUSTRIAL INVALIDARÁ ESTA DECLARACIÓN.
JEDE VERÄNDERUNG DER MACHINE OHNE GENEHMIGUNG DER FIRMA DD INDUSTRIAL ANNULLIERT DIESE ERKLÄRUNG.
CADA INTERVENÇÃO NÃO AUTORIZADA PELA DD INDUSTRIAL FARÁ ANULAR ESTA DECLARAÇÃO.
ALLA INGREPP SOM INTE AUKTORISERATS AV DD INDUSTRIAL OGLTIGGÖR DENNA FÖRSÄKRAN.
MIKÄ TAHANSA LAITTEeseen TEHTÄVÄ TOIMENPIDE, JOKA EI OLE DD INDUSTRIAL:IN VALTUUTTAMA, JOHTAA TÄMÄN VAKUUTUKSEN RAUKEAMISEEN.
ELKE INTERVENTIE DIE NIET GEAUTORISEERD IS DOOR DD INDUSTRIAL ZAL DEZE VERKLARING NIET DOEN.
ДАННЫЙ СЕРТИФИКАТ ПЕРИЕТ СВОЮ СИЛУ В СЛУЧАЕ ЛЮБОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА НЕАВТОРИЗОВАННОГО КОМПАНИЕЙ DD INDUSTRIAL ЛИЦА.
JAKIEKOLWIEK ZMIANY LUB PRZERÓKI NIEAUTORYZOWANE PRZEZ DD INDUSTRIAL UNIE WAZNIAJĄ NINIEJSZĄ DEKLARACJĘ.

Allegato 2 - Regole di sicurezza e Formazione dell'operatore



ATTENZIONE:
**L'INTERO CONTENUTO DI QUESTO ALLEGATO
CONTIENE INFORMAZIONI DETERMINANTI PER LA
SICUREZZA NELL'USO DEL SISTEMA DI SALDATURA
LASER MANUALE FCA 1500.**

Questo allegato fornisce informazioni sulle caratteristiche dei raggi laser e sui pericoli che comportano, sui requisiti di sicurezza e di tutela della salute per le apparecchiature laser, nonché sugli obblighi degli utilizzatori di tali apparecchi. Può darsi che quanto descritto in maniera semplificata non sempre riproduca fedelmente le situazioni riscontrate nella pratica quotidiana. In caso di dubbio sono vincolanti le prescrizioni di sicurezza contenute nelle norme vigenti e le procedure e i regolamenti stabiliti dal vostro Responsabile del Servizio di Protezione e Prevenzione e dal vostro Tecnico della Sicurezza Laser.

Chi mette in commercio apparecchiature laser è tenuto per legge a segnalare agli utilizzatori tutti i pericoli derivanti dall'uso dei loro prodotti.

L'utilizzatore ha l'obbligo di consultare attentamente il manuale d'uso e le regole di sicurezza, forniti assieme all'apparecchio, prima di metterlo in funzione.

Le disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro obbligano le aziende ad adottare tutte le misure necessarie al fine di garantire la sicurezza e la tutela della salute dei lavoratori, di documentarle e di verificarne periodicamente il rispetto.

A2.1 Potenziale di pericolo e classificazione dei Laser

Il concetto di laser non basta a descrivere il pericolo rappresentato da un dispositivo che emette radiazioni elettromagnetiche coerenti. Il potenziale di rischio può variare di molto secondo l'apparecchio e le condizioni d'uso. Per questo motivo la norma internazionale raccomanda che ogni sistema laser sia attribuito ad una specifica classe, in modo che il potenziale di pericolo sia immediatamente chiaro a tutti. Il rischio aumenta con l'aumentare della classe.

Come tutte le apparecchiature tecniche, anche i laser devono rispettare gli obiettivi di

sicurezza stabiliti nelle leggi nazionali in materia di sicurezza. In materia di laser la norma vincolante a livello internazionale è la EN 60825-1 dal titolo: «Sicurezza degli apparecchi laser.

Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utente».

Secondo il materiale attivo e la sorgente di pompaggio, il laser può emettere in modo continuo (cw = continuous wave, vale a dire: durata di emissione > 0.25 s), in modo pulsato o pulsato ripetitivamente, oppure emana la sua energia sotto forma di un unico impulso gigante.

Questi parametri sono determinanti per classificare i sistemi laser. La guida per classificare le apparecchiature laser è una parte essenziale della norma EN 60825-1.

In tale normativa, la classificazione dei laser attualmente prevista è la seguente:

Classe 1	innocuo in esercizio normale	nessuna misura necessaria
Classe 1M	innocuo senza strumenti ottici	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 2	innocuo se l'esposizione è momentanea	non osservare direttamente il raggio laser; non direzionare il laser sul volto
Classe 2M	senza strumenti ottici: come classe 2	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 3R	limitatamente pericoloso	lasciar utilizzare solo da personale qualificato
Classe 3B	raggio diretto pericoloso per gli occhi; radiazione diffusa non pericolosa	designare l'addetto alla sicurezza laser; delimitare la zona di utilizzazione con misure architettoniche; controllare gli accessi; dichiarare la presenza di laser all'entrata; lasciar utilizzare solo da personale qualificato; indossare eventualmente occhiali di protezione
Classe 4	raggio pericoloso per occhi e pelle; radiazione diffusa ev. pericolosa per gli occhi; pericolo di incendio	stesse precauzioni che per la classe 3B; utilizzare i DPI (dispositivi di protezione individuali) necessari

A2.2 Etichettatura e dichiarazione di conformità delle apparecchiature Laser

Il fabbricante (o importatore, distributore, venditore o noleggiatore) dell'apparecchiatura laser può consegnare il prodotto all'utilizzatore solo dopo averlo etichettato in base alle indicazioni della norma sui laser. L'etichettatura comprende come minimo:

un segnale di pericolo (non prescritto per la classe 1);

l'indicazione della classe, con dicitura di avvertimento (a partire dalla classe 1M);

la targhetta di identificazione.

Sulle targhette di avvertimento devono figurare le lunghezze d'onda e i dati di emissione, nonché l'indicazione della norma EN 60825-1. Sulla targhetta di identificazione devono invece figurare tutti i dati necessari ad identificare in maniera univoca l'apparecchio laser, ossia il nome del costruttore/distributore, il tipo di apparecchio, l'anno di produzione, il numero di serie, ecc.

A partire dalla classe 2 bisogna indicare l'orificio di uscita del raggio. La radiazione laser invisibile deve essere indicata esplicitamente sulla targhetta di avvertimento. In caso di emissione contemporanea di radiazione laser visibile e invisibile, la targhetta deve indicare entrambi i tipi. Gli avvertimenti e i simboli indicati possono essere raggruppati (tutti o in parte) sulla stessa targhetta o disposti su targhette diverse.

Chi mette in commercio apparecchiature laser deve fornire assieme ad ogni prodotto una dichiarazione di conformità. Tale dichiarazione deve attestare che il sistema laser soddisfa i requisiti essenziali di sicurezza e tutela della salute imposti per questo tipo di apparecchiatura. I sistemi laser possono essere certificati e dotati della marcatura CE da chi li mette in commercio. La certificazione da parte di un ente esterno accreditato non è richiesta per questo tipo di attrezzature.

