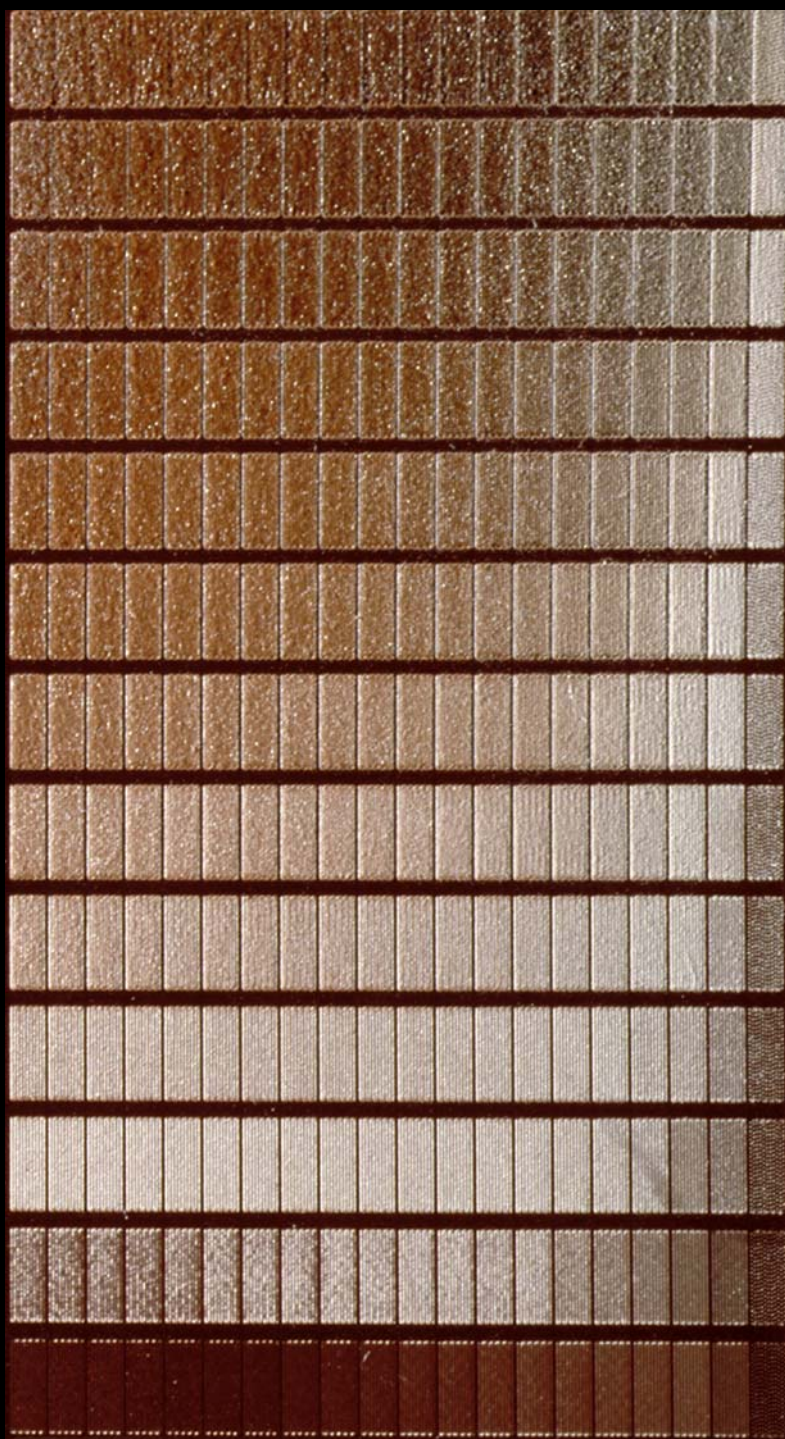




HIGH
PERFORMANCE
THERMOPLASTICS

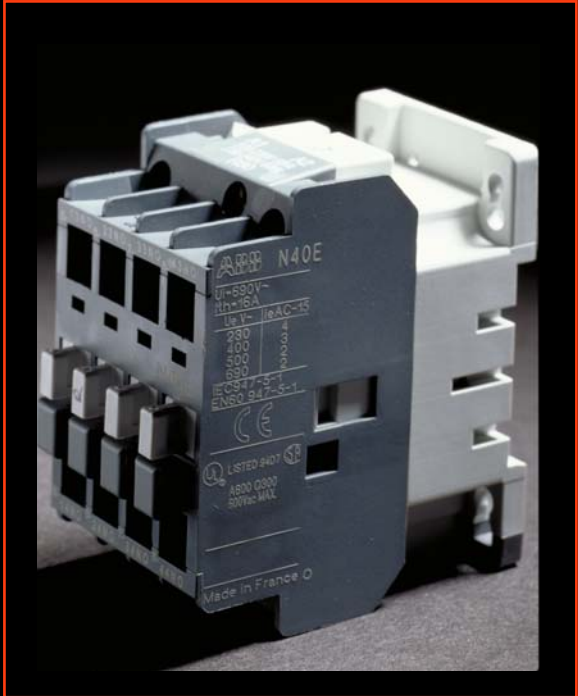


MARCATURA LASER SUI TERMOPLASTICI LATI

LASER MARKING

- *Definizione di "Laser"*
- *Tecniche di Marcaggio Laser*
- *Sorgenti Laser*
- *Caratteristiche del sistema a raggio laser guidato*
- *Parametri per il Marcaggio con il Laser Nd: YAG*

- *Qualità del Marcaggio e specifiche*
- *Effetti della Marcatura*
- *Problemi di Marcatura*
- *Marcabilità dei Termoplastici*
- *Esempi di Marcaggio Laser su compound Termoplastici ad uso ingegneristico*



DEFINIZIONE DI "LASER"

Il termine Laser è un acronimo e sta per "Light Amplification by Stimulated Emission Radiation", ovvero "amplificazione della luce tramite emissione di radiazioni stimulate".

Il laser può essere considerato come un sistema che immagazzina l'energia sotto forma di luce e la rilascia poi in un'area estremamente localizzata. In questo modo si raggiungono densità di energia molto elevate.

