Guida per l'utente per il
Sistema di marcatura laser FLM 10 UV



DD INDUSTRIAL – Davide Defend
Via Caraglio, 45 – 10141 Torino - ITALY
2026.07
Versione 1.0

Sommario

1. Informazioni sulla sicurezza 5

1.1 Convenzioni di sicurezza utilizzate nella Guida per l'utente 5

1.2 Classificazione laser 5

1.3 Etichette sul Prodotto 7

1.4 Istruzioni di sicurezza per il funzionamento ottico 8

1.5 Istruzioni di sicurezza per il funzionamento elettrico 9

1.6 Altre istruzioni di sicurezza 10

2. Descrizione del prodotto 10

2.1 Introduzione 10

2.2 Descrizione del modello 12

2.3 Disimballaggio e ispezione 12

2.4 Condizioni di funzionamento 13

2.5 Istruzioni per l'uso 14

2.6 Parametri caratteristici 14

3. Installazione del laser 15

3.1 Dimensioni della macchina 15

3.2 Collegamento tra sorgente ed elettronica. 16

3.3 Le lenti focali 17

3.4 Connessione e Requisiti 17

3.4.1 Collegamento al circuito elettrico 17

3.4.2 Requisiti del sistema di raffreddamento 17

3.5 Precauzioni per l'installazione 18

4. Utilizzo del prodotto 19

4.1 Elementi della macchina e dispositivi di comando 19

4.2 Collegamento dell'alimentazione elettrica 21

4.3 Operazioni di accensione della macchina 21

5. Il software di controllo: LightBurn 22

5.1 Documentazione Ufficiale e Supporto 22

6. Il software di controllo della messa a fuoco: Z FOCUS 24

6.1 Avvertenze di sicurezza 24

6.2 Sicurezza automatica integrata 25

6.3 Avvio dell'applicazione 25

6.4 Panoramica dell'interfaccia 26

6.5 Concetti fondamentali 26

6.6 I tre display 27

6.7 Collegare il dispositivo 27

6.8 Calibrazione 27

6.9 Operazioni di messa a fuoco 29

6.10 Memorie 29

6.11 Movimento manuale (Jog) 29

6.12 Pulsanti fisici sulla macchina 29

6.13 Messaggi e stati particolari 29

6.1 Finestra mini-display 30

6.2 Risoluzione dei problemi 30

7. Soluzioni per la risoluzione dei problemi 30

8. Manutenzione della macchina 31

8.1 Mantenere pulita la macchina 31

8.2 Mantenere e sostituire le lenti focali 32

9. Parametri di marcatura 33

9.1 Parametri di processo fondamentali 33

9.1.1 Marcatura delle plastiche 36

9.1.2 Marcatura del vetro 37

9.1.3 Marcatura delle ceramiche 37

9.1.4 Marcatura di elettronica, circuiti flessibili e semiconduttori 37

9.1.5 Marcatura di metalli rivestiti e anodizzati 37

9.1.6 Marcatura di metalli nudi 37

9.1.7 Marcatura della pietra 38

9.2 Parametri di processo 38

10. Sistema di raffreddamento della sorgente laser 39

10.1 Descrizione dei componenti 41

10.2 Condizioni e requisiti per l'installazione e l'utilizzo del chiller 41

10.3 Riempire il serbatoio del fluido 42

10.4 Spurgare l'aria dal circuito 43

10.5 Verifiche di funzionamento. 43

10.6 Stato operativo e regolazione dei parametri 43

10.7 Interfacce di allarme 46

10.8 Manutenzione 46

10.9 Risoluzione dei problemi più comuni 47

11. Automazione e inserimento in impianti automatizzati 49

11.1 Passaggio da modalità manuale a modalità remota/automatica. 49

11.2 Ritorno alla modalità di funzionamento manuale. 50

12. Garanzia e restituzione 50

12.1 Garanzia generale 50

12.2 Limite di garanzia 50

12.3 Imballo e Trasporto 51

13. Allegato 1 - Dichiarazione di conformità 52

14. Allegato 2 - Regole di sicurezza e Formazione dell'operatore 53

14.1 Obblighi e adempimenti vincolanti per l'utilizzatore 53

14.2 Protezione degli occhi 54

14.3 Protezione della cute 56

14.4 Altri rischi per l'operatore 57

1. Informazioni sulla sicurezza

Grazie per aver scelto il sistema di marcatura laser FLM10UV.

Al fine di garantire la sicurezza operativa (sicurezza del personale, sicurezza delle apparecchiature, sicurezza della lavorazione) 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:*** ***Si riferisce a un potenziale pericolo che può causare lesioni personali o morte.***
	***ATTENZIONE:*** ***Si riferisce a un potenziale pericolo per il prodotto o a una potenziale lesione fisica per il personale.***
	***IMPORTANTE:*** ***Si riferisce a qualsiasi informazione relativa al funzionamento del prodotto.*** ***Si prega di non trascurare queste informazioni.***

1.2 Classificazione laser

Il sistema di marcatura laser FLM10UV adotta una sorgente laser UV, in grado di emettere radiazione laser in modalità pulsata con una lunghezza d'onda nell'intorno di 355 nm, che è luce invisibile nel campo dell'ultravioletto. La potenza di uscita nominale del laser è di 10 W, la potenza massima effettiva è pari a circa 13,5 W, quindi il prodotto si classifica 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 danni 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 sulle persone.

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.

Prima di istallare 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 oculare.***
- ***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 pulsata (355 nm) e che offrano un livello di protezione adeguata secondo la norma EN207.***
- ***Le radiazioni emesse dal processo di lavorazione possono essere pericolose: utilizzare abbigliamento e protezioni adeguate.***
- ***Fumi e particelle emesse dal materiale oggetto di lavorazione possono essere pericolosi: evitare di inalarli e disporre di adeguata ventilazione e impianti di estrazione.***
- ***Il raggio laser stesso può causare un incendio se diretto verso materiali infiammabili. Tenere un estintore nelle vicinanze e NON utilizzare in ambiente ATEX.***

1.3 Etichette sul Prodotto

Le etichette di sicurezza sono situate principalmente sull'involucro principale del laser e sulla testa galvanometrica, come mostrato nelle seguenti figure:

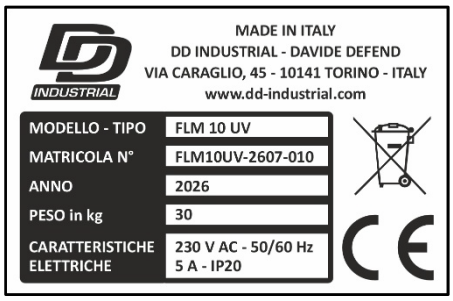
<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Testa galvanometrica</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>Pannello posteriore</td>
<td>Pannello anteriore</td>
<td>Colonna Asse Z</td>
</tr>
</table>

Figura 1.1 Posizioni dei simboli sulla macchina

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

	
1: Etichetta del prodotto Laser di classe 2 per il laser di puntamento rosso	2: Etichetta del prodotto Laser di classe 4 per il fascio laser di marcatura
	
3: Etichetta di pericolo di radiazioni e raggi Laser	4: Pericolo elettrico
	
5: Targhetta di identificazione del prodotto e conformità CE	6: Avvertenze di sicurezza: indossare i dpi, uscita raggio laser

1.4 Istruzioni di sicurezza per il funzionamento ottico

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

- Non guardare mai direttamente nell'uscita ottica della testa galvanometrica quando l'interruttore principale è acceso.
- Durante l'operazione di marcatura, evitare di osservare direttamente la zona di impatto del raggio laser.
- 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 da materiale riflettente, ecc.), la direzione dell'uscita laser deve essere eventualmente protetta da ripari affidabili secondo le norme EN12254, EN60825-4 e EN207.
- Prima dell'uso, assicurarsi che la lente focale sia pulita e priva di polvere, altrimenti il laser potrebbe essere danneggiato.

- Se la testa galvanometrica si riscalda durante l'uso, interrompere immediatamente l'uso e verificare il problema.

1.5 Istruzioni di sicurezza per il funzionamento elettrico

	***AVVERTIMENTO:*** ***Nonostante gli occhiali protettivi siano indossati, è assolutamente vietato fissare l'uscita ottica mentre l'interruttore elettrico del laser è acceso.***
	***ATTENZIONE:*** ***Tenere pulita la lente focale. La polvere sulla lente focale può danneggiare la lente quando il raggio laser la colpisce.***

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

1. Assicurarsi che la fonte di alimentazione collegata all'apparecchiatura sia adeguatamente collegata 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.

	***AVVERTIMENTO:*** ***La tensione di ingresso della macchina è 230 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.***
	***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 i pannelli dell'involucro 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. Non puntare mai il laser verso il corpo o verso superfici infiammabili o riflettenti.
4. L'uso di questa macchina è riservato ai professionisti informati, formati e addestrati. Tenere fuori dalla portata dei bambini.
5. Si prega di utilizzare il laser in stretta conformità con il manuale del prodotto, altrimenti eventuali danni al laser non saranno considerati in garanzia.
6. Per evitare scosse elettriche, non manomettere il prodotto, altrimenti eventuali danni al laser non saranno considerati in garanzia.

	***ATTENZIONE:*** • ***L'uso di questa attrezzatura è riservato a personale qualificato, adeguatamente informato, formato e addestrato.*** • ***L'attrezzatura è da intendersi utilizzabile soltanto in ambito professionale.*** • ***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 355 nm.***

2. Descrizione del prodotto

2.1 Introduzione

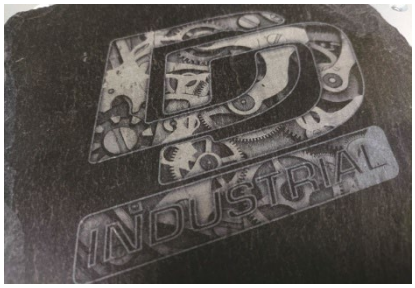
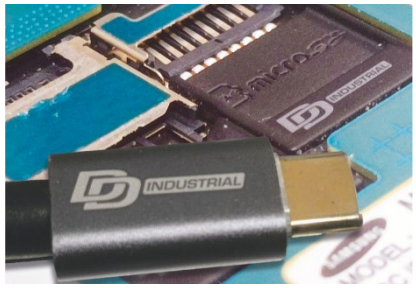
La marcatura laser funziona secondo il processo detto ablazione laser o foto-ablazione, che è il processo di rimozione di materiale da una superficie solida (substrato) mediante irradiazione con un raggio laser. Il materiale viene riscaldato dall'energia laser assorbita ed evapora o sublima, oppure vira il proprio colore tramite alterazione della struttura molecolare.

La marcatura laser ha grandi applicazioni nell'industria: ad esempio viene utilizzata per marcare loghi, nomi di prodotti, numeri di serie, numeri di modello e altre informazioni su un prodotto. La marcatura laser si rivela particolarmente adatta alla marcatura di metalli e plastiche. Rispetto ai metodi di marcatura tradizionali come la marcatura per impatto meccanico, per corrosione chimica, mediante l'uso di etichette o vernici, la marcatura laser presenta evidenti vantaggi.

1. La marcatura laser è un metodo di marcatura sostenibile. Non è necessario utilizzare prodotti chimici e solventi. I rifiuti della marcatura sono fondamentalmente polvere solida, di piccole dimensioni, facile da immagazzinare, e questo può facilmente aiutare a risolvere il problema dell'inquinamento ambientale che caratterizza altre tecniche di marcatura.
2. I metodi di marcatura tradizionali prevedono spesso la marcatura a contatto, che si basa su forza meccanica che agisce sulla superficie dell'oggetto da pulire. In questo modo si può danneggiare la superficie dell'oggetto, inoltre la dimensione della marcatura è condizionata dalla dimensione dei punzoni.
3. Il laser può essere indirizzato in modo molto preciso, quindi può marcare parti molto piccole o parti che non sono facilmente raggiungibili con i metodi tradizionali.
4. Con i metodi di etichettatura e stampa, le etichette o le superfici stampate possono staccarsi o sbiadirsi, rendendo impossibile identificare il contenuto stampato. Con la marcatura laser, invece, non ci si deve preoccupare di contenuti marcati che col tempo scompaiono.
5. La velocità di marcatura del laser è elevata, e questo si traduce in un risparmio di tempo e di mano d'opera.
6. Sebbene l'investimento iniziale del sistema di marcatura laser sia relativamente più elevato, il sistema di marcatura può essere utilizzato stabilmente per lungo tempo, il costo operativo è basso, non vi sono consumabili e la macchina ha un basso consumo di energia elettrica.

Figura 2.1 Esempi di possibili lavorazioni

		
Marcatura vetro e ceramiche	**Marcatura plastiche**	**Incisioni fotografiche**
		
Oggettistica e gioielleria	**Tracciabilità industriale**	**Legno e carta**

		
Pelle e tessuti	**Pietra e ardesia**	**Componenti elettronici**

Il sistema di controllo adotta una scheda interna di controllo della marcatura laser e il software è progettato in modo da controllare contemporaneamente i parametri del laser e quelli del sistema galvanometrico di scansione.

L'interfaccia di alimentazione è dotata di una spina europea standard da 230 V AC a tre poli, la macchina può essere utilizzata immediatamente dopo l'accensione.

2.2 Descrizione del modello

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

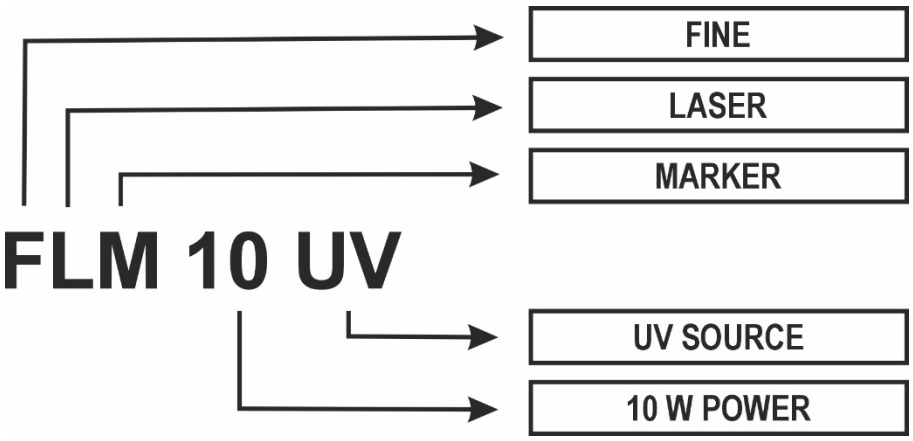


Figura 2.2 il significato del nome del modello

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 integro 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.

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	FLM 10 UV
Tensione di alimentazione (V)	230 V CA 50/60Hz
Posizionamento	In piano, orizzontale, senza vibrazioni e urti
Temperatura ambiente	0 ~ 40 °C
Temperatura stoccaggio	-10 ~ 60 °C
Umidità relativa	< 80% 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 dell'involucro principale e il muro sia > 10 cm.

Tabella 2.4 le condizioni di funzionamento per il laser FLM10UV

Nota:

1. La testa galvanometrica è collegata alla sorgente. Prevedere una certa distanza tra la testa galvanometrica e l'involucro principale per evitare che polvere o altro inquinamento possano venire aspirati dal sistema di raffreddamento dell'involucro principale.
2. Si prega di utilizzare prodotti speciali per lenti se si desidera pulire la lente focale.
3. Non effettuare operazioni di manutenzione mentre l'apparecchiatura è accesa.
4. Indossare sempre occhiali protettivi certificati EN207.



ATTENZIONE:

Non far funzionare mai questo prodotto in condizioni di elevata umidità $: 80%), sebbene il prodotto abbia un'ottima adattabilità all'ambiente ad alta umidità.



IMPORTANTE:

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.