In merito al sistema di saldatura Laser FCA1500, la DD Industrial ha provveduto ad effettuare tutte le verifiche tramite test report effettuati da laboratori esterni accreditati a livello internazionale e quindi ad emettere una dichiarazione di conformità legalmente valida a livello europeo e di conseguenza a marcare la macchina come conforme alle direttive comunitarie di prodotto.

A2.3 Requisiti per un ambiente idoneo all'uso di un laser

A2.3.1 Definizioni

Zona laser controllata: Zona dove la presenza e l'attività delle persone al suo interno sono regolate da apposite procedure di controllo e sottoposte a sorveglianza al fine della protezione dai rischi da radiazione.

Zona nominale di rischio oculare (ZNRO): Zona all'interno della quale l'esposizione energetica supera l'esposizione massima permessa (EMP), appropriata per la cornea. In questa zona il fascio può essere accidentalmente inviato in direzione sbagliata.

Radiazione laser vagante: Radiazione laser che devia dalla traiettoria prevista del fascio. Tale radiazione include le riflessioni secondarie impreviste da parte di componenti ottici sul percorso del fascio, la radiazione deviata da componenti disallineati o danneggiati e le riflessioni da un pezzo in lavorazione.

A2.3.2 Delimitazione e sorveglianza della zona nominale di rischio oculare (ZNRO)

L'utilizzatore di apparecchi laser deve adottare adeguate misure affinché nessuno venga esposto a radiazioni superiori ai valori di esposizione massima permessa (EMP) in base alla norma sui laser EN 60825-1.

La protezione è garantita solo se le zone laser sono delimitate architettonicamente e sorvegliate in modo tale da essere accessibili solo al personale autorizzato e dotato del necessario equipaggiamento. In caso di eventi imprevisti, i soccorritori (personale antincendio, sanitario, ecc.) devono poter accedere all'area di lavoro in qualsiasi momento e senza correre pericoli. Per esempio, all'entrata si può installare un interruttore di arresto di emergenza. Se è indispensabile indossare gli occhiali di protezione laser prima di accedere alla zona delimitata, all'entrata potrà essere prevista un'anticamera. Se ci sono pareti, porte e finestre trasparenti, queste devono essere coperte con materiale adeguato. Se la copertura è assicurata da tende mobili, il meccanismo di chiusura deve essere collegato al circuito di sicurezza del laser. Il materiale impiegato è ritenuto idoneo solo se è stato testato in base alla norma EN 12254 e/o EN 60825-4.

In mancanza di un certificato esterno, è possibile eseguire l'autocertificazione. In questo caso è

sufficiente verificare che il materiale sia idoneo nella situazione specifica. I materiali così testati (per esempio pellicole adesive o tende a lamelle) non devono essere ceduti ad altri utilizzatori. La procedura di certificazione deve essere messa per iscritto e riportare l'indicazione del luogo, la data e la firma della persona responsabile del test. Il certificato è parte integrante del piano di sicurezza.

A2.3.3 Principali misure di sicurezza

Segnaletica: la zona laser e l'accesso a questa area devono essere segnalati allo stesso modo come le corrispondenti apparecchiature. Sugli accessi alle aree o sugli involucri di protezione che contengono apparecchi laser di classe 3B e classe 4 devono essere affissi segnali di pericolo (EN 60825-1 – punto 10.5: segnali di pericolo laser; – punto 5.9: targhette per i pannelli di accesso);

Comandi: ogni apparecchio laser deve avere i comandi posizionati in modo da poter essere azionati senza correre alcun rischio; i comandi devono essere disposti in modo da non esporre l'utilizzatore ai raggi laser;

Visualizzazione dello stato di esercizio: se la situazione richiede l'uso di un dispositivo di protezione individuale, lo stato pericoloso di un'apparecchiatura laser deve essere riconoscibile ancor prima di accedere all'area laser; a questo scopo è possibile utilizzare segnali luminosi direttamente comandati dall'apparecchiatura laser.

Direzione del fascio: quando possibile, l'intero percorso del fascio deve essere chiuso o schermato. Anche la zona di impatto deve essere disposta in modo da limitare al minimo la fuoriuscita di raggi diffusi. A causa del pericolo d'incendio, occorre evitare la presenza di materiali infiammabili nella zona di lavoro.

Illuminazione: è necessario disporre di una buona illuminazione perché sovente gli occhiali di protezione attenuano anche parte della luce visibile. È consigliabile una buona illuminazione anche per limitare l'apertura pupillare dell'operatore.

Vie di fuga: le apparecchiature presenti nella zona laser devono essere disposte in modo da consentire in qualsiasi momento la fuga in caso di necessità. Le condutture di rete, dell'acqua e le linee di misurazione devono preferibilmente essere fatte passare nella parte alta dei locali di lavoro.

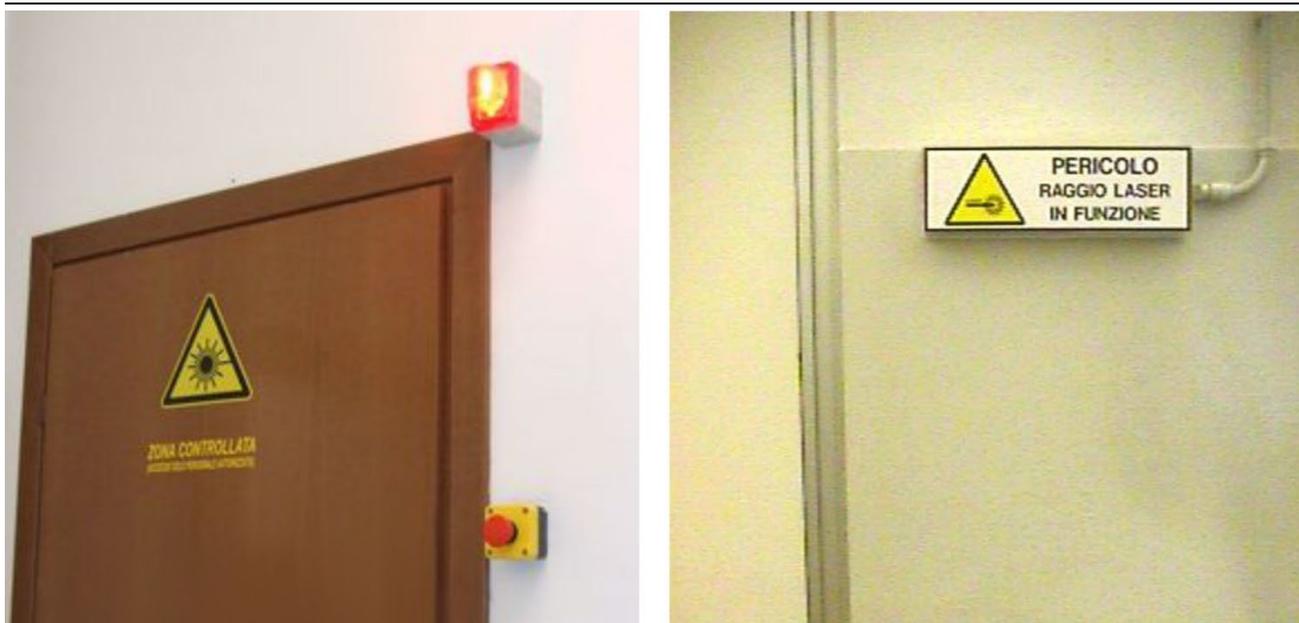


Fig. A2.3.1 Esempi di allestimento porte di accesso al locale laser



Fig. A2.3.2 Esempi di allestimenti mobili di protezione laser

A2.4 Obblighi dell'acquirente

Prima di mettere in servizio l'apparecchio l'acquirente deve leggere attentamente il manuale d'uso e osservare le prescrizioni di sicurezza stabilite da chi ha messo in commercio il prodotto. Per i laser di classe 1 la sicurezza deve essere garantita da chi mette in commercio il prodotto, mentre per i laser di classe 3B e 4 è l'utilizzatore che deve occuparsi della loro sicurezza. Esso può dotare il laser di un involucro di protezione in modo che l'apparecchio soddisfi le condizioni della classe 1. Se questo non è possibile a causa del processo di lavorazione, il laser

deve essere impiegato in un'area sorvegliata con accesso controllato. Una valutazione dei rischi permette di chiarire in quali casi possono esserci dei pericoli e quali dispositivi di protezione devono usare le persone presenti per non subire danni.

Per altre informazioni su questo argomento consultare il Portale Agenti Fisici dell'INAIL alla sezione "Radiazioni Ottiche Artificiali" o altra fonte equivalente nel vostro paese.

Nota: le disposizioni generali in materia di sicurezza obbligano l'utilizzatore di un'apparecchiatura laser e il datore di lavoro ad adottare tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza e la tutela della salute sul posto di lavoro, a documentare tali misure e a verificarne periodicamente il rispetto. La norma sui laser descrive gli obiettivi da perseguire per garantire la sicurezza degli utenti.

Attenzione: l'utilizzatore che modifica un'apparecchiatura laser sottostà agli stessi obblighi di colui che mette in commercio l'apparecchiatura.

Quando si utilizza un apparecchio laser di classe 3B o 4 bisogna adottare le seguenti misure di sicurezza:

- Non osservare direttamente il raggio laser;
- Non dirigere il raggio verso le persone;
- Utilizzare solo in casi giustificati;
- Consentire l'uso solo a personale qualificato e con specifica formazione. Il tragitto del fascio non deve passare all'altezza degli occhi di persone in piedi o sedute. Bisogna impedire l'accesso all'apparecchiatura alle persone non autorizzate.
- Utilizzare il laser solo all'interno di una zona laser confinata e sorvegliata; l'utilizzatore deve fare in modo che nessuno venga esposto a radiazione non consentita e adottare i necessari provvedimenti; l'accesso alla zona laser deve essere controllato.
- L'addetto all'interruttore di comando dell'apparecchiatura deve attivare il raggio laser solo dopo essersi assicurato che tutti i presenti indossano l'equipaggiamento di protezione appropriato e che nessuna persona non autorizzata possa entrare accidentalmente nella zona laser.

A2.5 La Formazione dell'operatore

Prima di iniziare l'attività, le persone che lavorano con i laser di classe 3R, 3B e 4 devono essere informate sui rischi legati all'utilizzo di tali apparecchi e sul comportamento corretto da

adottare.

Si raccomanda di farsi rilasciare da queste persone una conferma scritta dell'avvenuta formazione. Le istruzioni di lavoro più importanti è opportuno siano affisse in forma succinta sul posto di lavoro.

La formazione degli addetti ai lavori comprende i seguenti argomenti:

- effetti dei raggi laser su occhi e pelle;
- rischi ed effetti collaterali, ad esempio sostanze tossiche, incendi, esplosioni;
- norme comportamentali e istruzioni di lavoro;
- misure e dispositivi di protezione;
- uso dei dispositivi di protezione;
- controllo delle misure tecniche e dei dispositivi di protezione;
- comportamento in caso di guasto.

La formazione va ripetuta periodicamente.

A2.6 L'Esperto Sicurezza Laser (o Tecnico Sicurezza Laser)

Sia a livello internazionale che a livello nazionale le Guide per l'utilizzatore prevedono che il datore di lavoro, per installazioni laser di classe 3B e 4, debba servirsi della consulenza specialistica di un Esperto Sicurezza Laser (ESL), chiamato in Italia Tecnico Sicurezza Laser (TSL), con competenze specifiche relative a problemi di sicurezza, per la verifica della vigente Normativa e per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione.

Essendo in carico al Datore di Lavoro o al Responsabile Legale la piena responsabilità della sicurezza laser, questi dovrebbe assicurare che la persona nominata come TSL abbia le capacità e le conoscenze, nonché le eventuali risorse, per espletare i compiti previsti.

Attualmente nessuna legge prescrive come debba procurarsi tali conoscenze, ma esistono linee guida in merito (ad esempio il documento "Profili professionali del Valutatore Radiazioni Ottiche" redatto il 21 maggio 2020 dalla Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione in collaborazione col Coordinamento Interregionale Sicurezza e Salute Luoghi Lavoro). Spesso il ruolo del Tecnico della Sicurezza Laser e quello del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione sono affidati alla stessa persona, ma il TSL può essere un dipendente o un professionista esterno ed è anche un formatore.

In realtà più ampie, con varie differenti tipologie di LASER, può essere conveniente che l'ESL

assuma anche il ruolo di Preposto alla Sicurezza Laser (PSL). In altre situazioni invece, in cui non è necessario un elevato grado di esperienza nella sicurezza LASER, non è necessario che il PSL sia anche ESL/TSL: in tali casi il datore di lavoro si avvarrà di un ESL/TSL esterno che fornirà le valutazioni ed indicazioni operative da fare attuare al PSL interno.

I compiti del Tecnico Sicurezza Laser sono:

- supportare e consigliare il Datore di Lavoro o il Responsabile Legale per quanto riguarda l'uso sicuro dell'apparecchiatura laser e le misure di protezione;
- cooperare direttamente con gli utilizzatori dell'apparecchiatura;
- valutare i rischi nella zona di installazione laser e determinare la zona nominale di rischio oculare, incluso quella "estesa" nel caso sia possibile l'uso di strumenti ottici;
- scegliere i dispositivi di protezione individuale;
- partecipare all'aggiornamento (informazione e formazione) del personale che lavora con il laser sui rischi e le misure di sicurezza;
- partecipare al controllo e, se del caso, all'accettazione dell'apparecchio laser in base alle regolamentazioni nazionali;
- verificare che sia predisposta ed esposta presso l'installazione una Procedura Standard operativa in lingua italiana;
- verificare che la manutenzione e l'impiego dell'apparecchio siano effettuate da persone addestrate e qualificate a tal fine;
- verificare che le misure di protezione attive e passive siano efficienti;
- segnalare a chi di competenza imperfezioni o guasti dell'apparecchio e verificare il corretto funzionamento del laser ai fini della sicurezza;
- collaborare con il Servizio di Prevenzione e Protezione e col medico competente ad analizzare eventuali infortuni e incidenti che riguardano il laser di cui è stato nominato TSL e intraprendere azioni atte ad evitare che l'incidente o l'infortunio possa verificarsi di nuovo;
- verificare e, se del caso, predisporre le misure di sicurezza per sistemi laser utilizzati all'esterno.