2.5 Istruzioni per l'uso

1. Alla prima alimentazione del dispositivo, assicurarsi che l'alimentazione e il collegamento di tutti i cavi siano corretti.
2. Togliere il tappo protettivo dalla lente focale, ma reinserirlo mentre il dispositivo non è in uso, la protezione dalla polvere è importante.
3. Tenere tutte le parti della macchina pulite.

2.6 Parametri caratteristici

Nella successiva tabella sono illustrati i parametri caratteristici del marcatore laser modello FLM10UV, la cui potenza media è stata testata prima della consegna e risulta almeno pari a 10 W.

Tabella 2.6 Parametri del laser FLM10UV

MODELLO		**FLM 10 UV**
Specifiche Ottiche	Potenza media in uscita (W)	≥ 10
	Energia massima del singolo impulso in uscita (mJ)	0,2
	Modalità operativa	Pulsata
	Polarizzazione	orizzontale
	Scala di potenza (%)	1 ~ 100
	Lunghezza d'onda centrale (nm)	355
	Instabilità di alimentazione (%)	< 3
	Frequenza impulso (kHz)	40 - 300
	Durata impulso ns	1 - 20
	Potenza del laser rosso (mW)	>0,5
	Diametro raggio in uscita (mm)	4,5 ± 0,5

Specifiche Elettriche	Tensione di esercizio (VAC)	AC 230V 50/60Hz
	Consumo energetico (W)	< 1000
	Modalità di controllo	software
Altre Specifiche	Dimensioni w × h × d (mm) Involucro principale	205 x 435 x 500
	Dimensioni w × h × d (mm) Piano di lavoro con torre	350 x 700 x 700
	Peso Complessivo (kg)	30
	Temperatura operativa (℃)	0 ~ 40
	Umidità ambiente (%)	< 80
	Metodo di raffreddamento	Liquido
	Temperatura di stoccaggio (℃)	-10 ~ 60
Specifiche Chiller	Tensione di esercizio (VAC)	AC 230V 50/60Hz
	Consumo energetico (W)	< 1500
	Dimensioni w × h × d (mm)	580 x 290 x 520
	Peso Complessivo (kg)	27
	Capacità serbatoio (L)	6

3. Installazione del laser

3.1 Dimensioni della macchina

Il marcatore laser DD Industrial FLM10UV è composto da due parti:

- Involucro principale, che contiene l'elettronica di alimentazione e controllo della sorgente laser.
- Torre di supporto della sorgente e della testa, che è fissata al piano di lavoro e permette di regolare l'altezza della testa rispetto al materiale da marcare. All'interno della testa operano gli specchi galvanometrici, controllati dal software, che provvedono a indirizzare il fascio laser, attraverso la lente focale, sulla superficie da marcare. La sorgente laser è dotata di raffreddamento a liquido e deve essere collegata al refrigeratore (chiller) fornito in dotazione.

Nella successiva figura vengono illustrate le parti della macchina e le relative dimensioni.

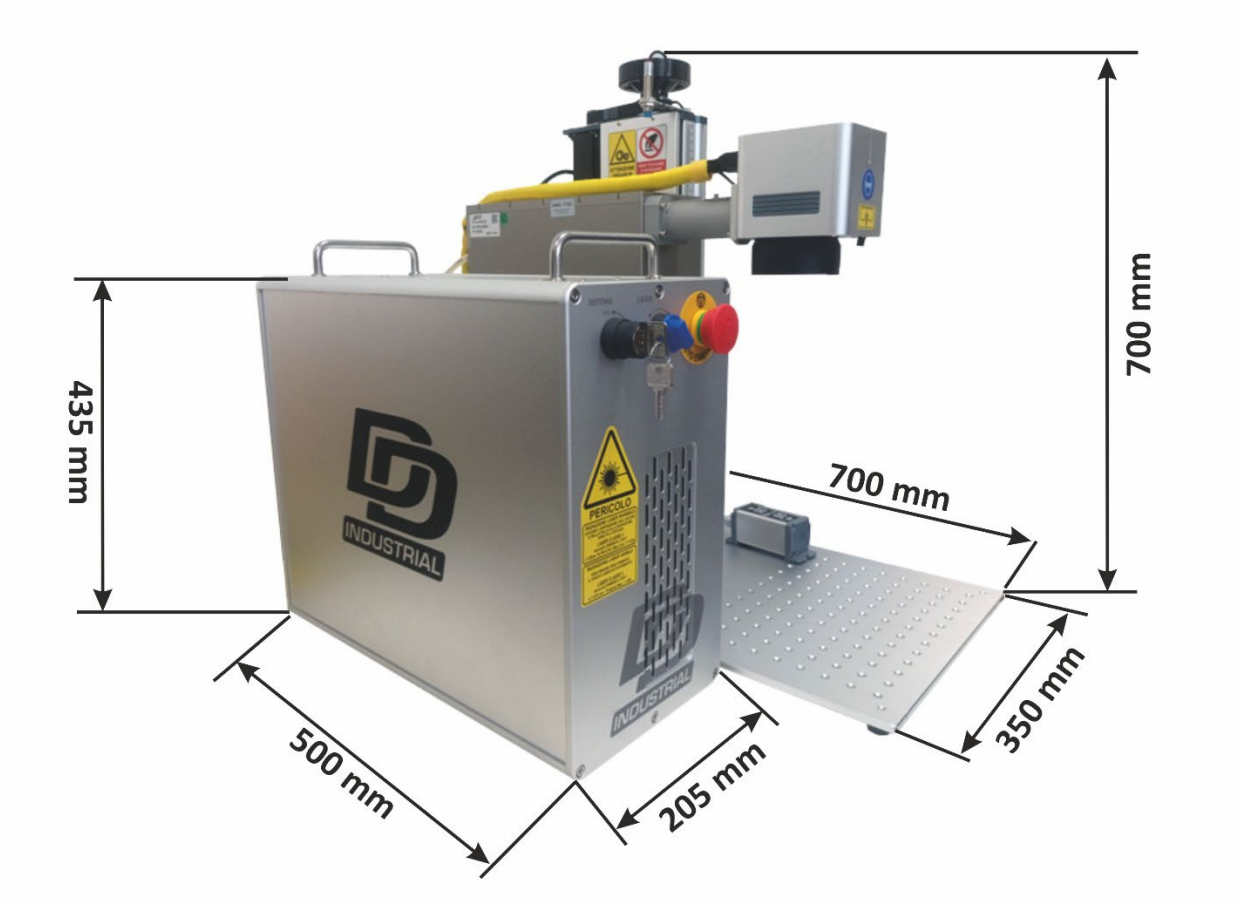


Figura 3.1 Dimensioni complessive

3.2 Collegamento tra sorgente ed elettronica.

La sorgente è saldamente fissata alla torre ed alla testa galvanometrica, ed è collegata all'elettronica di alimentazione e controllo tramite un fascio di cavi di lunghezza pari a circa tre metri (compresa la parte interna alla macchina). Tale fascio è rivestito per resistere a eventuali sollecitazioni da parte dell'operatore, ma va comunque trattato in modo da evitare danneggiamenti.
Nelle normali operazioni di marcatura e durante l'eventuale trasporto della macchina, occorre evitare di piegare eccessivamente i cavi. Una curvatura troppo accentuata potrebbe causare la rottura o il surriscaldamento dei cavi stessi e causare danni alla macchina.

Alla sorgente sono collegati anche i tubi dell'impianto di raffreddamento a liquido della sorgente laser, che non vanno piegati o strozzati per non compromettere la circolazione del liquido e quindi l'efficienza di raffreddamento.

Danni derivanti da un'errata modalità di impiego o di movimentazione della macchina non saranno considerati in garanzia.

	***ATTENZIONE:*** ***La sorgente laser e la testa galvanometrica sono dispositivi elettro-ottici molto precisi, sono possibili danni irreparabili al laser se i cavi e i tubi vengono attorcigliati o piegati eccessivamente.*** ***Evitare forti vibrazioni e urti sulla testa galvanometrica.***

3.3 Le lenti focali

In dotazione alla macchina troverete una lente focale F254, che equivale ad un campo di lavoro di circa 175x175 mm.
Su richiesta è possibile ordinare altre misure di focale, secondo la seguente tabella:

Tabella 3.3 Lenti focali e relativi campi di lavoro

Distanza focale (mm)	Area di marcatura (mm)
80	50 x 50
100	70 x 70
160	110 x 110
210	150 x 150
254	175 x 175
290	200 x 200
330	220 x 220
430	300 x 300

Sostituendo la lente focale varierà la distanza di messa a fuoco corretta, quindi occorrerà calibrare i puntatori a laser rosso.

Ingrandendo il campo di lavoro, la potenza effettiva del raggio laser verrà attenuata dalla maggior distanza, soprattutto in prossimità dei vertici dell'area di lavoro.

3.4 Connessione e Requisiti

3.4.1 Collegamento al circuito elettrico

Fare riferimento ai requisiti di alimentazione pertinenti nella tabella 2.6. Prima di collegare l'alimentazione elettrica assicurarsi che la tensione di ingresso sia conforme agli standard indicati nelle specifiche tecniche.

3.4.2 Requisiti del sistema di raffreddamento

La sorgente laser adotta la dissipazione del calore tramite un sistema di raffreddamento a liquido, mentre l'elettronica adotta un raffreddamento ad aria. Quando si posiziona la macchina, operare in uno spazio non chiuso e ristretto con buone condizioni di circolazione dell'aria, con almeno 10 cm di spazio libero intorno a tutti i lati della macchina e almeno 1 metro di spazio libero su tutti i lati del sistema di raffreddamento a liquido.

Non posizionare oggetti che potrebbero bloccare il flusso di raffreddamento sulle griglie di aerazione della macchina o del chiller.

	***IMPORTANTE:*** ***Le prese d'aria di raffreddamento della macchina devono essere pulite regolarmente.*** ***Non appoggiare oggetti sopra la macchina.*** ***I danni all'apparecchiatura causati da uso/manutenzione impropri non saranno considerati in garanzia.***

3.5 Precauzioni per l'installazione

1. Il laser deve essere posizionato stabilmente su un piano orizzontale, senza possibilità di inclinazione o oscillazione e in assenza di vibrazioni e urti.
2. Quando si collega la linea di alimentazione, assicurarsi che l'alimentazione sia scollegata e non sotto tensione.
3. Evitare che il cavo di collegamento tra testa galvanometrica e sorgente venga calpestato, si pieghi eccessivamente, si rompa con oggetti pesanti durante l'installazione. Non ci sarà alcuna garanzia se il cavo è danneggiato a causa di una forza esterna.
4. Prima di accendere la macchina, assicurarsi che l'alimentazione elettrica sia quella corretta (230 V CA - 50/60 Hz) e che sia disponibile la connessione a terra.
5. Maneggiare delicatamente la testa galvanometrica di marcatura durante l'uso e l'installazione o la rimozione dal suo alloggiamento, evitando di farla cadere o di farle subire urti.
6. 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 la lente focale della testa galvanometrica, e pulirla con cura se necessario.*** 3. ***Non eseguire mai manutenzioni con il cavo di alimentazione 230V inserito.*** 4. ***Assicurarsi che i cavi della sorgente e della testa galvanometrica di marcatura siano mantenuti i più naturali possibile e non siano piegati o distorti.*** 1. ***Un diametro di curvatura troppo stretto per il cavo di alimentazione può surriscaldare il cavo e danneggiare il dispositivo.***

4. Utilizzo del prodotto

4.1 Elementi della macchina e dispositivi di comando

La disposizione delle parti e dei dispositivi di comando è mostrata nella Figura 4.1.

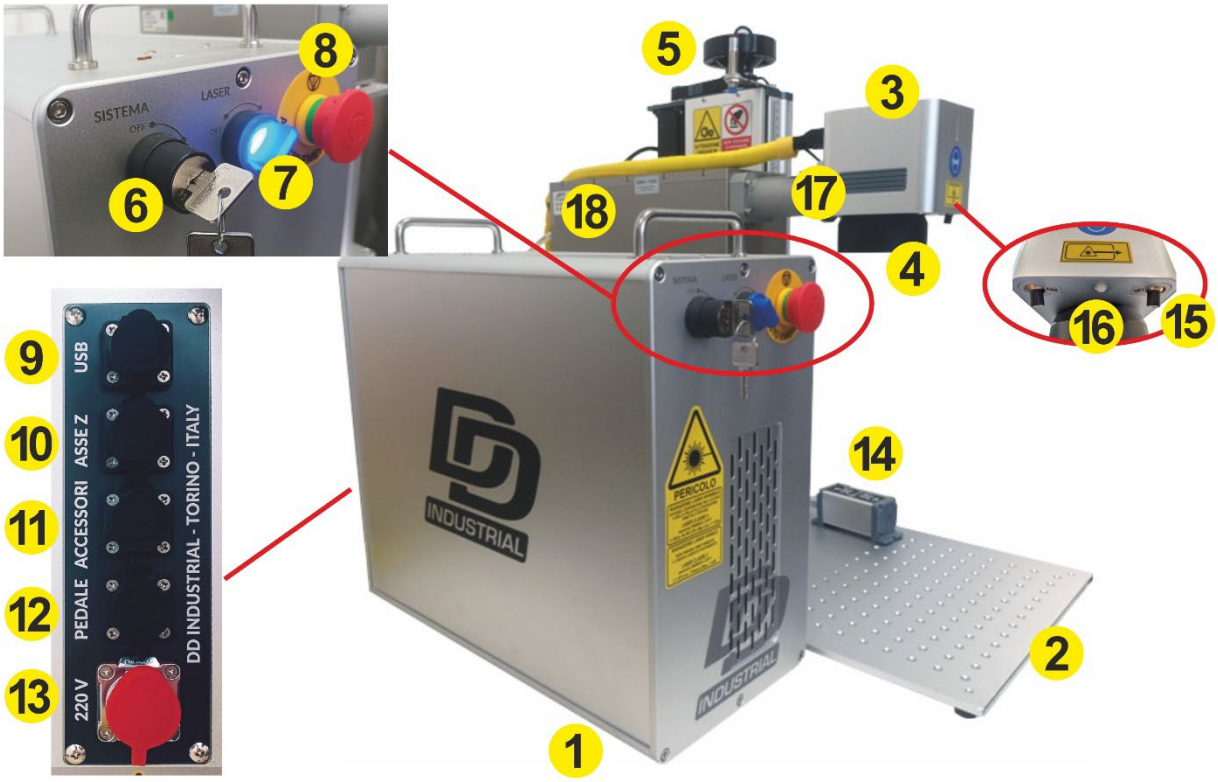


Figura 4.1 Elementi del laser a fibra FLM10UV

I dispositivi di comando disponibili nel pannello interno della macchina sono descritti in tabella 4.1.

Tabella 4.1 Dispositivi di comando

N.	OGGETTI	DESCRIZIONE DELLA FUNZIONE
1	Involucro principale	Contiene l'elettronica di alimentazione e controllo.
2	Piano di lavoro	Piano di appoggio del materiale da marcare, a cui è fissata la torre di supporto della testa galvanometrica.
3	Testa galvanometrica	Testa che contiene il sistema di specchi galvanometrici e la lente focale protetta da coperchio antipolvere.
4	Lente focale	Lente che focalizza il raggio laser sul materiale da marcare. Cambiando lente focale cambiano il campo di lavoro e la distanza focale.