Le conoscenze di base di un Tecnico Sicurezza Laser sono:

- Lo spettro elettromagnetico della radiazione ottica.
- Le appropriate unità di misura (termini radiometrici e fotometrici).

- I principi di funzionamento delle sorgenti laser.
- Le caratteristiche di emissione della radiazione laser.
- Le modalità di interazione della radiazione ottica con il tessuto biologico (effetti fototermici, fotoacustici, fotoablativi, fotochimici).
- La fisiologia dei tessuti a rischio e gli effetti dell'esposizione alla radiazione laser.
- I limiti di Esposizione Massima Permissa e i Limiti di Emissione Accessibile (EMP e LEA).
- La classificazione delle apparecchiature laser.
- Rischi diretti e indiretti.
- Caratteristiche dei dispositivi di protezione collettivi e individuali.
- Le normative nazionali e internazionali sulla sicurezza laser e le linee guida inerenti.
- I concetti di differenziazione per le classi di laser e le loro caratteristiche.
- Come valutare le zone di rischio laser.
- Come valutare i dispositivi di protezione.
- Le procedure di allineamento dei sistemi laser impiegati.
- Le applicazioni laser utilizzate nella zona affidata al suo controllo.
- Principi di funzionamento, caratteristiche di emissione di specifiche tipologie di sorgenti LASER.
- Principi di funzionamento e caratteristiche di risposta degli strumenti di misura per la determinazione dei livelli di irradianza, radianza e esposizione radiante nei diversi intervalli di lunghezza d'onda.
- Tecniche e modalità di misura delle radiazioni ottiche LASER nei diversi intervalli di lunghezza d'onda e dosimetria delle radiazioni LASER.
- Normativa tecnica sulle metodiche di misura (norme CEI, CENELEC, IEC, UNI, CEN, ISO).
- Modalità di calcolo dei parametri fisici e delle grandezze dosimetriche relative alle radiazioni ottiche coerenti in base ai risultati delle misure strumentali effettuate.
- Metodi di schermatura e riduzione delle emissioni.
- Valutazione e scelta dei DPI e DPI anche tramite calcoli e/o misure.
- Le principali applicazioni industriali, della ricerca e nei settori civili e ambientali.
- I principi di assicurazione qualità.
- Le misure di sicurezza appropriate a seconda della classe di rischio del sistema laser.
- I rischi che possono derivare dal funzionamento dei laser, quali i rischi elettrici, chimici, di

incendio, d'uso di agenti criogenici e di materiali cancerogeni, da contaminazione atmosferica, da radiazione collaterale.

- Le procedure e mezzi di controllo dei rischi.
- Le modalità di calcolo, misura e controllo dei parametri di emissione e dei sistemi di sicurezza delle sorgenti LASER, ivi comprese quelle per la classificazione secondo IEC 60825-1.
- I metodi di valutazione delle zone di rischio anche attraverso calcoli e/o misure.
- I metodi di valutazione dei dispositivi di protezione e loro determinazione anche attraverso calcoli e/o misure.

I requisiti di un Tecnico Sicurezza Laser sono:

- a) formazione equivalente al livello EQF6;
- b) aver seguito uno specifico corso di formazione teorico-pratico con relativo esame finale, della durata di almeno 40 ore di cui circa 2/3 di teoria e 1/3 di esercitazioni pratiche e laboratorio. Tale corso di formazione dovrà riguardare gli argomenti sopra elencati e dovrà essere organizzato nell'ambito di specifici percorsi universitari ovvero da Associazioni scientifiche e/o professionali o Enti pubblici di riconosciuta esperienza nel settore dei Laser con verifica finale dell'apprendimento.
- c) aver svolto attività adeguatamente documentabile nel settore della sorveglianza fisica delle radiazioni ottiche coerenti per almeno 1 anno in modo tale da dimostrare il possesso delle competenze di cui sopra.

A2.7 Il Preposto alla Sicurezza Laser (PSL)

Il Datore di lavoro di ogni organizzazione che impiega sistemi LASER di classe 3B o 4 può nominare, se lo ritiene utile per la gestione operativa della sicurezza LASER sul campo, un PSL interno con la funzione di supervisione della sicurezza LASER sulla base della valutazione del rischio e delle indicazioni operative fornite dal Tecnico Sicurezza Laser.

Il PSL deve assicurare controlli adeguati a minimizzare i rischi per la salute conseguenti all'uso di un sistema LASER, il monitoraggio regolare dei pericoli connessi all'uso del LASER e l'efficacia delle misure di controllo e delle relative registrazioni.

La responsabilità complessiva della sicurezza LASER rimane del Datore di lavoro che deve assicurare che il PSL abbia la capacità, le conoscenze, la competenza e così le risorse necessarie

per svolgere in modo efficace tali compiti. Il PSL, nei limiti del mandato conferitogli dal Datore di lavoro, ha la responsabilità delle azioni inerenti le valutazioni e i controlli di sicurezza sia ingegneristici che amministrativi.

All'interno di grandi organizzazioni con molti LASER spesso può essere utile nominare preposti d'area o di dipartimento per supportare gli utilizzatori LASER localmente.

I compiti del PSL sono:

- Effettuare, oltre a quanto previsto al punto 1a, la valutazione del rischio LASER, esclusivamente nel proprio settore di attività, attraverso i dati forniti dal fabbricante del sistema LASER, i dati disponibili in letteratura e su banche dati accreditate e senza l'esecuzione di calcoli complessi e/o misure.
- Collaborare con il TSL alla prima verifica delle installazioni di cui al punto precedente, valutando con il medico competente eventuali situazioni di rischio specifico.
- Attuare i criteri definiti dal TSL per la caratterizzazione dell'esposizione dei lavoratori nei luoghi di lavoro.
- Segnalare al datore di lavoro situazioni quali:
 - a) la possibilità di superamento dei limiti di esposizione sulla base delle valutazioni effettuate e/o delle verifiche strumentali eseguite dall'ESL/TSL;
 - b) problematiche relative ad effetti indiretti (accecaimento temporaneo, esplosioni, fuoco) o a interazioni delle radiazioni ottiche con sostanze fotosensibilizzanti presenti nell'ambiente di lavoro;
 - c) livelli di esposizione non compatibili con situazioni di rischio specifico preventivamente segnalate (es. specifiche patologie, disabilità o suscettibilità individuali).
- Sulla base delle indicazioni o prescrizioni ricevute dall'ESL/TSL, identificare e delimitare, ove tecnicamente possibile, le aree in cui i lavoratori possono essere esposti a livelli di radiazioni ottiche LASER superiori ai limiti di esposizione, al fine anche dell'apposizione della segnaletica necessaria.
- Valutare il grado di efficacia degli interventi di prevenzione e protezione adottati o realizzati in base alle valutazioni eseguite dall'ESL/TSL, fornendo al Datore di lavoro le eventuali azioni correttive.
- Definire strategie di controllo per il mantenimento e il miglioramento delle condizioni di

sicurezza raggiunte.

- Verificare che siano eseguiti gli interventi di manutenzione periodici indicati dal fabbricante e/o dall'utilizzatore.
- Consigliare il Datore di lavoro circa l'interpretazione e l'applicazione delle normative nazionali, comunitarie e internazionali in materia.
- Promuovere l'informazione e la formazione di tutti i livelli aziendali coinvolti, collaborando alla realizzazione di tali iniziative, ove richiesto, d'intesa con l'ESL/TSL ed il medico competente.

Le competenze richieste al Preposto alla Sicurezza Laser sono:

- conoscenza dello spettro ottico comprendente la luce visibile, le radiazioni invisibili infrarosso e ultravioletto, in termini di lunghezza d'onda e differenze rispetto alle radiazioni ionizzanti;
- conoscenza delle caratteristiche (spaziali, spettrali e temporali) di base dell'emissione LASER;
- comprensione delle quantità e unità di misura appropriate dell'emissione LASER;
- conoscenza dell'esistenza di standard di sicurezza LASER rilevanti e di regolamentazioni nazionali sull'uso dei LASER;
- comprensione dei concetti di pericolo LASER di classe 1, 1M, 1C, 2, 2M, 3R, 3B e 4 e significato della segnaletica di sicurezza LASER;
- conoscenza delle tipologie dei sistemi LASER in uso nell'azienda e dei relativi impieghi;
- conoscenza delle bande e lunghezze d'onda di emissione dei sistemi LASER in uso;
- conoscenza dei tessuti a rischio di esposizione al fascio LASER e, in caso di emissione LASER all'interno della regione di rischio retinico (lunghezza d'onda tra 400 nm e 1400 nm), comprensione degli effetti di focalizzazione dell'occhio;
- consapevolezza dell'entità dei danni da esposizione a un fascio LASER;
- conoscenza dell'area intorno a un LASER al cui interno possono manifestarsi livelli di esposizioni pericolose in determinate circostanze di impiego;
- comprensione della natura e dell'estensione degli altri rischi che possono derivare dall'uso di un sistema LASER includendo i seguenti:
- rischi meccanici;

- rischi elettrici;
- rischi da rumore e vibrazioni;
- rischi termici;
- rischi di incendio ed esplosione;
- rischi biologici;
- rischi da radiazioni in aggiunta a quelli dovuti all'emissione LASER.
- comprensione delle procedure di controllo necessarie per eliminare il rischio di possibili danni o per ridurre i rischi a livello accettabile, inclusi gli usi appropriati di segnaletica di attenzione e di area controllata;
- comprensione dei requisiti essenziali di salute e sicurezza sul lavoro e dei principi generali di gestione ottimale della sicurezza con particolare riguardo a quanto stabilito dal D. Lgs. 81/08 nel Titolo VIII Capo I e Capo V e dalle Indicazioni Operative redatte dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Province apo V e dalle Indicazioni Operative redatte dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Province Autonome;
- comprensione della necessità di predisporre, documentare e implementare procedure di lavoro sicuro (per operazioni ordinarie, lavori di regolazione, e interventi non pianificati compresi gli incidenti);
- comprensione tecnica sufficiente e capacità di gestione per poter assumere la responsabilità amministrativa, per conto del Datore di lavoro, per sovrintendere, monitorare regolarmente, controllare in modo continuo il pericolo LASER in azienda, in relazione ai tipi di LASER in uso, alle applicazioni, ai lavoratori e all'ambiente di lavoro;
- conoscenza di come affrontare gli incidenti inerenti un LASER e altri episodi che potrebbero compromettere la sicurezza;
- essere in grado di agire su indicazioni specifiche dell'ESL/TSL quando necessario.

I requisiti di un Preposto alla Sicurezza Laser sono:

- a) formazione equivalente al livello EQF4;
- b) aver seguito uno specifico corso di formazione teorico-pratico con relativo esame finale, della durata di almeno 24 ore di cui circa 2/3 di teoria e 1/3 di esercitazioni pratiche e laboratorio. Tale corso di formazione dovrà riguardare gli argomenti sopra elencati e dovrà essere organizzato nell'ambito di specifici percorsi universitari ovvero da Associazioni scientifiche e/o professionali o Enti pubblici di riconosciuta esperienza nel

settore dei Laser con verifica finale dell'apprendimento.

- c) aver svolto attività adeguatamente documentabile nel settore della sorveglianza fisica delle radiazioni ottiche coerenti per almeno 1 anno in modo tale da dimostrare il possesso delle competenze di cui sopra.

A2.7 L'Utilizzatore Laser

Per Utilizzatore Laser si intende la persona che utilizza, lavora o ha il controllo di un sistema LASER di Classe 1M,1C, 2M, 3R, 3B, 4 e che deve essere sufficientemente competente nelle operazioni di lavoro o uso di un sistema LASER e inoltre deve:

- comprendere la natura generale della radiazione LASER;
- conoscere i pericoli per la salute conseguenti all'uso di un sistema LASER, i tessuti biologici a rischio, l'entità dei danni conseguenti;
- comprendere il significato della segnaletica di sicurezza relativa alla classe di LASER usata;
- comprendere le procedure di sicurezza previste nel rapporto di valutazione dei rischi elaborato dal TSL compresa l'eventuale necessità di dispositivi di protezione individuale e le procedure di corretto impiego del DPI predisposte dal TSL nonché il controllo dei pericoli;
- essere consapevole della necessità di eventuali precauzioni aggiuntive necessarie nelle attività non ordinarie, ad esempio quelle di manutenzione, secondo quanto indicato dal TSL;
- avere familiarità con le procedure organizzative e gestionali dell'uso di un LASER elaborate dal TSL incluse le azioni di emergenza e le procedure di documentazione di un incidente.

Si raccomanda che l'Utilizzatore Laser segua un corso di formazione in materia di sicurezza LASER di almeno 4 ore di cui almeno 1 ora dedicata a una parte pratica. Il corso può essere erogato dal TSL, in funzione delle applicazioni specifiche del LASER secondo gli ambiti di attività nel luogo di lavoro. Inoltre chi mette in commercio sistemi laser organizza spesso corsi mirati al tipo di apparecchiatura venduta.

A2.8 Obbligo di notifica

Per le apparecchiature laser di classe 3B e 4 utilizzate all'interno di stabilimenti industriali e

artigianali, negli istituti di ricerca e sviluppo, nelle scuole, negli ambulatori medici o negli ospedali non esiste alcun obbligo di notifica.