N.	OGGETTI	DESCRIZIONE DELLA FUNZIONE
5	Torre	Torre di supporto della testa, con relativo volantino di regolazione della messa a fuoco.
6	Chiave di comando SISTEMA	Ruotare la chiave per accendere la macchina. Si accenderà la luce verde sulla testa galvanometrica di marcatura. **Togliere la chiave quando la macchina è incustodita.**
7	Interruttore luminoso LASER	Ruotare l'interruttore per attivare la sorgente e permettere l'uscita del raggio laser. Si accenderà la spia blu dell'interruttore.
8	Arresto di emergenza	Sospende temporaneamente l'alimentazione al laser. Se premuto, l'alimentazione della sorgente sarà disabilitata. Una volta premuto, può essere ripristinato ruotando la manopola rossa in senso orario. Prima di ripristinarlo, portare l'interruttore della sorgente su OFF.
9	Connettore USB	Connettore per il collegamento USB tra la macchina e il PC. Utilizzare preferibilmente un cavo USB-C/USB2 di ottima qualità.
10	Connettore Asse Z	Connettore per il collegamento del motore di azionamento dell'asse Z e dei relativi comandi a pulsante.
11	Connettore Accessori	Connettore per il comando di accessori quali posizionatori rotanti o altri sistemi di automazione.
12	Connettore Pedale	Connettore per il comando remoto dell'avvio del laser. Si può utilizzare con il pedale opzionale o altri sistemi di automazione, ma è necessario predisporre opportune misure di sicurezza.
13	Connettore 230 V	Connettore per il collegamento del cavo di alimentazione fornito in dotazione.
14	Pulsantiera Regolazione Asse Z	Comandi a pulsante che hanno la medesima funzione dei comandi presenti nel software Z FOCUS. Non è possibile utilizzare questi pulsanti se il software non è attivo e connesso alla macchina.
15	Puntatori di messa a fuoco	Allineando i due laser rossi sulla superficie da marcare si ottiene la corretta messa a fuoco. Se si cambia lente focale andranno calibrati nuovamente.
16	Pulsante Accensione puntatori	Premendolo si attivano i puntatori a laser rosso di messa a fuoco.

N.	OGGETTI	DESCRIZIONE DELLA FUNZIONE
17	Telecamera (Opzionale)	Telecamera che inquadra la superficie da marcare, consentendo il posizionamento rapido del pezzo da lavorare.
18	Sorgente Laser UV	La sorgente laser è connessa alla testa galvanometrica e fissata alla torre dell'asse Z.

4.2 Collegamento dell'alimentazione elettrica

Il cavo di alimentazione a 3 poli fornito con la macchina dispone di spina europea tipo CEE 7/7 che va collegata ad una presa di alimentazione AC 230V – 16A.

Il cavo di alimentazione è collegato alla macchina tramite un connettore proprietario a tre poli, e va collegato ad una presa di adeguate caratteristiche (230 V monofase da 16 A). Non sostituire mai il cavo o i connettori con altri di diverse caratteristiche.

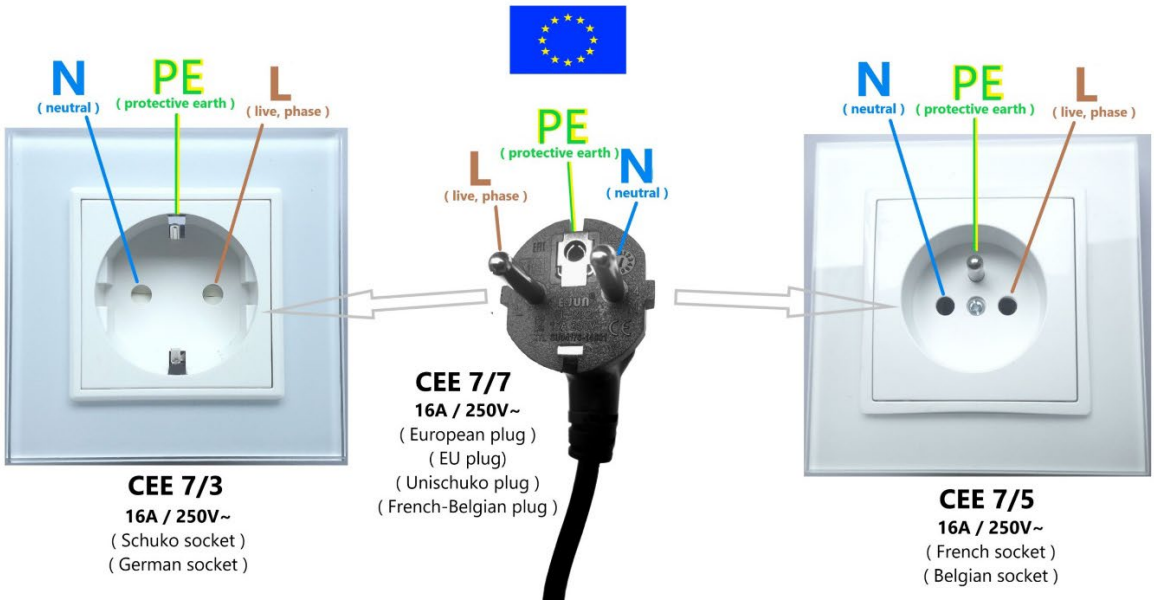


Figura 4.2 Standard di alimentazione 230 V CA

4.3 Operazioni di accensione della macchina

Per rendere operativo il sistema di marcatura laser, procedere in questo modo:

1. Togliere il tappo protettivo dalla lente focale montata sulla testa galvanometrica.
2. Azionare la chiave dell'interruttore di alimentazione sul pannello frontale della macchina, si accenderà la spia verde di sistema sulla testa galvanometrica.
3. Mettere a fuoco la testa galvanometrica operando tramite il software Z FOCUS.
4. Attivare l'interruttore LASER per l'alimentazione della sorgente laser; se la spia blu dell'interruttore si accende, significa che la macchina è pronta per l'attivazione del laser.

	***ATTENZIONE:*** ***Se viene azionato l'interruttore di emergenza, verrà tolta alimentazione a tutto il sistema. PRIMA di riattivare il sistema ruotando in senso orario, accertarsi di posizionare l'interruttore LASER sulla posizione OFF.***

5. Il software di controllo: LightBurn

Il funzionamento di questo sistema laser a fibra è ottimizzato per l'utilizzo con il software LightBurn (versione specifica per sistemi Galvo/Fibra).

LightBurn è una soluzione "All-in-One" che combina strumenti di disegno vettoriale avanzati con il controllo diretto della macchina, permettendo di gestire l'intero flusso di lavoro (importazione, posizionamento, impostazione parametri ed esecuzione) da un'unica interfaccia.

In dotazione alla macchina può essere fornita una licenza per tre postazioni del software di controllo in italiano LightBurn. La licenza completa darà diritto agli aggiornamenti per un anno dal primo utilizzo.

La licenza potrà essere utilizzata per sempre, ma se si desidera tenerla aggiornata occorrerà acquistare periodicamente gli aggiornamenti.

Vantaggi principali per sistemi Fibra:

- Gestione Galvo nativa: Controllo preciso di specchi, lenti f-theta e frequenze d'impulso specifiche per sorgenti a fibra (MOPA o Q-Switched).
- Strumento di framing avanzato: Anteprima visiva ultra-rapida dell'area di incisione direttamente sul pezzo da lavorare per un posizionamento millimetrico.
- Libreria dei materiali: Possibilità di salvare e richiamare istantaneamente le combinazioni di potenza, velocità, frequenza e intervallo di linea per ogni metallo o plastica.
- Incisione 3D e Deep Engraving: Gestione avanzata dei passaggi multipli con asse Z motorizzato e funzioni di "Hatch" (tratteggio) per asportazioni profonde o marcature colorate.

5.1 Documentazione Ufficiale e Supporto

Al fine di garantire l'accesso alle informazioni più aggiornate e a tutte le nuove funzionalità rilasciate dagli sviluppatori, il presente manuale non include una guida all'uso del software. Per qualsiasi necessità di configurazione, disegno o gestione dei parametri, si rimanda ai canali ufficiali del produttore:

- Manuale e Documentazione Web: La guida ufficiale, completa e costantemente aggiornata è consultabile sul sito ufficiale (Nota: La documentazione è in lingua inglese. Per la consultazione in italiano, si consiglia di aprire la pagina tramite browser e attivare la traduzione automatica integrata).
- Forum di Supporto Globale: Per quesiti tecnici avanzati, risoluzione di problemi o confronto con altri utilizzatori e sviluppatori.
- Video Tutorial Ufficiali: Per una formazione visiva passo-passo sulle funzioni principali.

Nota: Assicurarsi di possedere la licenza corretta (LightBurn Galvo License) per sbloccare le funzionalità di comunicazione con la scheda di controllo del laser a fibra (EzCad/JCZ).

Utilizzando questo software è possibile:

- Importare grafica in diversi formati comuni di immagine e grafica vettoriale (inclusi AI, PDF, SVG, DXF, PLT, PNG, JPG, GIF e BMP);
- Organizzare, modificare e persino creare nuove forme vettoriali all'interno dell'editor, con potenti funzionalità come offset, operazioni booleane, saldatura e modifica dei nodi;
- Applicare impostazioni come potenza, velocità, numero di passaggi, ordine di taglio, luminosità e contrasto, modalità dithering e molto altro;
- Monitorare le operazioni tramite l'interfaccia della telecamera;
- Inviare il risultato direttamente al marcatore laser.

LightBurn è un'applicazione nativa scritta per Windows, MacOS e Linux.

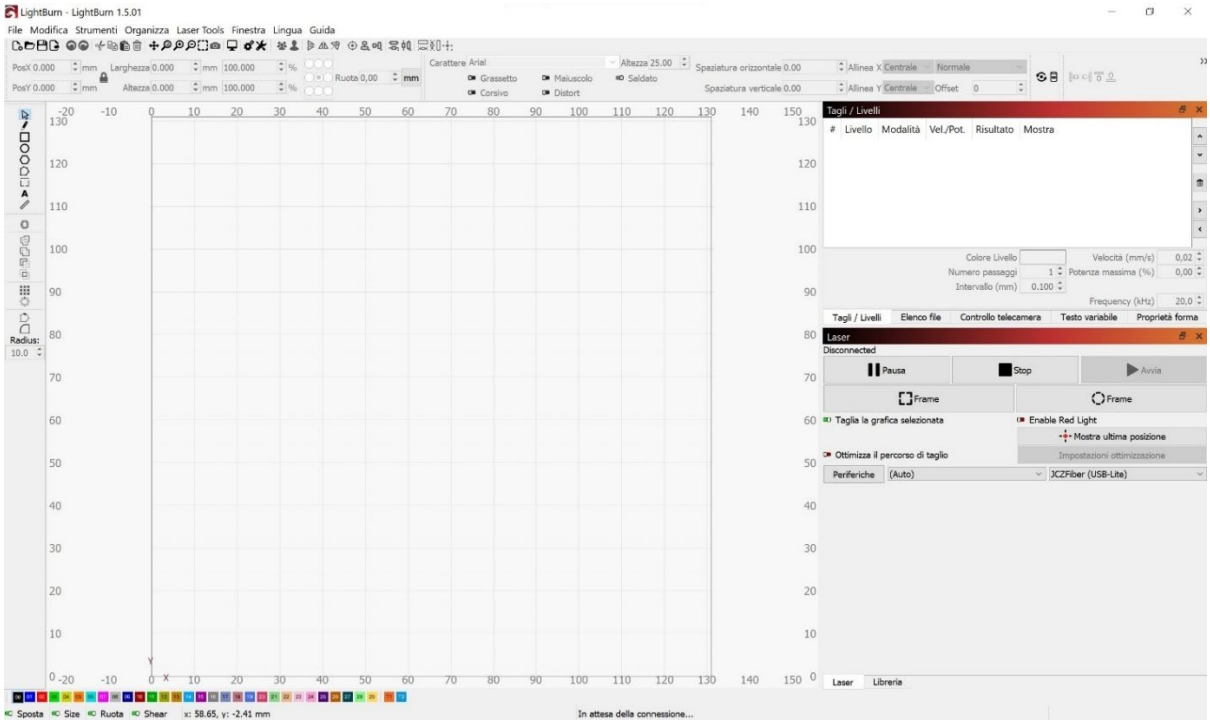


Figura 5.1 Interfaccia principale del software LightBurn

Al momento dell'installazione della macchina, verrete supportati nell'installazione corretta del software e nelle necessarie calibrazioni. DD Industrial si rende disponibile ad erogare su richiesta corsi di formazione mirati e/o a realizzare librerie di parametri testati sui vostri materiali e in base alle vostre necessità.

Per ulteriori informazioni sull'installazione e l'utilizzo del software, documentazione, video tutorial, manuali, community di supporto, ecc. vi preghiamo di fare riferimento direttamente al sito del produttore originale

https://lightburnsoftware.com/

6. Il software di controllo della messa a fuoco: Z FOCUS

Z FOCUS è l'applicazione che comanda il posizionamento motorizzato dell'asse Z del sistema di marcatura laser. La testa laser è montata su una colonna millimetrata e deve trovarsi a una precisa distanza focale dalla superficie da marcare: l'app muove la testa verso l'alto o verso il basso per portarla a fuoco, tenendo traccia della posizione in millimetri.

L'applicazione è disponibile per sistemi Windows, MacOS e Linux.

Il sistema è composto da alcuni elementi che lavorano insieme:

- **Il PC con l'applicazione Z FOCUS:** l'interfaccia da cui l'operatore comanda i movimenti e imposta i parametri.
- **L'unità di controllo:** collegata al PC via USB, riceve i comandi e pilota il motore.
- **Il gruppo motore e colonna:** muove fisicamente la testa laser lungo l'asse verticale; la colonna riporta una scala millimetrata di riferimento.
- **Il fine corsa:** un sensore che segnala il raggiungimento del limite superiore, usato come riferimento per la calibrazione automatica.
- **I pulsanti fisici SU e GIÙ:** collegati alla macchina, permettono il movimento manuale anche senza usare il mouse. Funzionano soltanto se l'applicazione software è attiva e connessa.

6.1 Avvertenze di sicurezza

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

ATTENZIONE:

- ***Non avvicinare le mani ad organi in movimento e non eseguire manutenzione sugli stessi a macchina accesa.***
- ***Non utilizzare la manovella di movimentazione manuale quando la macchina è accesa. In caso contrario si possono verificare malfunzionamenti e danni al motore o ne può derivare un rischio per l'operatore.***
- ***Prima di ogni movimento automatico, assicurarsi che l'asse Z sia libero da ostacoli e che nessun oggetto interferisca con la corsa della testa. L'operatore è responsabile della sicurezza dell'area di lavoro.***
- ***Assicurarsi che i tubi del sistema di raffreddamento a liquido siano liberi di muoversi e non vengano tirati o strozzati durante i movimenti dell'asse Z.***

</td>
</tr>
</table>

Il sistema comanda un movimento meccanico reale. Rispettare sempre queste regole:

- Verificare che la zona di corsa sia sgombra prima di avviare qualsiasi spostamento, in particolare prima dell'auto-calibrazione, che porta la testa fino al limite superiore.
- Tenere mani e utensili lontani dalle parti in movimento durante gli spostamenti.
- In caso di necessità, arrestare immediatamente il movimento con il pulsante di ARRESTO DI EMERGENZA della macchina, con il pulsante STOP a schermo o con lo STOP EMERGENZA durante la calibrazione.

- Dopo un arresto manuale la posizione visualizzata non è più garantita e gli indicatori sul display diverranno arancioni: ripetere l'auto-calibrazione prima di riprendere il lavoro.

6.2 Sicurezza automatica integrata

L'applicazione include protezioni che intervengono automaticamente:

- **Arresto in caso di perdita di comunicazione:** se l'app si chiude in modo anomalo o il collegamento con l'unità di controllo si interrompe mentre il motore è in movimento, il motore viene fermato automaticamente entro una frazione di secondo.
- **Limiti di corsa:** i movimenti che supererebbero il limite superiore o inferiore impostati vengono bloccati prima di iniziare il movimento.
- **Sessione unica:** è possibile aprire una sola sessione dell'app per volta, per evitare comandi in conflitto sulla stessa macchina.