A2.9 Macchine Laser in capannoni aperti

Le apparecchiature laser utilizzate nella produzione industriale in capannoni aperti non devono rappresentare un pericolo né in esercizio normale né in quello particolare.

Tali apparecchiature devono essere munite di un involucro di protezione. Il fascio laser si deve arrestare quando si apre l'involucro. L'osservazione del processo di lavorazione è consentita solo utilizzando un filtro di protezione incorporato. Per maggiori informazioni sui filtri di protezione consultare la norma EN 207, i cataloghi dei produttori di occhiali di protezione laser, i cataloghi dei produttori di schermi di protezione laser.

Se per motivi tecnici non è possibile realizzare un involucro continuo (classe 1), bisogna per lo meno schermare le zone accessibili alle persone. Lo stesso pezzo in lavorazione e parti della macchina possono servire da schermo, impedendo la visione diretta del campo di lavorazione e la fuoriuscita di raggi riflessi.

Se la macchina non può essere incapsulata, deve essere usata in un'area ad accesso controllato. Le persone presenti devono portare occhiali di protezione correttamente dimensionati. Le finestre devono essere coperte con materiale adeguato (l'autocertificazione è consentita).

Il meccanismo di chiusura delle schermature mobili (ad es. tende a lamelle) deve essere connesso al sistema di sorveglianza.

A2.10 Comportamenti da evitare

Oltre alle già citate regole di comportamento, anche riportate sulle etichette di avvertenza, che impongono di evitare di guardare direttamente il raggio laser e di proteggersi dalla radiazione diretta, riflessa e diffusa, sia per quanto riguarda gli occhi che la cute, occorre prestare particolare attenzione ai comportamenti potenzialmente scorretti da parte dell'operatore.

Durante le operazioni di saldatura è necessario rispettare alcune regole di comportamento, nonostante le protezioni presenti sulla macchina.

Ad esempio, sebbene il contatto previsto tra morsetto di sicurezza e pezzo in lavorazione sia

pensato per rendere impossibile la direzione del raggio laser in modo diretto verso le persone, esistono comportamenti che possono rendere vana questa protezione.

Se l'operatore salda un pezzo posto in verticale ed esiste la possibilità, a causa dello spessore o della natura del materiale, che il raggio laser attraversi il materiale in lavorazione, è necessario che:

1. l'operatore non tenga la mano dietro al pezzo in lavorazione,
2. non siano presenti altre persone dietro al pezzo, sulla traiettoria potenziale del raggio;
3. non vi siano oggetti deteriorabili dietro al pezzo.

Risulta evidente che le precedenti raccomandazioni sono ancora più importanti se l'operatore sta utilizzando l'ugello da taglio.

L'operatore deve sempre impugnare la pistola da saldatura in modo che la direzione di uscita del raggio laser incida sul pezzo in lavorazione con un angolo compreso tra 30 e 60 gradi, e in modo da evitare riflessioni dirette

- nella pistola (potrebbero danneggiare il sistema ottico della stessa),
- verso sé stesso,
- in direzione di altre persone.

Per lo stesso motivo, l'operatore deve provvedere affinché la mano che eventualmente appoggia sul pezzo in lavorazione non si trovi mai in corrispondenza della direzione del raggio, sia diretto che riflesso.

Si tenga presente che materiali quali l'alluminio, il rame, l'ottone e altri, oltre a prevedere una potenza di saldatura più elevata rispetto al ferro e all'acciaio, causano anche una maggior riflessione/diffusione delle radiazioni, che non sono visibili. Prestare particolare attenzione quando si saldano questi materiali.

L'operatore dovrebbe essere stato formato in merito a questi comportamenti scorretti effettuando prove pratiche di addestramento sul campo, ma resta comunque opportuna un'attenta attività di vigilanza da parte del preposto.

A2.11 Protezione degli occhi

Quando si utilizzano sistemi laser di classe 3R a radiazione invisibile, e di classe 3B e 4 a radiazione visibile o invisibile, tutte le persone presenti devono indossare obbligatoriamente adeguati occhiali di protezione. Gli occhiali di protezione laser e i filtri devono essere

dimensionati per proteggere la vista dal fascio principale anche se vengono utilizzati solo per la radiazione diffusa. Un protettore oculare delle giuste dimensioni attenua il raggio laser riportandolo come minimo entro il valore d'esposizione massimo permesso (EMP) per l'irradiazione diretta della cornea.

La norma EN 207 comprende una guida per dimensionare correttamente occhiali e filtri di protezione. I fabbricanti di occhiali di protezione offrono di solito un servizio di dimensionamento.

Gli occhiali di protezione contro le radiazioni laser non sono universali e devono essere utilizzati solo per quei tipi di laser per i quali sono stati concepiti (campo di lunghezza d'onda; tipo d'uso: cw, a impulsi, a impulsi giganti, ecc.).

Per regolare gli apparecchi laser di classe 3B e 4 con radiazione visibile si usano, invece degli occhiali di protezione, appositi occhiali per regolazione laser. Secondo la norma EN 207 (EN 208 per gli occhiali di regolazione laser) l'etichettatura deve essere stampata sulla montatura degli occhiali. L'etichetta comprende le seguenti informazioni: nome del fabbricante, grado di protezione e condizioni di irraggiamento nelle quali il grado di protezione è garantito. Esempio: 1080 D L6 Univet (ovvero: lunghezza d'onda 1080 nm, emissione continua, grado di protezione 6, ditta Univet).

Nella protezione da radiazioni nocive è necessario distinguere tra radiazioni ionizzanti e radiazioni non ionizzanti. Tra le radiazioni ionizzanti ricordiamo i raggi X e le radiazioni di origine nucleare. Radiazioni non ionizzanti sono le onde radio e le microonde, i raggi infrarossi e ultravioletti, l'elettrosmog, i campi magnetici ed elettromagnetici, nonché i laser.

Le fonti classiche di radiazioni emettono un campo che si estende nello spazio. Il raggio laser invece è estremamente concentrato e ha un'intensità di potenza elevata.

Vicino a una fonte di radiazioni «classica» si è sempre esposti a una dose di radiazione, mentre vicino a un laser si è irradiati solo se si entra nel fascio concentrato.

In questo caso, i danni subiti sono immediatamente visibili. Non si conoscono effetti tardivi, dovuti all'accumulazione di esposizioni inconsapevoli.

Nell'uso di laser di elevata potenza, appartenenti alle classi 3B e 4, con una lunghezza d'onda compresa tra 400 nm e 1400 nm, la parte del corpo maggiormente esposta sono gli occhi. Infatti il cristallino focalizza ulteriormente il raggio già concentrato del laser. Le lesioni alla retina sono particolarmente gravi perché le cellule sensoriali distrutte non possono più rigenerarsi.

Secondo gli specialisti anche la retina subisce un processo d'invecchiamento. Per questo motivo una lesione retinica conseguente a un'esposizione non è più distinguibile, già dopo breve tempo, da un danno di altra natura, ad es. dovuto ad invecchiamento o infiammazione. Per questo motivo gli esami oculistici preventivi possono essere problematici, in quanto se si riscontra un peggioramento della vista si tende ad imputarlo ad un'esposizione inconsapevole a raggi laser piuttosto che al normale processo di invecchiamento.