6.3 Avvio dell'applicazione

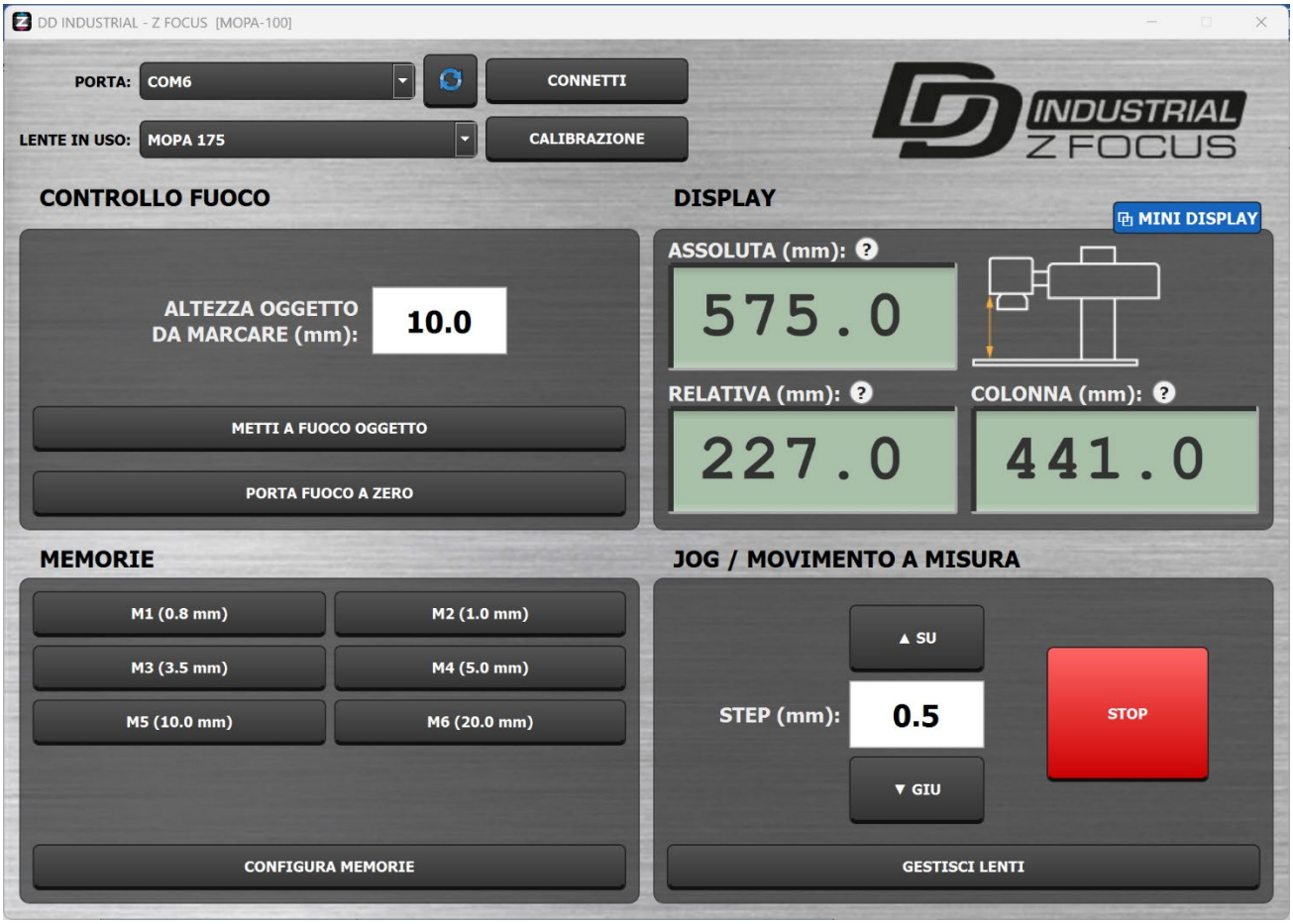
Avviare l'applicazione facendo doppio clic sull'eseguibile. L'unità di controllo deve essere collegata al PC tramite il cavo USB collegato alla pulsantiera fisica; l'app rileva automaticamente la porta e tenta la connessione all'ultima porta utilizzata.

All'avvio compare una schermata che ricorda di verificare la sicurezza dell'area. Leggere l'avviso e, solo dopo aver controllato che l'asse Z sia libero, premere il pulsante di conferma:

«**OK — HO VERIFICATO LA SICUREZZA**»

Finché non si conferma, l'applicazione non si apre.

6.4 Panoramica dell'interfaccia



La finestra principale è organizzata in aree funzionali:

- **Barra di connessione:** selezione della PORTA, pulsante CONNETTI/CONNESSO, indicazione della LENTE IN USO e accesso alla CALIBRAZIONE.
- **CONTROLLO FUOCO:** inserimento dell'altezza dell'oggetto da marcare e comandi «METTI A FUOCO OGGETTO» e «PORTA FUOCO A ZERO».
- **DISPLAY:** tre indicatori numerici: posizione ASSOLUTA, RELATIVA e COLONNA (in millimetri).
- **MEMORIE:** richiamo rapido di altezze memorizzate e loro configurazione.
- **JOG / MOVIMENTO A MISURA:** spostamento manuale SU/GIÙ di un passo (STEP) impostabile, con pulsante STOP.

Accanto a ciascun display è presente un piccolo pulsante informativo **(?)** che, al passaggio del mouse, mostra una breve spiegazione del valore.

6.5 Concetti fondamentali

La lente e il valore focale di base: Ogni lente ha una distanza focale caratteristica, memorizzata nell'app come «valore di base». È la posizione dell'asse alla quale il fuoco cade sul piano di lavoro (oggetto di altezza zero). Selezionando la lente corretta in «LENTE IN USO», tutti i calcoli di messa a fuoco usano il valore di base riferito a quella lente.

L'altezza dell'oggetto: Per marcare la superficie superiore di un oggetto, la testa deve salire di una quantità pari all'altezza dell'oggetto. Il principio che regola la messa a fuoco è semplice: Posizione di fuoco = valore di base della lente + altezza dell'oggetto.

6.6 I tre display

I tre indicatori mostrano la stessa posizione da tre punti di vista diversi:

Display	Cosa indica	Descrizione
ASSOLUTA (mm)	Posizione assoluta dell'asse	Distanza dal bordo inferiore della testa al piano di lavoro.
RELATIVA (mm)	Altezza dell'oggetto a fuoco	Altezza in millimetri dell'oggetto attualmente messo a fuoco (posizione meno valore di base della lente).
COLONNA (mm)	Lettura sulla colonna	Valore corrispondente a quello indicato sulla colonna millimetrata della macchina.

Il display COLONNA serve a confrontare il dato dell'app con la posizione fisica reale: l'indicatore sulla colonna millimetrata deve coincidere con il valore mostrato. Se non coincide, eseguire l'auto-calibrazione.

Quando la posizione non è più certa (ad esempio dopo un arresto manuale), i display cambiano colore per segnalarlo: è un invito a ricalibrare.

6.7 Collegare il dispositivo

1. Collegare l'unità di controllo al PC tramite il cavo USB disponibile sulla pulsantiera fisica.
2. Selezionare la PORTA corretta dall'elenco a tendina (il pulsante di aggiornamento accanto ricarica l'elenco delle porte disponibili).
3. Premere **CONNETTI**. A connessione avvenuta il pulsante mostra «CONNESSO»; in caso di problema mostra «ERRORE» e diventa rosso.

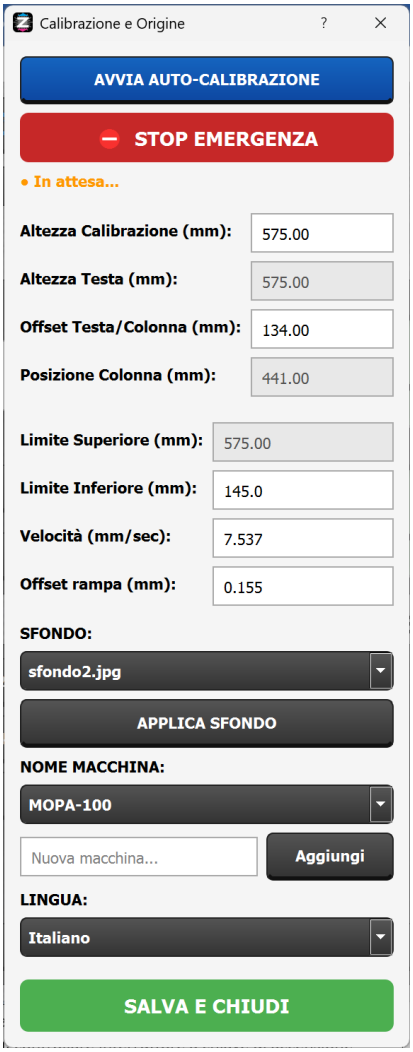
All'avvio l'app tenta automaticamente di riconnettersi all'ultima porta usata, quindi spesso questo passaggio non è necessario.

ATTENZIONE: Se compare «Attenzione dispositivo non Connesso» al momento di un comando, significa che l'unità non è collegata o la porta non è selezionata: ripetere i passaggi qui sopra.

6.8 Calibrazione

La calibrazione stabilisce il riferimento di posizione, in modo che i valori in millimetri mostrati dall'app corrispondano alla realtà. Va eseguita alla prima messa in servizio, dopo un arresto manuale (posizione incerta) e ogni volta che la lettura sulla colonna non coincide con il display.

Si apre premendo il pulsante **CALIBRAZIONE** nella barra in alto.



1. **Rimuovere ogni ostacolo dall'asse Z.** La testa salirà fino al fine corsa.
2. Premere **«AVVIA AUTO-CALIBRAZIONE»**.
3. Confermare la richiesta «Muoverò SU fino al limite superiore — RIMUOVI OSTACOLI DALL'ASSE Z! CONFERMI?». Durante la ricerca lo stato mostra **«Cercando fine corsa…»**.
4. Al raggiungimento del sensore lo stato diventa **«Fine corsa TROVATO! Ritiro in corso…»** e la testa si ritira automaticamente.
5. Quando appare **«INSERIRE MISURA CALIBRAZIONE»**, digitare nel campo «Altezza Calibrazione» il valore reale misurato in quella posizione di riferimento.
6. Premere **«SALVA E CHIUDI»** per memorizzare la calibrazione.

In qualsiasi momento durante la calibrazione è disponibile il pulsante «STOP EMERGENZA». Se la calibrazione viene interrotta, lo stato indica «Calibrazione interrotta – RICALIBRARE» e occorre ripeterla.

Tramite la finestra di calibrazione è possibile anche impostare:

- **SFONDO:** consente di scegliere l'immagine di sfondo della finestra e applicarla.
- **LINGUA:** commuta l'interfaccia tra Italiano e Inglese.
- **NOME MACCHINA:** permette di gestire più configurazioni: selezionando «Nuova macchina…» e premendo «Aggiungi» si crea un profilo distinto, con parametri e calibrazione propri.

Portata la testa nella posizione di lettura del sensore di fine corsa superiore, si può inserire un valore in “Altezza Calibrazione” per assegnare alla posizione attuale un valore noto, confermando la richiesta a schermo. Tale valore deve essere quello effettivamente misurato tra il bordo inferiore della testa galvanometrica e il piano di lavoro della macchina.

ATTENZIONE: Questi sono parametri tecnici. Modificandoli l'app chiede conferma: intervenire solo con cognizione, perché incidono sulla precisione e sui limiti di sicurezza.

Parametro	Funzione
Altezza Testa (mm)	Altezza di riferimento della testa usata nei calcoli.
Posizione Colonna (mm)	Valore di riferimento letto sulla colonna millimetrata.
Limite Superiore (mm)	Massima posizione raggiungibile: i movimenti oltre questo valore vengono bloccati.
Limite Inferiore (mm)	Minima posizione raggiungibile: i movimenti sotto questo valore vengono bloccati.
Velocità (mm/sec)	Velocità di spostamento del motore.

Parametro	Funzione
Offset rampa (mm)	Correzione fine per compensare lo spazio di rampa/arresto del movimento.
Offset Testa/Colonna (mm)	Differenza fissa tra il riferimento della testa e la lettura della colonna.
Altezza Calibrazione (mm)	Misura reale inserita al termine dell'auto-calibrazione.

6.9 Operazioni di messa a fuoco

Selezionare la lente: Prima di mettere a fuoco, verificare che in «LENTE IN USO» sia selezionata la lente effettivamente montata. La scelta della lente determina il valore di base impiegato nei calcoli.

Mettere a fuoco un oggetto:

- Inserire nel campo **«ALTEZZA OGGETTO DA MARCARE (mm)»** l'altezza dell'oggetto.
- Premere **«METTI A FUOCO OGGETTO»**. La testa si sposta alla posizione: valore di base della lente più altezza inserita.

Portare il fuoco a zero: Il pulsante **«PORTA FUOCO A ZERO»** riporta la testa alla posizione di fuoco sul piano di lavoro, corrispondente al solo valore di base della lente (oggetto di altezza zero).

6.10 Memorie

Le **MEMORIE** permettono di richiamare con un clic altezze usate di frequente: premendo un pulsante di memoria la testa va a fuoco su quell'altezza. Con **«CONFIGURA MEMORIE»** si impostano i valori memorizzati.

6.11 Movimento manuale (Jog)

Nella sezione **JOG / MOVIMENTO A MISURA** si sposta la testa manualmente di una quantità precisa:

- Impostare il passo nel campo **STEP (mm)**.
- Premere ▲ **SU** o ▼ **GIÙ** per spostare la testa di un passo nella direzione scelta.
- Il pulsante **STOP** arresta immediatamente qualsiasi movimento in corso.

6.12 Pulsanti fisici sulla macchina

Anche i pulsanti SU e GIÙ presenti sulla macchina comandano il movimento:

- **Pressione breve:** sposta la testa di un passo (pari allo STEP impostato).
- **Pressione mantenuta:** avvia il movimento continuo nella direzione scelta fino al limite di corsa; al rilascio il movimento si arresta.

Quando il fine corsa è attivo, il movimento verso l'alto è bloccato e il relativo pulsante lo segnala.

Dopo un movimento continuo arrestato al rilascio, la posizione viene considerata incerta.

6.13 Messaggi e stati particolari

- **Posizione incerta:** Se un movimento viene interrotto manualmente (pulsante STOP o rilascio di un jog continuo), l'app segnala che la posizione visualizzata potrebbe non corrispondere a quella reale dell'asse. I display cambiano colore e viene proposta automaticamente la finestra di calibrazione: eseguire l'auto-calibrazione prima di proseguire.

- **Movimento bloccato dai limiti:** Se un comando porterebbe la testa oltre il limite superiore o inferiore, il movimento non viene eseguito e compare un avviso con la posizione finale che sarebbe stata raggiunta e il limite superato.
- **Errore di validazione:** In calibrazione, la «Posizione Colonna» deve essere inferiore all'«Altezza Testa». In caso contrario l'app segnala l'incongruenza e non salva il valore errato.

6.1 Finestra mini-display



Dalla finestra principale è possibile aprire una **finestra mini**: una versione compatta e sempre in primo piano, utile per tenere i comandi essenziali a portata di mano mentre si lavora con altri programmi.

Dalla finestra mini-display si può portare il fuoco a zero e tornare alla finestra principale quando serve l'interfaccia completa.

6.2 Risoluzione dei problemi

DESCRIZIONE	SOLUZIONE
Attenzione dispositivo non Connesso	L'unità non è collegata o la porta non è selezionata. Collegare l'USB, selezionare la porta e premere CONNETTI.
I display sono evidenziati (posizione incerta)	La posizione non è garantita dopo un arresto. Eseguire l'auto-calibrazione.
Il movimento non parte	Verificare la connessione, che non si stia superando un limite di corsa e che il fine corsa non blocchi la salita.
Movimento bloccato» per superamento limite	La destinazione supera un limite impostato. Ridurre lo spostamento o verificare i limiti in calibrazione.
La lettura sulla colonna non coincide col display	Eseguire l'auto-calibrazione per riallineare il riferimento.
L'applicazione è già in esecuzione	È già aperta un'altra sessione. Usare quella; è consentita una sola sessione per volta.
Il motore si è fermato da solo	Probabile perdita di comunicazione (app chiusa o cavo scollegato): il sistema arresta il motore per sicurezza. Ripristinare il collegamento e ricalibrare.

7. Soluzioni per la risoluzione dei problemi

Se la macchina presenta un problema, prima di consultare il rivenditore o il servizio assistenza, vi preghiamo di provvedere a verificare che l'anomalia non sia risolvibile in autonomia seguendo i suggerimenti descritti qui di seguito.

In ogni caso i nostri tecnici saranno sempre disponibili ad aiutarvi e consigliarvi la soluzione migliore.

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

Tabella 7.1 Descrizioni di guasto e possibili soluzioni

DESCRIZIONE	SOLUZIONE
La macchina non si accende	Controllare cavo di alimentazione, controllare pulsante di emergenza, controllare interruttore a chiave di accensione del sistema.
Il software non si connette al sistema	Controllare il cavo USB. Spegnere e riaccendere la macchina. Riavviare il computer. Controllare che i driver del controller siano installati correttamente.
Il raggio laser rosso di messa a fuoco non si accende	Controllare l'interruttore di accensione del sistema di puntamento. Contattare il nostro personale del servizio assistenza tecnica.
I risultati della marcatura risultano variati senza variare i parametri di controllo	Messa a fuoco non corretta o superficie non in piano. Calo di potenza del laser o surriscaldamento della sorgente.
Alimentazione attiva e spia blu accesa, ma non c'è uscita laser	Verificare la messa a fuoco. Togliere tappo protettivo dalla lente. Verificare che il sistema di raffreddamento a liquido sia acceso e la temperatura impostata sia corretta (25° C). Guasto dell'interruttore o guasto della sorgente laser, contattare il nostro personale del servizio assistenza tecnica.
L'asse Z non si muove	Verificare che il software Z FOCUS sia attivo e connesso al computer. Verificare la calibrazione della posizione della testa sulla colonna. Vedere sezione 6.15
Altra anomalia	Contattare il personale del servizio assistenza tecnica

8. Manutenzione della macchina

Se non diversamente specificato, eseguire le operazioni di regolazione e di manutenzione di questo dispositivo solo quando l'alimentazione è stata interrotta e l'alimentazione è stata scollegata.

8.1 Mantenere pulita la macchina

La prima forma di manutenzione consiste nel mantenere pulita la macchina, soprattutto nella zona di aspirazione ed estrazione dell'aria di raffreddamento. La sorgente laser e l'elettronica vengono raffreddate mediante un sistema ad aria forzata, che deve quindi essere mantenuto in grado di svolgere il proprio compito. Se si rimuove la polvere dalle prese d'aria del dispositivo utilizzando un aspirapolvere, utilizzare solo l'impostazione di potenza più bassa per evitare danni ai componenti interni.

8.2 Mantenere e sostituire le lenti focali

La testa galvanometrica di marcatura in dotazione è dotata di una lente focale che funge anche da protezione per il sistema galvanometrico da fumi, polveri e residui di marcatura. La lente focale dispone a sua volta di un vetro esterno di protezione e di tappi antipolvere.

Le caratteristiche di lavorazione tipiche della marcatura laser richiedono una manutenzione regolare della lente. Se l'azione di marcatura risulta essere scarsa, controllare che la lente di protezione o il vetro di protezione esterno non siano sporchi, e nel caso pulirli o sostituirli per tempo se deteriorati.

La modalità di pulizia della lente è estremamente importante, se non viene eseguita correttamente le prestazioni della lente saranno ridotte e la lente stessa o il sistema galvanometrico possono venire danneggiati 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 e asciugarle attentamente.
- 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.
- Svitare la lente focale dalla testa galvanometrica di marcatura 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 deterioramento evidenti, procedere immediatamente alla sua sostituzione.
- Controllare il vetro protettivo esterno che si trova avvitato sul lato esterno della lente focale.
- Durante le operazioni di pulizia della lente focale, proteggere l'interno della testa galvanometrica di marcatura laser dalla contaminazione.

	***IMPORTANTE:*** ***La sostituzione della lente focale con una di diversa lunghezza focale, oltre a variare il campo di lavoro e l'altezza di messa a fuoco, implica la necessità di effettuare una nuova calibrazione della lente nel software Lightburn.***

	***ATTENZIONE:*** • ***La sostituzione delle lenti focali va effettuata in ambiente pulito, preservando dalla contaminazione l'interno della testa galvanometrica di pulizia.*** • ***Si prega di tenere al riparo dalla sporcizia la lente focale della testa galvanometrica, e pulirla con cura se necessario.*** • ***Quando la macchina non è in uso, proteggere sempre la lente focale con il suo tappo protettivo.*** • ***Non eseguire mai manutenzioni con il cavo di alimentazione 230V inserito.***



Figura 8.2 Lente focale, vetro di protezione e tappi antipolvere

9. Parametri di marcatura

9.1 Parametri di processo fondamentali

Nella realizzazione della marcatura, occorre intervenire su alcuni parametri fondamentali:

- Velocità di marcatura
- Frequenza del laser
- Durata dell'impulso / Potenza del laser (vedi nota successiva)
- Interlinea
- Numero di passaggi di lavorazione

Ciascuno di questi parametri può variare in modo significativo il risultato della marcatura, quindi è necessario regolarli accuratamente in base al materiale.

	***ATTENZIONE:*** ***Nel software Lightburn l'impostazione della durata dell'impulso in realtà agisce sul PWM di controllo del sistema di generazione del raggio laser, poiché la durata reale dell'impulso non è selezionabile a piacere ma deriva dal comportamento fisico della sorgente.*** ***In pratica la potenza non risulta impostabile nel software in modo diretto, ma viene regolata agendo sulla durata dell'impulso "fittizia":*** - ***Impostando durata pari a 1 si otterrà la massima potenza fornibile dalla sorgente per la frequenza selezionata (a 60 kHz si ottiene la massima potenza possibile).*** - ***Impostando valori superiori (fino a 20), la potenza verrà gradualmente diminuita fino a valori molto bassi.***

Questo sistema di pulizia laser è dotato di una sorgente pulsata, in grado quindi di emettere in un determinato tempo un certo numero di impulsi di una certa durata. Risulta chiaro che queste grandezze sono necessariamente correlate, perché in un determinato periodo di tempo, scelta una durata dell'impulso, ci sarà un limite al numero di impulsi ottenibile.

In particolare, per ciascun valore di frequenza compreso nel range 40-300 kHz, la sorgente emetterà un raggio laser di durata molto breve (nell'intorno dei 15 ns) ad una potenza variabile in base alla frequenza.

Questo meccanismo è descritto nella seguente figura 9.1

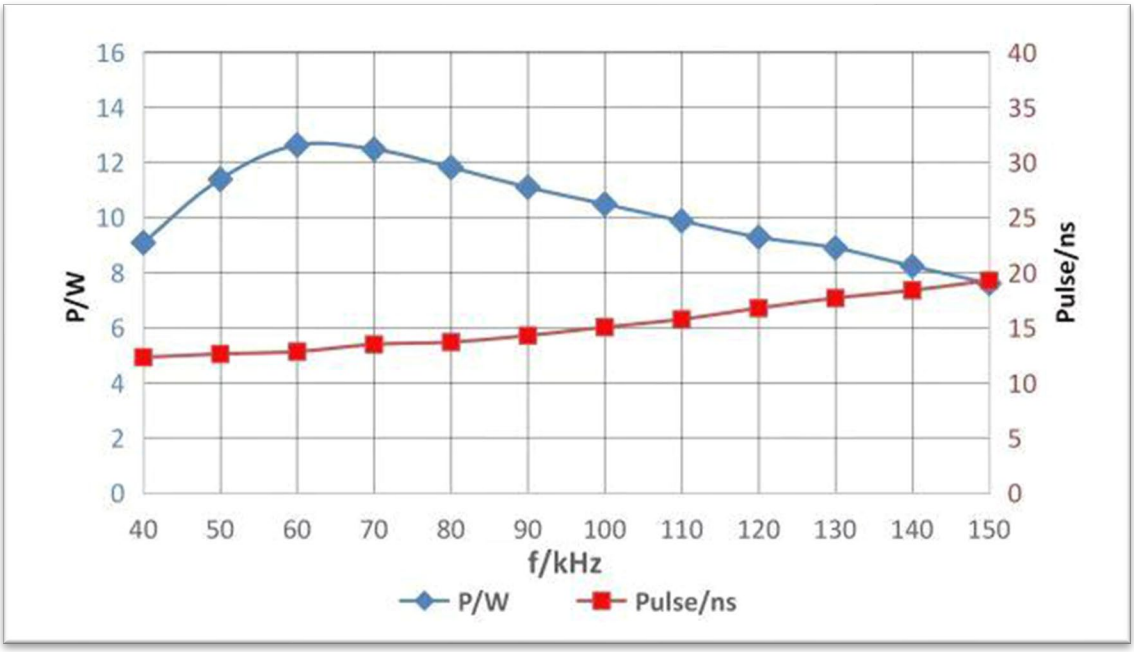


Figura 9.1 Variazione di Potenza e Durata dell'impulso in funzione della Frequenza

Nel grafico sono rappresentate le due grandezze al variare della frequenza:

- La potenza del laser: curva blu e scala di valori a sinistra.
- La durata reale dell'impulso laser: curva rossa e scala di valori a destra.

Ne risulta che per ottenere la potenza desiderata in uscita, è necessario impostare in Lightburn una frequenza compresa tra 40 e 300 kHz e impostare la durata di impulso "fittizia" disponibile su Lightburn su valori superiori a 1 soltanto se si desidera una potenza minore. La durata impostabile nel software, infatti, non è il valore a cui si riferisce il grafico, che rappresenta invece la durata reale.

	***ATTENZIONE:*** - ***Impostando nel software una frequenza inferiore a 40 kHz è possibile danneggiare la sorgente laser.*** - ***I limiti di frequenza previsti da questo manuale dovrebbero essere preimpostati nel software Lightburn con le impostazioni che vi sono state fornite, ma si prega di verificare.***



Figura 9.1.1 Impostazioni del laser nel software Lightburn

Quando si incide un nuovo materiale, può essere utile marcare un Test del Materiale, ovvero una matrice di prova con varie impostazioni di velocità, potenza e frequenza per ottenere esattamente l'effetto che si sta cercando. Questa funzione è disponibile direttamente in Lightburn.

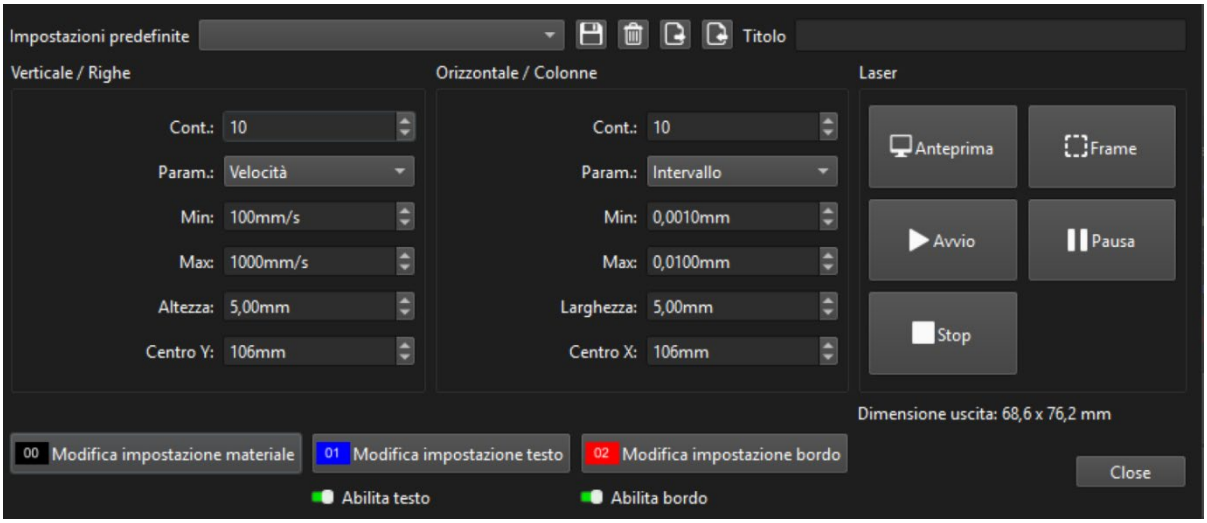


Figura 9.1.2 Test del Materiale in Lightburn

Per accelerare il processo, riportiamo di seguito alcune linee guida generali per i materiali comunemente marcati con la sorgente UV. Si tratta esclusivamente di indicazioni di orientamento: è responsabilità dell'utente consultare le schede di sicurezza dei materiali (SDS) e altre fonti per garantire la sicurezza del lavoro con i vari materiali e configurazioni. Alcuni dei materiali elencati possono richiedere spazio di lavoro aggiuntivo e dispositivi di protezione individuale (DPI) oltre a quelli forniti con la macchina.

Nota sul principio di funzionamento. A differenza delle sorgenti in fibra IR (1064 nm), che marcano per via termica (fusione/vaporizzazione del materiale), la sorgente UV a 355 nm opera "a freddo": l'elevata energia del fotone rompe direttamente i legami molecolari del materiale (ablazione fotochimica), con zona termica alterata minima. Questo rende l'UV particolarmente adatto a plastiche, vetro, ceramica ed elettronica sensibili al calore, e meno adatto all'incisione profonda dei metalli. Di conseguenza, i criteri di impostazione (potenza, frequenza, velocità) non coincidono con quelli di una sorgente in fibra e vanno determinati sperimentalmente per ciascun materiale.

9.1.1 Marcatura delle plastiche

La marcatura delle plastiche è l'applicazione d'elezione della sorgente UV. Grazie al processo a freddo, l'UV produce marcature ad alto contrasto per variazione fotochimica del colore, senza fondere, gonfiare (foaming) o carbonizzare la superficie, che resta liscia al tatto.

Questo consente di marcare in modo netto anche plastiche chiare, bianche, trasparenti, siliconiche e ignifughe, difficili o impossibili da marcare con sorgenti in fibra. Il rischio di fusione e di incendio è nettamente inferiore rispetto all'IR.

Avvertenze:

Data la grande variabilità delle plastiche (composizione e additivi), eseguire sempre una prova preliminare. Alcuni polimeri completamente trasparenti possono non assorbire a sufficienza la radiazione UV e non marcarsi.

Permane la produzione di fumi potenzialmente nocivi con alcuni polimeri: restano necessari un adeguato sistema di aspirazione e DPI per la respirazione.

9.1.2 Marcatura del vetro

L'UV marca la superficie del vetro producendo un effetto smerigliato ad alto contrasto, senza il rischio di micro-fratture e senza il calore che caratterizza i processi termici.

La sorgente UV riesce dove una sorgente in fibra passerebbe attraverso il vetro trasparente senza lasciare segno.