Pertanto, dopo un'esposizione a un raggio laser è importante rivolgersi al più presto a un oculista, ma non risulta indispensabile effettuare controlli preventivi della vista da parte del medico competente.

L'ottica di focalizzazione trasforma il fascio parallelo prodotto dalla sorgente laser in un fascio a forma di cono, che diverge rapidamente dopo il punto focale. In questo modo la distanza nominale di rischio oculare (DNRO) può essere «molto grande» o «poco estesa» o addirittura «vicina al punto di lavoro» a seconda della distanza focale dell'ottica del laser. In casi rari, durante la penetrazione del fascio laser nel pezzo in lavorazione possono verificarsi riflessioni di eccezionale potenza. Nella norma sui laser questo fenomeno è definito radiazione laser vagante. Se il punto di lavorazione (plasma) è visibile direttamente, l'accesso alla zona di pericolo deve essere consentito solo a coloro che indossano adeguati occhiali di protezione laser.

I laser di elevata potenza (nell'ordine dei kW) sono estremamente pericolosi anche senza ottica di focalizzazione. La zona del fascio parallelo non deve quindi essere accessibile.

Nella lavorazione dei materiali si può spesso verificare anche una radiazione diffusa che, a seconda della lunghezza d'onda, può essere pericolosa per gli occhi non adeguatamente protetti.

La radiazione diffusa dei diodi laser ad alta potenza è particolarmente pericolosa per gli occhi. Questa radiazione diffusa invisibile, nel campo dell'infrarosso vicino, attraversa le lenti degli occhiali e il cristallino e si focalizza sulla retina. Se questi laser sono privi di schermatura totale, le persone presenti devono indossare occhiali protettori per raggi laser. Inoltre, l'accesso alla zona in cui il laser è operativo deve essere vietato al personale non autorizzato. Eventuali pareti, porte o finestre trasparenti devono essere ricoperte di materiale adeguato.

Un fascio laser di elevata potenza provoca in breve tempo temperature molto alte nel punto di lavorazione. Ciò causa in alcuni materiali un'intensa emissione di luce non coerente che può causare un forte abbagliamento e una riduzione temporanea della vista.

Gli occhiali di protezione per raggi laser non proteggono da questo tipo di radiazione e quindi è opportuno indossare, oltre a questi, una protezione antiabbagliamento del tipo usato per la saldatura.

Per questo motivo, DD Industrial consiglia di dotare l'operatore, oltre a occhiali adeguati alla protezione laser, anche di una visiera (da indossare sopra agli occhiali) idonea alla protezione dalle emissioni della saldatura (ad esempio una visiera DIN 3.0), compresa quella minima parte di UV emessa dal plasma.

In merito al sistema di saldatura Laser manuale FCA 1500, i Tecnici Sicurezza Laser di DD Industrial hanno condotto numerosi test sul campo e simulazioni al computer mediante software di simulazione militare per individuare, in base alle lavorazioni possibili e alle situazioni più ragionevolmente prevedibili, il tipo corretto di dispositivi di protezione laser da utilizzare.

Considerando l'elevata potenza del laser e la lunghezza d'onda di 1080 nm (quindi nel campo dell'infrarosso), si è cercato di stabilire il miglior compromesso tra protezione e usabilità.

Ipotizziamo uno scenario tipico di utilizzo:

- installazione in un locale chiuso, di dimensioni e caratteristiche idonee (5x6 metri, privo di finestre e superfici vetrate, dotato di rivestimenti murali adeguati, ben illuminato, dotato di impianto di aspirazione, dotato della segnaletica e dei dispositivi di cui alla sezione A2.3 "Requisiti per un ambiente idoneo all'uso di un laser" e in cui è prevista la presenza del solo operatore;
- Lavorazione di saldatura di materiali metallici su piano orizzontale (considerato come superficie lambertiana pura, quindi con emissione di radiazione diffusa) alla massima potenza;
- Comportamento corretto da parte dell'operatore (vedi sezione A2.10 "Comportamenti da evitare").

Nella situazione ipotizzata nella simulazione, la valutazione degli effetti sull'occhio ha portato ad individuare come idonei occhiali di protezione con le seguenti caratteristiche:

D 1080 LB6 o equivalenti

Ovviamente è possibile utilizzare prodotti con protezione superiore, ma il rischio è che il filtro risulti eccessivo: il valore di VLT (che rappresenta la quota di luce visibile che attraversa la lente) deve comunque garantire la buona visibilità da parte dell'operatore.