Utilizzare potenza e velocità moderate e verificare il risultato su un campione, poiché la resa dipende dal tipo di vetro (sodico-calcico, borosilicato, quarzo)

9.1.3 Marcatura delle ceramiche

Le ceramiche tecniche (allumina, zirconia e altre) si prestano bene alla marcatura UV, con buon contrasto e senza danno termico. Come per pietra e metalli, prestare attenzione alla polvere prodotta, soprattutto nelle applicazioni industriali ripetitive, e adottare misure adeguate (aspirazione e DPI) per la sicurezza degli operatori e delle altre persone nell'area di lavoro.

9.1.4 Marcatura di elettronica, circuiti flessibili e semiconduttori

La marcatura senza danno termico rende l'UV particolarmente indicato per componenti elettronici sensibili al calore, circuiti flessibili (FPC), maschere di saldatura su PCB e substrati per semiconduttori. In queste applicazioni privilegiare marcature superficiali fini, verificando su campione l'assenza di danno funzionale al componente.

9.1.5 Marcatura di metalli rivestiti e anodizzati

Sui metalli rivestiti la sorgente UV dà i risultati migliori tra le applicazioni metalliche:

- Alluminio anodizzato: l'UV marca lo strato di anodizzazione con contrasto chiaro e buona definizione. L'anodizzato richiede in genere una velocità leggermente superiore.
- Metalli verniciati o con rivestimento a polvere: l'UV rimuove il rivestimento in modo pulito, con ridotto danno al sottostrato. Per rimuovere completamente lo strato e mettere in luce il fondo possono essere necessari più passaggi.

9.1.6 Marcatura di metalli nudi

La sorgente UV non è il mezzo ideale per la marcatura dei metalli nudi: opera a freddo e a potenza contenuta, quindi produce al più marcature superficiali a basso contrasto, non incisioni profonde né la marcatura nera per ricottura tipica delle sorgenti in fibra.

- Metalli ferrosi (acciaio, inox): possibili solo marcature fini e superficiali su particolari sottili o sensibili al calore. Per la marcatura profonda o la marcatura nera dell'inox si consiglia una sorgente in fibra IR.
- Alluminio nudo: efficacia limitata da riflettività e potenza contenuta; non produce marcature scure.
- Metalli preziosi (oro, argento) e altri metalli riflettenti: applicazione marginale con la sorgente UV; al più una marcatura superficiale a basso contrasto.

In tutte le applicazioni su metallo prestare attenzione alla polvere prodotta, che può essere conduttiva, riflettente e/o tossica: prevedere un sistema di aspirazione e DPI per la respirazione (maschere e respiratori) per l'operatore e le altre persone nell'area di lavoro.

9.1.7 Marcatura della pietra

La pietra non rappresenta un'applicazione d'elezione della sorgente UV (dominio più tipico delle sorgenti CO_2 e in fibra), ma può essere marcata con potenza e velocità moderate. Come per ceramica e metalli, prestare attenzione alla polvere creata, soprattutto nelle applicazioni industriali ripetitive, e adottare misure adeguate per la sicurezza nell'area di lavoro.

9.2 Parametri di processo

Oltre ai parametri fondamentali quali potenza, velocità e frequenza, occorre prestare attenzione ad altri parametri che possono risultare determinanti nella riuscita della marcatura.

Ad esempio, la lineatura di riempimento (interlinea) può contribuire in maniera determinante al risultato della marcatura. Lo spot ridotto della sorgente UV consente feature più fini e interlinee più strette rispetto a una sorgente in fibra.

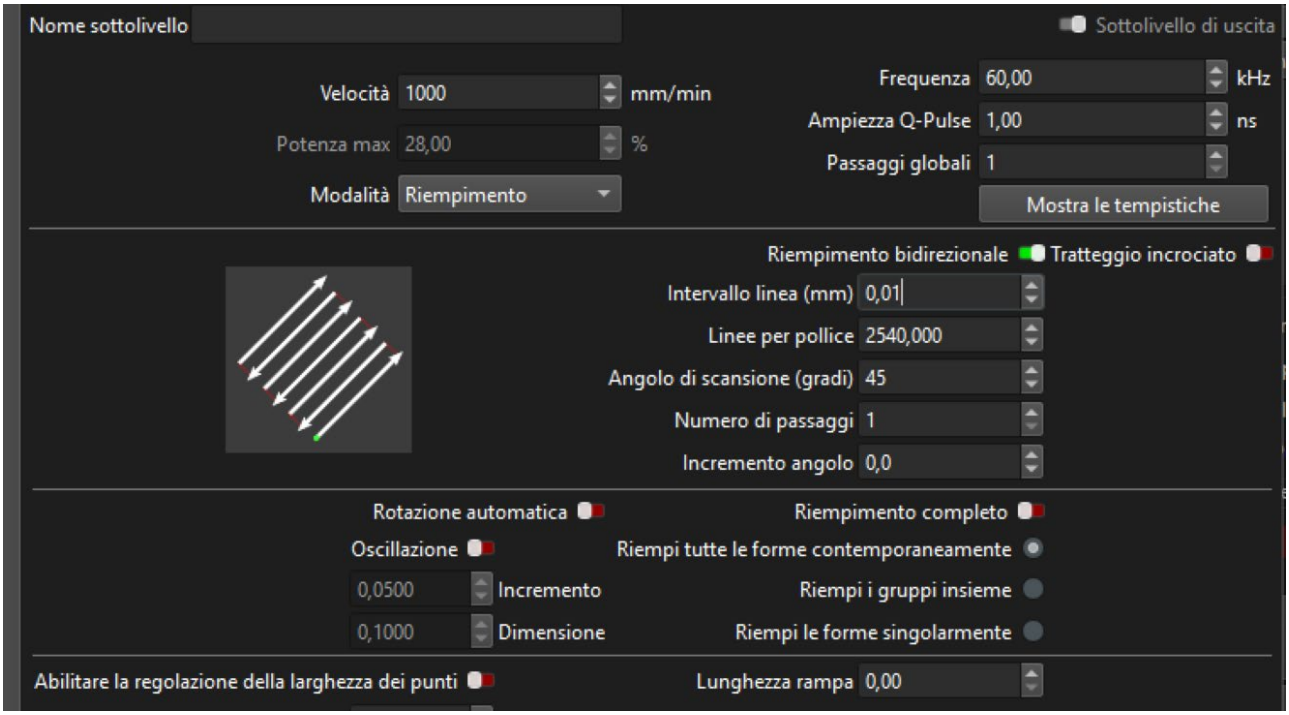


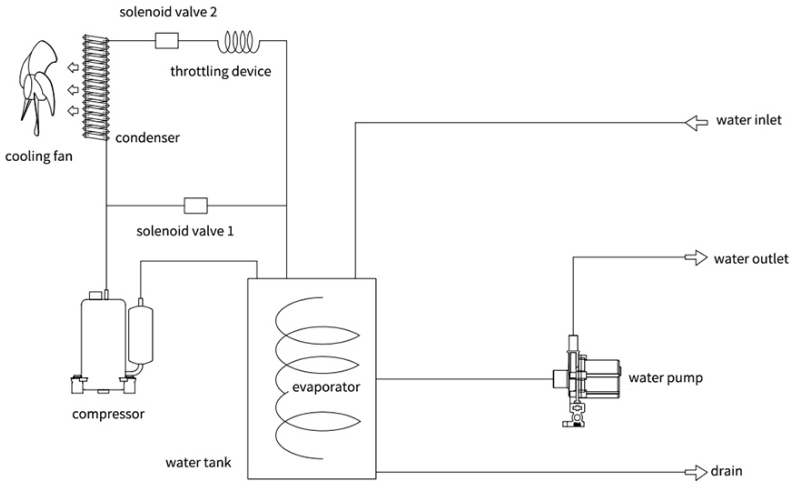
Figura 9.2 Scelta dei parametri di riempimento

10. Sistema di raffreddamento della sorgente laser

In questo sistema di marcatura laser la sorgente è raffreddata da un sistema di refrigerazione a fluido (Chiller). Si tratta di un dispositivo di raffreddamento industriale progettato e realizzato per apparecchiature laser, in grado di mantenere tali apparecchiature ad una temperatura stabile.



Figura 10a: Schema di funzionamento gruppo refrigerante



Il chiller è composto da un compressore, un condensatore, un dispositivo di laminazione, un evaporatore e una pompa dell'acqua. Il suo principio di funzionamento è il seguente: il sistema di refrigerazione raffredda l'acqua, che viene poi convogliata dalla pompa alle apparecchiature da raffreddare. L'acqua di raffreddamento assorbe il calore, si riscalda e ritorna al refrigeratore, dove viene nuovamente raffreddata e trasportata alle apparecchiature. Nel sistema di refrigerazione del chiller, il fluido nella serpentina dell'evaporatore assorbe il calore dell'acqua di ritorno e vaporizza trasformandosi in vapore.
Il compressore estrae continuamente il vapore generato dall'evaporatore e lo comprime. Il vapore compresso ad alta temperatura e alta pressione viene inviato al condensatore, dove rilascia calore (estratto dalla ventola) e condensa in un liquido ad alta pressione. Dopo essere stato ridotto dal dispositivo di laminazione,

il vapore entra nell'evaporatore per vaporizzarsi, assorbe il calore dell'acqua e l'intero processo si ripete continuamente. Gli utenti possono impostare e monitorare lo stato della temperatura dell'acqua tramite il regolatore di temperatura.
Il sistema di refrigerazione può essere opzionalmente dotato anche di un riscaldatore interno, la cui funzione è, in ambienti con temperature molto basse (climi molto rigidi e officine non riscaldate di notte), di impedire all'acqua di ghiacciare all'interno delle tubature e della pompa, evitando rotture meccaniche causate dall'espansione del ghiaccio. Questa funzione è assolta in parte anche da un sistema di valvole (heating valve) che permette di riscaldare il fluido sfruttando il calore generato dal compressore stesso.
In pratica questo sistema devia il gas caldo del compressore direttamente verso l'evaporatore (dove passa l'acqua) e permette di alzare la temperatura dell'acqua molto velocemente e in modo efficiente, perché riutilizza l'energia termica che il compressore sta già producendo. Questo sistema garantisce che la temperatura dell'acqua rimanga costante anche durante le pause di lavorazione o i cali termici notturni, senza dover spegnere e riaccendere il compressore continuamente.

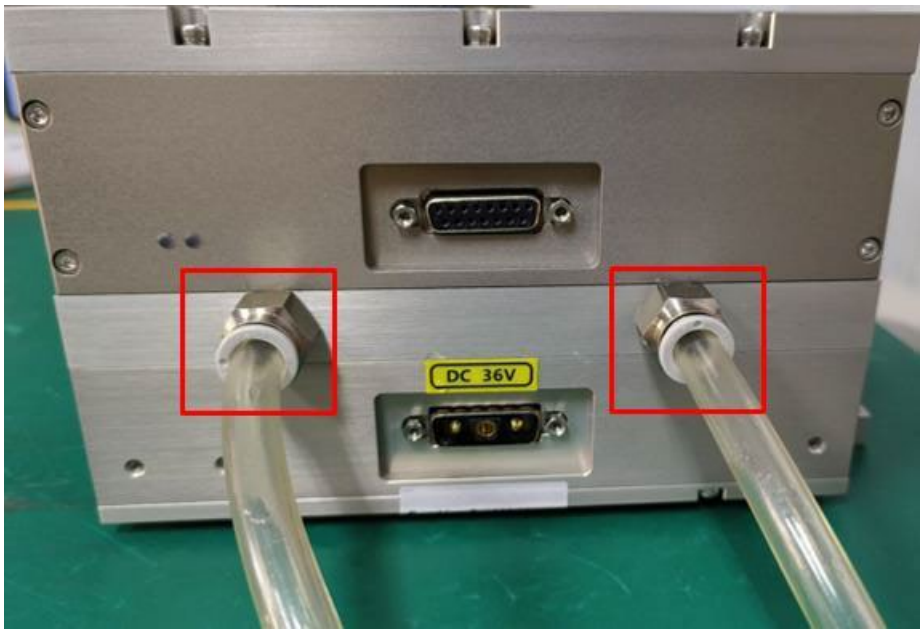


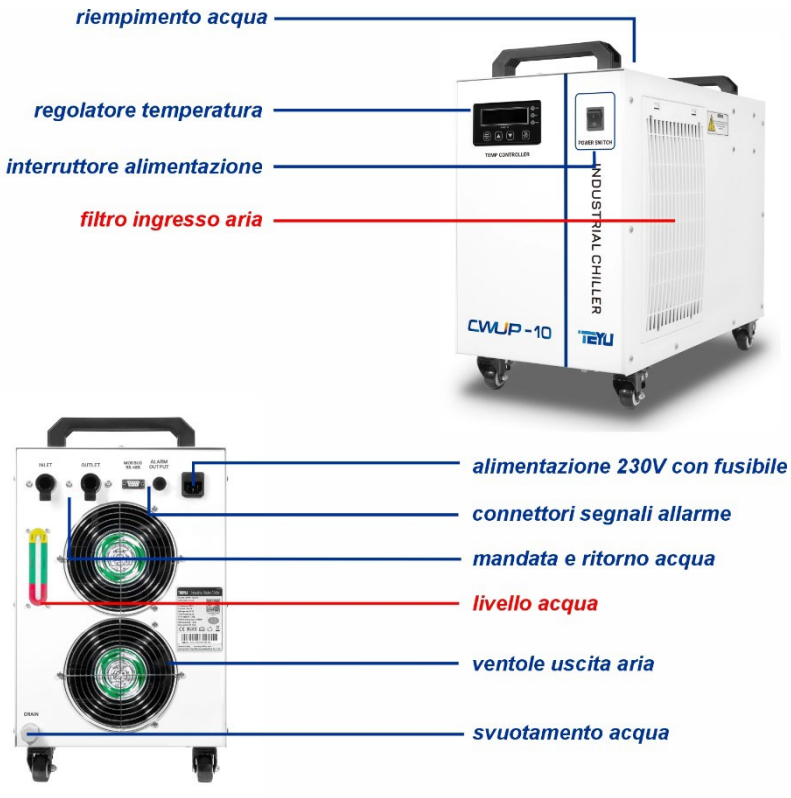
Figura 10b: Collegamento del circuito di raffreddamento alla sorgente



ATTENZIONE:

- ***La manipolazione, l'installazione di tubature, i lavori elettrici, il funzionamento, la manutenzione, la revisione e altre operazioni devono essere eseguite da personale qualificato.***
- ***All'interno della macchina sono presenti parti sotto tensione.***
- ***All'interno del dispositivo sono presenti parti rotanti. Non inserire le dita o altri oggetti nelle fessure dell'apparecchio. In caso contrario, si potrebbero verificare lesioni personali.***
- ***È vietato l'uso in ambienti particolari, quali ambienti a rischio incendio o in presenza di temperature elevate, umidità, forti interferenze elettromagnetiche, ecc.***
- ***Non avviare il dispositivo a vuoto, senza fluido refrigerante.***

10.1 Descrizione dei componenti



10.2 Condizioni e requisiti per l'installazione e l'utilizzo del chiller

- **Assicurarsi che la tensione di funzionamento sia stabile e al valore corretto**; poiché il compressore frigorifero è sensibile alla tensione di alimentazione, la normale tensione di funzionamento del prodotto è di 210~240 V alla frequenza di rete di 50 Hz (sulla frequenza è ammessa una fluttuazione massima di ±1 Hz). Rispettare le posizioni di fase (L) e neutro (N) della linea di alimentazione.
- Installare la macchina su una **superficie orizzontale** il modo che il chiller non risulti inclinato.
- **Non installare in ambienti difficili** come in presenza di gas corrosivi e infiammabili, polvere, nebbia d'olio, polvere conduttiva, alta temperatura e umidità, forti interferenze elettromagnetiche, luce solare diretta, ecc.
- Rispettare i parametri dell'ambiente operativo

Temperatura ambiente	Umidità ambientale	Altitudine
0~40°C	U. r. ≤ 90%	≤ 3.000 m

- **Rispettare i requisiti del fluido refrigerante**: Il chiller può utilizzare come fluido di raffreddamento acqua distillata, acqua deionizzata o ultrapura. È vietato l'uso di fluidi oleosi, contenenti particelle solide o corrosivi.
- Sostituire il fluido di raffreddamento (si consiglia ogni tre mesi circa) per garantire il corretto funzionamento del refrigeratore.