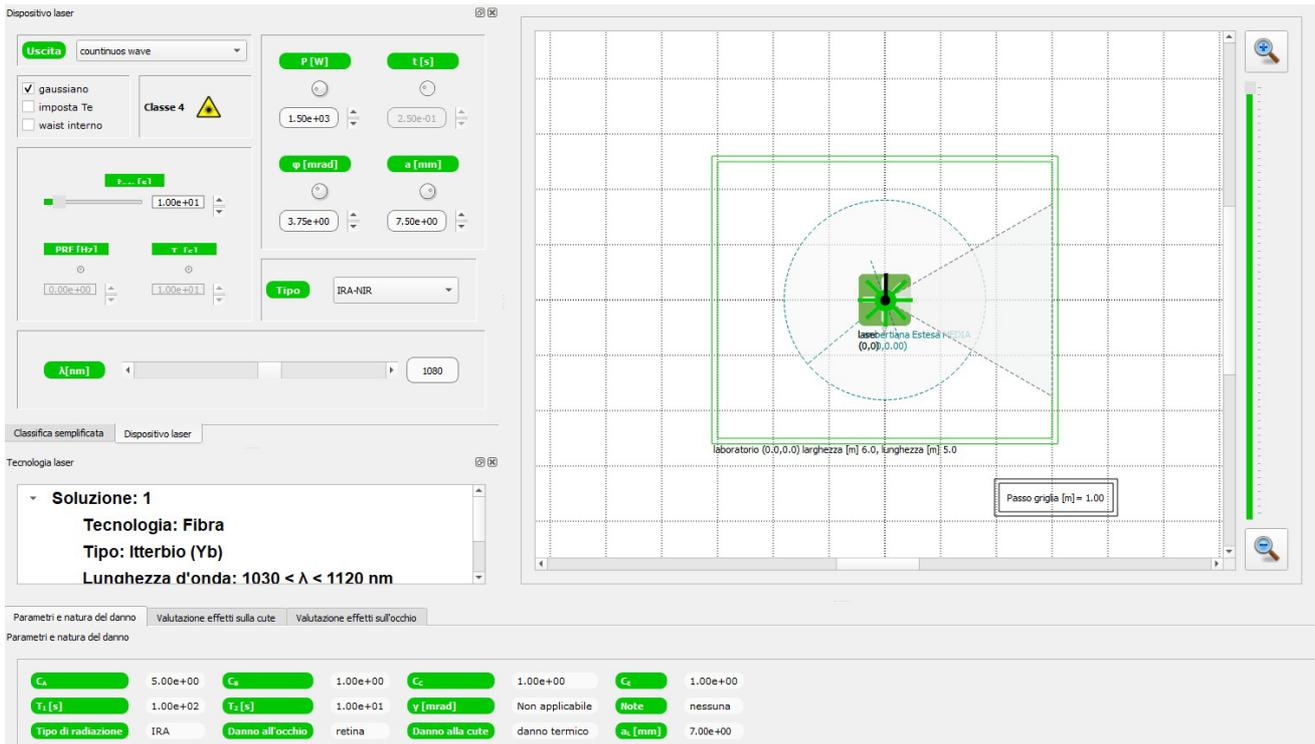


Fig. A2.11.1 Esempio di simulazione locale laser

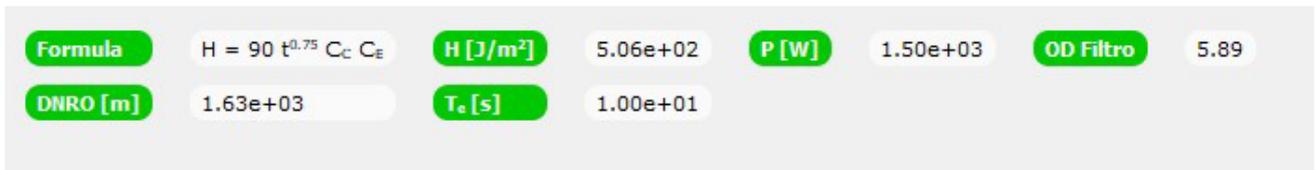


Fig. A2.11.2 Valutazione effetti sull'occhio

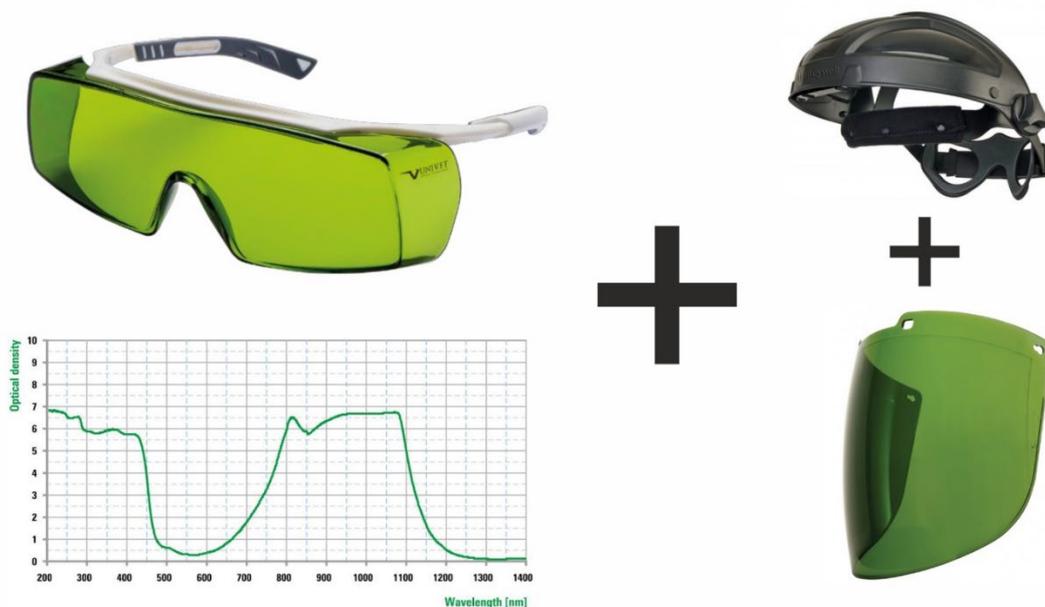


Fig. A2.11.3 DPI consigliati per gli occhi

A2.12 Protezione della cute

Quando si utilizzano sistemi laser a radiazione invisibile, soprattutto se in presenza di radiazione diffusa, è necessario proteggere la pelle dell'operatore dagli effetti termici della radiazione.

Ricordiamo che il sistema di saldatura laser manuale FCA1500 utilizza una sorgente con lunghezza d'onda pari a 1080 nm, quindi nel campo dell'infrarosso vicino.

Rispetto ad altre tecniche di saldatura (elettrodo, Tig, Mig, ecc.) che, sfruttando un arco voltaico per la fusione del metallo, emettono una quota significativa di raggi ultravioletti, la saldatura laser emette quasi esclusivamente raggi infrarossi.

I raggi ultravioletti sono molto più dannosi per la cute, provocando danni molto seri (i raggi UV sono classificati come cancerogeni) rispetto ai raggi infrarossi, che possono comunque provocare eritemi e scottature, soprattutto per esposizioni prolungate.

Un altro vantaggio è che il corpo umano reagisce istintivamente all'insulto termico derivante dai raggi IR, sottraendosi immediatamente all'esposizione ed evitando danni gravi.

Considerando questi aspetti, e sempre tenendo presente il corretto comportamento da parte dell'operatore, per la protezione della cute si può ritenere sufficiente:

Indossare abbigliamento non infiammabile che copra adeguatamente la pelle,

Indossare guanti da protezione termica (la mano è comunque la parte del corpo più facilmente esposta).



ATTENZIONE:

Nessun guanto è in grado di resistere ad una esposizione a breve distanza del raggio laser diretto e in queste condizioni può essere perforato facilmente. Tale evenienza va evitata con un comportamento corretto da parte dell'operatore.

L'uso dei guanti è da prevedersi allo scopo di protezione da raggi riflessi o diffusi e dal calore emanato dal pezzo in lavorazione.

La DD Industrial ha individuato un modello di guanto particolarmente adatto, in fibra aramidica di colore chiaro (i colori scuri assorbono maggiormente la lunghezza d'onda caratteristica del laser in questione), che non solo risponde adeguatamente ai requisiti di protezione termica (normativa EN407), ma garantisce allo stesso tempo una buona protezione meccanica (normativa EN388), considerando che l'operatore si trova probabilmente a maneggiare pezzi non solo caldi, ma spesso taglienti o appuntiti.



Fig. A2.12.1 Valutazione effetti sulla cute



EN 388:2016+A1:2018
Guanti di protezione contro rischi meccanici

RESISTENZA	Livelli di prestazione
Abrasion	4
Taglio da lama	5
Lacerazione	4
Perforazione	4
TDM Cut (ISO 13997) da A a F	X

X: il guanto non è stato testato per questa caratteristica.



EN 407:2004
Guanti di protezione contro rischi termici (calore e/o fuoco)

RESISTENZA	Livelli di prestazione
Comportamento al fuoco	4
Calore per contatto	3
Calore convettivo	3
Calore radiante	2
Piccoli spruzzi di metallo fuso	4
Grandi proiezioni di metallo fuso	X

X: il guanto non è stato testato per questa caratteristica.



Fig. A2.12.2 DPI consigliati per la cute