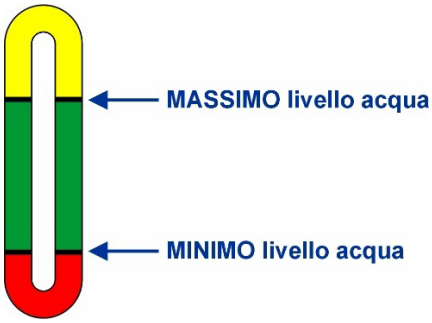
	***ATTENZIONE:*** ***Quando il refrigeratore è utilizzato con acqua a temperatura ambiente inferiore a 2°C, è necessario aggiungere antigelo nel serbatoio dell'acqua del chiller. Si consiglia di sostituire l'acqua distillata pura con una miscela antigelo (75% acqua distillata e 25% glicole propilenico). Quando la temperatura ambiente si è stabilizzata su valori più elevati, sostituire nuovamente la miscela antigelo con acqua distillata, lasciare funzionare il refrigeratore per 30 minuti per rimuovere l'antigelo residuo e svuotare il circuito, quindi riempire nuovamente con acqua distillata.***

- **Pulire il filtro aria regolarmente**: per garantire le prestazioni operative, si raccomanda che la presa d'aria frontale non venga ostruita; lo spazio riservato dell'uscita dell'aria non deve essere inferiore al diametro della ventola del chiller e deve mantenere la stessa posizione orizzontale, è possibile aggiungere un condotto dell'aria di diametro non inferiore a quello della ventola per garantire una buona ventilazione di uscita dell'aria.
- **Determinare la direzione del tracciato delle tubazioni** in base all'ingresso e all'uscita dell'acqua del chiller e assicurarsi che il condotto dell'acqua sia pulito e privo di impurità, in modo da impedire che queste entrino nel condotto e causino ostruzioni o guasti alla pompa.
- **Riempire il serbatoio** fino al livello massimo indicato.

Se vengono rispettate tutte le condizioni e una volta riempito il serbatoio, è possibile collegare il cavo di alimentazione e accendere l'interruttore **(è vietato avviare il dispositivo senza acqua).**
Dopo aver acceso l'interruttore di alimentazione, la pompa di circolazione del chiller inizia a funzionare. Quando la macchina viene accesa per la prima volta, ci saranno più bolle d'aria nella tubazione, il che farà sì che la macchina emetta occasionalmente un allarme, ma tornerà alla normalità dopo alcuni minuti di funzionamento. Per spurgare il circuito vedere la relativa sezione descritta successivamente.
Dopo aver avviato la macchina per la prima volta, verificare immediatamente se i tubi dell'acqua perdono. Dopo l'accensione, se la temperatura dell'acqua è inferiore alla temperatura impostata, è normale che la ventola di raffreddamento e altri dispositivi della macchina non funzionino. Il regolatore di temperatura controllerà automaticamente lo stato di funzionamento dei compressori, delle elettrovalvole, delle ventole di raffreddamento e degli altri componenti in base ai parametri impostati.

10.3 Riempire il serbatoio del fluido

Dopo la prima accensione dell'apparecchio, l'aria presente nelle tubature dell'acqua viene espulsa e il livello dell'acqua nel serbatoio si abbassa leggermente. Per mantenere il livello dell'acqua nella zona verde, è possibile aggiungere acqua. Osservare e annotare il livello attuale dell'acqua. Dopo che il refrigeratore ha funzionato per un certo periodo di tempo, controllare nuovamente l'indicatore del livello dell'acqua. Se il livello dell'acqua si abbassa in modo significativo, verificare la presenza di eventuali perdite nelle tubature.



10.4 Spurgare l’aria dal circuito

Dopo aver aggiunto acqua per la prima volta o averla sostituita, occorre spurgare l'aria dalla pompa dell'acqua prima di utilizzare la macchina. L'aria causa cavitazione, che può danneggiare permanentemente i componenti della pompa se lasciata girare a secco o con un eccesso d’aria nel circuito. L'aria nel circuito è la causa principale degli allarmi di flusso immediati dopo l'accensione.
Il metodo di spurgo è il seguente:

- a dispositivo spento, aggiungere acqua, verificare che il serbatoio sia pieno fino al livello corretto e lasciare aperto il tappo di carico del serbatoio.
- scollegare il tubo dell'acqua collegato all'uscita a bassa temperatura contrassegnata come OUTLET (mandata acqua),
- attendere circa 2 minuti per lasciare che l'aria esca naturalmente dalla pompa del chiller,
- ricollegare il tubo,
- avviare il sistema e, mentre il refrigeratore è in funzione, facilitare la risalita dell'aria schiacciando e rilasciando ripetutamente i tubi dell'acqua esterni (questa azione aiuta ad espellere le bolle d'aria intrappolate verso il serbatoio, dove verranno espulse naturalmente dal foro di riempimento aperto),
- chiudere il tappo di carico del serbatoio.

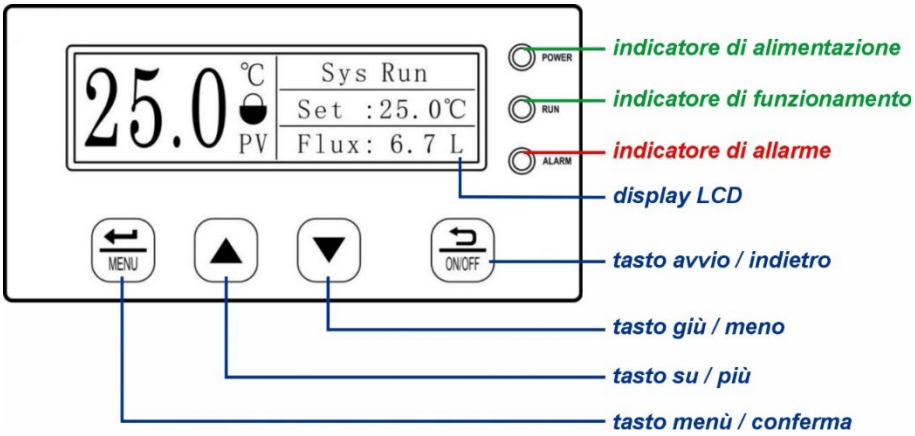
10.5 Verifiche di funzionamento.

Al fine di garantire il corretto funzionamento del sistema di refrigerazione, controllare quanto segue:

- Verificare che il collegamento della tubazione sia corretto e che non vi siano bolle o perdite d'acqua;
- Verificare che le valvole a sfera di ingresso e di uscita dell'acqua siano aperte e che la valvola di scarico sia chiusa;
- Controllare il livello del liquido nel serbatoio dell'acqua;
- Verificare che il cablaggio elettrico dell'apparecchiatura sia collegato correttamente;
- Verificare se l'apparecchiatura è messa a terra.

10.6 Stato operativo e regolazione dei parametri

L'impostazione predefinita del regolatore di temperatura è la modalità di regolazione intelligente. La temperatura dell'acqua è impostata a 25°C, regolare la temperatura in base alle proprie esigenze operando sul pannello di controllo frontale.



Dopo aver premuto "menu" nell'interfaccia principale, accedere al menu principale, premere "su" e "giù" per selezionare il sottomenu, premere "menu" per accedere al sottomenu e premere "indietro" per tornare al menu principale. Dopo essere entrati nel menu principale, premere "su" e "giù" per regolare il valore del parametro e premere "menu" per salvare il parametro. Se il tasto non viene premuto entro 10 secondi durante il processo di impostazione, si tornerà automaticamente all'interfaccia principale.

Tabella delle password di sistema

Categoria	**Password**
Parametri amministratore	359
Parametri di ripristino	999

Tabella di impostazione dei parametri

Nome del parametro	**Descrizione del parametro**	**Unità**	**Intervallo valori**
Temperature setting	Temperatura impostata	°C	20.0~70.0
Heating difference	Differenza di temperatura per l'avvio del riscaldatore	°C	- 5.0~8.0
Compressor Start temperature difference	Differenza di temperatura per l'avvio del compressore	°C	0,1~8,0
Compressor Stop temperature difference	Differenza di temperatura per l'arresto del compressore	°C	0,0~8,0
Following temperature difference	Differenza di temperatura per la regolazione intelligente	°C	-20,0~20,0
Start/stop mode	Modalità di avvio	1 – Avvio all'accensione	
Upper temp. limit alarm	Limite di temperatura superiore	°C	25,0~80,0

Nome del parametro	Descrizione del parametro	Unità	Intervallo valori
Lower temp. limit alarm	Limite di temperatura inferiore	°C	-25,0~20,0
Lower flow rate limit protection	Limite di protezione da flusso troppo basso	L/min	0~90
Flow Switch type	Tipologia flussostato	0 – Normalmente Aperto; 1 – Normalmente Chiuso	
Alarm output type	Tipologia uscita allarme	0 – Normalmente Aperto; 1 – Normalmente Chiuso	
Flow detection delay	Ritardo sensore di flusso	s	0~300
Comp start delay	Ritardo comparazione temp. impostata – temp. ambiente	s	10~600
System Start/Stop mode	Modalità di avvio/arresto	0 – Controllo locale	
DI1 input function	Funzione ingresso digitale 1	0 – Livello acqua; 1 – Sovraccarico compressore; 2 – Sovraccarico pompa; 3 – Guasto alimentazione	
DI1 input type	Tipologia ingresso digitale 1	0 – Normalmente Aperto; 1 – Normalmente Chiuso	
Mode selection	Modalità di regolazione temperatura	0 – Temperatura costante 1 – Regolazione intelligente	
Model selection	Tipologia di chiller	0 – Senza riscaldatore 1 – Con riscaldatore	
Temperature following the upper limit	Limite superiore temperatura di inseguimento	°C	25,0~45,0
Temperature following the lower limit	Limite inferiore temperatura di inseguimento	°C	0,0~25,0
Standby Antifreeze enabled	Abilitazione funzione antigelo	0 - Disabilitata 1 - Abilitata	
Shutdown temperature difference of constant temperature	Temperatura di arresto in modalità a temp. costante	°C	0,0~10,0

Nome del parametro	Descrizione del parametro	Unità	Intervallo valori
State transition delay	Ritardo di transizione di stato	s	0~99

L'impostazione "Following temperature difference" associata alla modalità "Intelligent Control" implica che il chiller regoli la temperatura dell'acqua in base alla temperatura ambiente, mantenendo uno scarto fisso. In pratica, invece di tenere l'acqua a un valore fisso (es. 25°C), il refrigeratore "insegue" la temperatura esterna applicando un differenziale. Di fabbrica il differenziale è impostato a -2°C, ma è personalizzabile nei parametri di controllo.
La logica di regolazione è Temperatura Acqua = Temperatura Ambiente + Differenziale impostato.
Esempio: Se il differenziale è impostato a -2°C e nella stanza ci sono 28°C, il chiller porterà l'acqua a 26°C.
Questo sistema serve a evitare lo shock termico dei componenti del laser e, soprattutto, a prevenire la formazione di condensa sugli apparecchi o sui tubi, che potrebbe verificarsi se l'acqua fosse troppo più fredda rispetto all'aria circostante.



ATTENZIONE:

La funzione Antigelo, se abilitata, diventerà operativa quando la temperatura scende sotto il limite impostato anche se il refrigeratore si trova in stand-by (purché sia alimentato), facendo circolare l'acqua nel circuito e attivando anche il sistema di valvole e il riscaldatore (se presente).

In questo modo il sistema sarà più protetto dal rischio di congelamento del fluido. Il sistema tornerà in stand-by al raggiungimento della temperatura di sicurezza del fluido.

10.7 Interfacce di allarme

Per garantire che le apparecchiature non vengano danneggiate in caso di anomalie, i refrigeratori sono progettati con una funzione di protezione tramite allarme.
Nel sistema di marcatura FLM 10 UV non è necessario utilizzare queste interfacce, poiché la sorgente laser dispone di un allarme interno che blocca l'emissione laser se la temperatura non è corretta.

10.8 Manutenzione

L'apparecchiatura deve essere spenta per la manutenzione e l'alimentazione elettrica deve essere scollegata. Attendere almeno 3 minuti per permettere ai condensatori di scaricarsi prima di effettuare qualsiasi operazione di manutenzione.
Smontare regolarmente la rete filtrante per pulirla e utilizzare una pistola ad aria compressa per rimuovere la polvere dal condensatore (si consiglia di farlo ogni settimana e di non lasciare il filtro dell'aria smontato per lungo tempo).

	***ATTENZIONE:*** ***La pulizia e la manutenzione devono essere effettuate da personale qualificato.*** ***Lavorare con l'apparecchiatura sotto tensione o immediatamente dopo lo spegnimento comporta il rischio di scosse elettriche.*** ***I bordi taglienti delle alette del condensatore possono provocare tagli sulla pelle, indossare guanti protettivi.*** ***La temperatura del compressore interno e delle tubazioni del refrigerante è molto elevata e il contatto diretto con la pelle può provocare ustioni.*** ***In caso di perdita di gas refrigerante, assicurarsi che sia disponibile una ventilazione adeguata.***

Se la macchina deve essere trasportata, è opportuno svuotare il circuito del fluido.
Trasportare l'apparecchiatura con il serbatoio pieno può causare perdite interne dalle tubazioni.
Quando la temperatura ambiente è inferiore a 2°C, se la macchina rimane spenta per un lungo periodo, è necessario svuotare il liquido e rimuovere l'acqua dal sistema con aria compressa, altrimenti sussiste il rischio di congelamento e rottura dei componenti e delle tubazioni.

ATTENZIONE: All'interno dell'uscita dell'acqua è installata una sonda di temperatura ed è vietato soffiare aria all'interno di tale uscita con una pistola ad aria compressa.

Quando la temperatura ambiente è inferiore a 2°C, si raccomanda di utilizzare una miscela antigelo di acqua distillata (75%) e glicole propilenico (25 %).
Si consiglia in ogni caso l'intera sostituzione di qualsiasi fluido refrigerante ogni tre mesi.

10.9 Risoluzione dei problemi più comuni

Fenomeno	Causa	Soluzione
Il chiller non si accende	L'alimentazione non è collegata	Verificare che il sistema di pulizia laser sia collegato all'alimentazione e che gli interruttori siano accesi.
	Il fusibile si è bruciato	Sostituire il fusibile nella scatola elettrica sul retro del chiller
Allarme di flusso	Livello insufficiente di fluido nel serbatoio	Controllare l'indicatore del livello del fluido, rabboccare fino a quando il livello del fluido non raggiunge l'area verde. Verificare l'assenza di perdite lungo il circuito del fluido.

Fenomeno	Causa	Soluzione
		Collegare un tubo di bypass tra l'ingresso e l'uscita del fluido, per localizzare il problema.
Allarme di flusso (ma assente con tubo di bypass collegato)	Tubi di circolazione ostruiti o piegati	Verificare il circuito del fluido tra chiller e testa di pulizia.
Allarme limite superiore di temperatura	Filtro antipolvere ostruito	Tenere pulito il filtro aria frontale regolarmente.
	Scarsa ventilazione di ingresso e/o uscita aria	Verificare di non aver ostruito i passaggi di ventilazione.
	Tensione troppo bassa o instabile	Verificare l'impianto elettrico di alimentazione o utilizzare un regolatore di tensione.
	Impostazione errata del regolatore di temperatura	Verificare le impostazioni o resettare ai parametri predefiniti e reimpostare.
	Accensione/spegnimento frequente del chiller	Assicurarsi che il refrigeratore sia acceso da abbastanza tempo (> 5 minuti)
	Sovraccarico di calore	Ridurre il sovraccarico termico riducendo i tempi di lavorazione continuativa e aumentando le pause
Forte presenza di condensa	La temperatura dell'acqua è molto inferiore alla temperatura ambiente, elevata umidità	Aumentare la temperatura del fluido. Proteggere le tubazioni dal freddo.
L'acqua defluisce lentamente dallo scarico durante il cambio acqua.	Il tappo di riempimento del serbatoio è chiuso.	Aprire il tappo del serbatoio.

11. Automazione e inserimento in impianti automatizzati

11.1 Passaggio da modalità manuale a modalità remota/automatica.

Il nostro sistema di marcatura laser FLM10UV è normalmente predisposto per essere utilizzato in modalità manuale, ma può essere inserito in un sistema automatizzato o robotizzato a comando remoto.

	***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 si intende utilizzare il sistema in modalità automatica, per passare a tale modalità occorre procedere in questo modo **(si raccomanda, prima di operare, di scollegare la macchina dall'alimentazione elettrica):**

- Installare il sistema di automazione desiderato (posizionatore rotante, tavola, caricatore, ecc.) sul piano sottostante la testa galvanometrica, oppure installare la testa galvanometrica sull'eventuale sistema di posizionamento (ad esempio robot, pantografo, supporto fisso o altro) in modo che il raggio laser sia orientato verso una zona sicura e mai verso persone.
- Individuare gli appositi connettori "ACCESSORI" (a 4 poli) e "PEDALE" (a due poli) sul pannello posteriore della macchina.
- Collegare il dispositivo di automazione (posizionatore rotante, tavola, caricatore o altri sistemi di automazione) al connettore "ACCESSORI".
- Collegare il dispositivo di comando (pedale opzionale o cavo collegato al sistema di controllo di automazione) al connettore "PEDALE".
- La chiusura del contatto sul connettore "PEDALE" equivarrà alla selezione del comando di avvio marcatura nel software di controllo e attiverà istantaneamente il raggio laser di marcatura.

	***ATTENZIONE:*** • ***Il contatto "PEDALE" di avvio remoto attiverà istantaneamente il laser, quindi dovranno essere implementate procedure e/o sistemi di sicurezza esterni su responsabilità del cliente.*** • ***Eseguire le operazioni di collegamento a macchina spenta e scollegata dall'alimentazione 230 VAC.***

Si prega di progettare e impostare adeguatamente il proprio sistema di controllo in modo che un interruttore di consenso si attivi prima dell'interruttore di avvio laser, e che il contatto di avvio 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 progettare e/o 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.*** • ***La certificazione e marcatura CE dell'impianto resta a esclusivo carico del cliente e/o del responsabile della realizzazione dello stesso.***

11.2 Ritorno alla modalità di funzionamento manuale.

Per impostare nuovamente la macchina sulla modalità di funzionamento manuale è sufficiente spegnere la macchina e scollegare i sistemi esterni dai connettori "ACCESSORI" e "PEDALE" sul pannello posteriore.

12. Garanzia e restituzione

12.1 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 procedere 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.

12.2 Limite di garanzia

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

12.3 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.

	***ATTENZIONE:*** ***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.***

13. Allegato 1 - Dichiarazione di conformità

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÁ
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE
DECLARACION DE CONFORMIDAD
KONFORMITATSERKLARUNG
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:

Laser Marking Equipment:

Laser Marker FLM 10 UV

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 61000-3-2:2019+A1:2021
EN 61000-3-3:2013+A1:2019+A2:2021

EN IEC 63000:2018

DD INDUSTRIAL

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

31/07/2026
Davide Defend

OGNI INTERVENTO NON AUTORIZZATO DA DD INDUSTRIAL FARÀ DECADERE QUESTA DICHIARAZIONE.
TOUTE MODIFICATION APPORTEE A LA MACHINE SANS L'AUTORISATION DE DD INDUSTRIAL ANNULERA CETTE DECLARATION.
ANY TAMPERING OR CHANGE UNAUTHORIZED BY DD INDUSTRIAL SHALL IMMEDIATELY INVALIDATE THIS STATEMENT.
TODA MODIFICACIÓN DE LA MAQUINA SIN LA AUTORIZACIÓN DE DD INDUSTRIAL INVALIDARA 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 OGILTIGGÖR DENNA FÖRSÄKRAN.
MIKÄ TAHANSA LAITTEESEEN TEHTÄVÄ TOIMENPIDE, JOKA EI OLE DD INDUSTRIAL:N VALTUUTTAMA, JOHTAA TÄMÄN VAKUUTUKSEN RAUKEAMISEEN.
ELKE INTERVENTIE DIE NIET GEAUTORISEERD IS DOOR DD INDUSTRIAL ZAL DEZE VERKLARING TENIET DOEN.
ДАННЫЙ СЕРТИФИКАТ ТЕРЯЕТ СВОЮ СИЛУ В СЛУЧАЕ ЛЮБОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА НЕАВТОРИЗИРОВАННОГО КОМПАНИЕЙ DD INDUSTRIAL ЛИЦА.
JAKIEKOLWIEK ZMIANY LUB PRZERÓBKI NIEAUTORYZOWANE PRZEZ DD INDUSTRIAL UNIEWAŻNIAJĄ NINIEJSZĄ DEKLARACJĘ.

DD INDUSTRIAL

1/1

14. 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 MARCATURA LASER FLM 10 UV.

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.

Ai fini della tutela della salute e della sicurezza degli operatori, nonché in ottemperanza alle disposizioni del D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro) in materia di Radiazioni Ottiche Artificiali (ROA), il presente manuale d'istruzioni integra formalmente e adotta integralmente come propria guida di riferimento il testo ufficiale emanato dall'INAIL: "SICUREZZA LASER. Rischi e prevenzione" (Edizione INAIL 2024).

Il documento INAIL sopra citato è da considerarsi a tutti gli effetti parte integrante e sostanziale della documentazione tecnica di questo macchinario. Ciascun datore di lavoro, responsabile della sicurezza (RSPP) e operatore addetto all'uso del laser a fibra è tenuto a prenderne visione, comprenderne il contenuto e applicarne rigidamente le direttive operative.

Il manuale INAIL aggiornato è scaricabile gratuitamente in formato PDF dal portale istituzionale. Per comodità dell'utilizzatore, ne verrà fornita una copia in pdf nella chiavetta USB in dotazione alla macchina, ma è possibile effettuare il download diretto cliccando sul seguente link ufficiale:

SICUREZZA LASER. Rischi e prevenzione" (Edizione INAIL)

oppure può essere ricercato sul Portale Agenti Fisici dell’INAIL e scaricato gratuitamente in formato pdf.

14.1 Obblighi e adempimenti vincolanti per l'utilizzatore

In accordo con le linee guida INAIL e la normativa vigente per i sistemi laser industriali (Classi 3B e 4), sono obbligatori i seguenti adempimenti:

- **Valutazione dei Rischi:** Il Datore di Lavoro deve integrare il proprio DVR (Documento di Valutazione dei Rischi) con i rischi ROA specifici derivanti dalla radiazione laser.
- **Nomina del TSl/ESL-II:** È obbligatoria la nomina di un Tecnico della Sicurezza Laser (TSL) o di un Esperto in Sicurezza Laser di grado II (ESL-II) qualificato per monitorare le misure di controllo e mitigazione del rischio all'interno dell'azienda.
- **Formazione degli Operatori:** Tutto il personale che opera in prossimità del macchinario deve ricevere una formazione teorico-pratica specifica e certificata in merito ai pericoli della radiazione laser e all'uso dei DPI.
- **Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)**: È fatto obbligo tassativo di indossare occhiali di protezione laser certificati secondo la norma UNI EN 207 / EN 208, aventi una Densità Ottica (OD) e una marcatura adeguate alla specifica lunghezza d'onda del laser installato (355 nm).
- **Delimitazione Area:** il laser opera in Classe 4, l'area di lavoro deve essere classificata come "Zona Laser Controllata", opportunamente delimitata, dotata di cartellonistica di avviso e accessibile solo al personale autorizzato.

	***ATTENZIONE:*** ***L'inosservanza delle prescrizioni contenute nel manuale INAIL allegato comporta il decadimento di qualsiasi responsabilità del costruttore per danni a cose o persone causati dall'uso improprio o non protetto della macchina.***

14.2 Protezione degli occhi

Il marcatore laser FLM10UV è dotato di una sorgente UV di potenza pari a 10W che emette un fascio laser di lunghezza d'onda pari a 355 nm. La testa galvanometrica da cui viene emesso il fascio laser è montata rivolta verso il basso, per cui in normali condizioni di lavoro l'operatore non può essere esposto al fascio diretto, ma resta esposto ad un eventuale fascio riflesso dal materiale in lavorazione.
Per questo motivo è obbligatorio che l'operatore e qualsiasi persona presente indossino appositi occhiali di protezione laser. La DNRO (distanza nominale di rischio oculare) è stata calcolata mediante un apposito software di simulazione e risulta la seguente:

- **DNRO = 7,40 metri**

Questo significa che l'operatore si trova certamente entro quella distanza e necessita di DPI oculari.

```
=== SICUREZZA OCULARE ===
 • DNRO                          : 7.40 m
 • MPE occhio                    : 5.9796e+01 J/m²  [H=5.6e3·t^0.25=5.980e+01 J/m²]
 • t esposizione                 : 10.0 s
 • Regola più restrittiva        : #2
   R1: DNRO=    0.12 m   MPE=5.980e+01 J/m²   [singolo E_max vs MPE(τ_min)]
   R2: DNRO=    7.40 m   MPE=1.000e+04 J/m²   [treno P_nom×T_e vs MPE(10.0s)]  ◂ ATTIVA
   R3: DNRO=    0.12 m   MPE=5.980e+01 J/m²   [singolo E_max vs MPE(τ_min)·Cp  Cp=0.0352]
```

Fig. 13.2.1 Calcolo della DNRO

Nella situazione ipotizzata nella simulazione, la valutazione degli effetti di una emissione del fascio laser direttamente verso gli occhi dell'operatore ha portato ad individuare come idonei occhiali di protezione con le seguenti caratteristiche:

```
=== DPI OCULARI — EN 207:2017 ===
 • Fascio ϕ alla distanza operatore : 8.89 mm
 • Marcatura richiesta              : 355 D LB6 + I LB5
 • Numero di scala                  : LB6
 • Modo operativo                   : I
 • Scala criterio impulso           : LB5  [H=6.744e+00  H'=6.744e+00 J/m²  F(d)=9.441  (N=250000, freq_max=50.0kHz)]
 • Scala criterio CW media          : LB6  [E_avg=3.372e+05 W/m²  d63=6.27mm  F(d)=9.441]
 • Criterio predominante            : potenza media

 • OD fascio diretto (dist 0.5 m)     : 4.24  x  DPI necessari
   OD singolo impulso                 : 0.65
   OD potenza media                   : 4.24
```

Fig. 13.2.2 Calcolo dei DPI oculari

Ovviamente è possibile utilizzare prodotti con protezione superiore, verificando che il filtro ottico nel campo della luce visibile non 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.



ATTENZIONE:

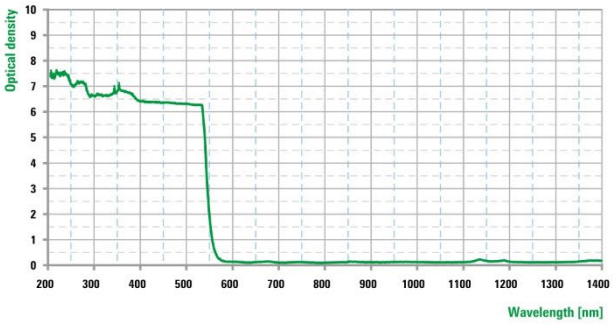
- ***Non osservare mai direttamente il fascio laser.***
- ***Durante l'uso di questa attrezzatura non devono essere presenti persone estranee alla lavorazione, e tutti i presenti devono indossare occhiali di protezione laser a norma EN207 con protezione adeguata per emissione laser diretta nella lunghezza d'onda di 355 nm.***

I raggi ultravioletti hanno prevalentemente effetti fotochimici, con:

- effetti di tipo "deterministico" (a soglia, dipendono dalla durata dell'esposizione), quali fotocheratiti, fotocongiuntiviti, cataratta, eritema, elastosi, invecchiamento cutaneo,
- effetti a lungo termine di tipo "stocastico " (la gravità non dipende dalla durata dell'esposizione, mentre la probabilità di comparsa dipende dalla dose complessiva ricevuta), quali forme tumorali della cute (carcinomi, melanomi).

Il costruttore può fornire insieme alla macchina il seguente prodotto commerciale certificato che soddisfa pienamente i requisiti richiesti.





Filter	Full protection
Colour	Orange
Material	Polycarbonate
VLT	40%
Alignement laser wavelength T%(λ) >10%	560-780 nm

Wavelength		**OD**	**5X7**
			5X7L.00.00.653
180	315	7	D LB7 IR LB4
315	534	6	DIRM LB6
315	536	5	DIRM LB5
315	538	4	DIRM LB4
315	541	3	DIRM LB3

Fig. 13.2.3 DPI oculari consigliati dal costruttore

14.3 Protezione della cute

Quando si utilizzano sistemi laser a radiazione invisibile, soprattutto se in presenza di radiazione diffusa, è opportuno proteggere la pelle dell'operatore dagli effetti dannosi della radiazione. Ricordiamo che il sistema di marcatura laser FLM10UV utilizza una sorgente pulsata con lunghezza d'onda pari a 355 nm, quindi nel campo dell'ultravioletto.

Sempre tenendo presente il corretto comportamento da parte dell'operatore, per la protezione della cute si deve ritenere obbligatorio indossare abbigliamento che garantisca una adeguata protezione cutanea, al fine di limitare il più possibile la frazione di cute esposta.

Esattamente come accade con l'esposizione alla luce solare, l'esposizione prolungata alla luce ultravioletta può avere effetti dannosi sulla cute.

La DNRP (Distanza nominale di rischio cutaneo) è stata calcolata mediante un apposito software di simulazione e risulta la seguente:

- **DNRP = 135,11 metri**

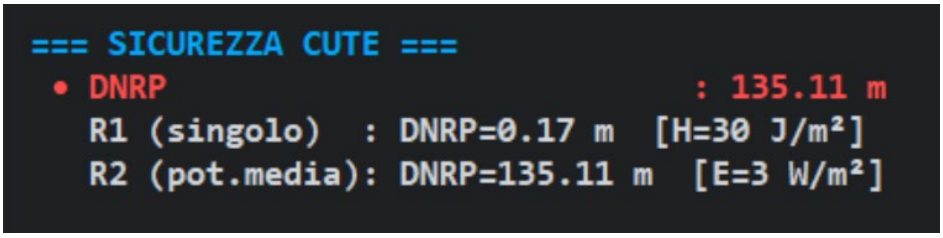


Fig. 13.2.2 Calcolo della DNRP

14.4 Altri rischi per l’operatore

La lavorazione laser può interagire con i diversi materiali creando fumi, particolato e prodotti gassosi anche tossici, quindi la zona di lavoro deve essere dotata di apposito impianto di aspirazione e depurazione dei fumi.

L’utilizzo di apparecchiature laser in Classe 4 rappresenta sempre un potenziale rischio di incendio, quindi occorre attenersi alle procedure previste dal vostro RSPP e/o TSL/ESL-II in merito a questi rischi e a qualsiasi altro rischio legato alla presenza di una lavorazione laser.