Il laser è basato sul fenomeno della emissione stimolata dei fotoni. Quando un fotone colpisce un atomo questo può eccitare un elettrone per farlo muovere su di un orbitale a più alto livello energetico. Non appena l'elettrone torna al suo orbitale originario esso rilascia un fotone avente un'energia pari alla differenza di energia esistente tra i due orbitali su cui l'elettrone si è spostato. Questo meccanismo è noto con il nome di emissione spontanea dei fotoni (Fig.1).

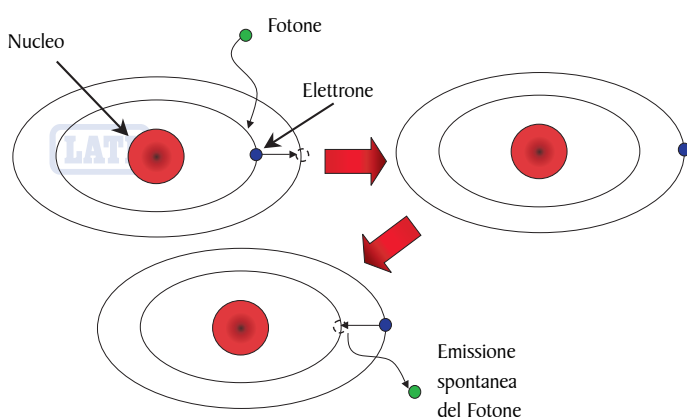


Fig.1 Emissione spontanea dei fotoni. L'elettrone eccitato rilascia spontaneamente un fotone.

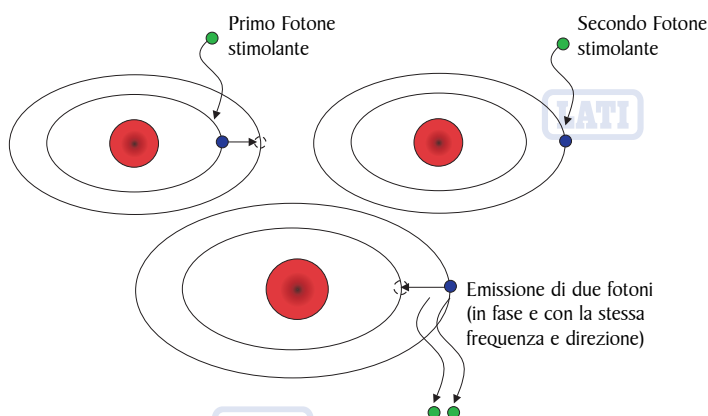


Fig.2 Emissione stimolata di un fotone

L'emissione stimolata dei fotoni (Fig.2) è un po' diversa. In sintesi il fenomeno è il seguente: in un primo tempo l'atomo (l'elettrone) è eccitato da un fotone, e successivamente, prima che spontaneamente rilasci un fotone, viene colpito da un altro fotone, (il cosiddetto fotone passante), avente una frequenza corrispondente alla differenza d'energia tra due orbitali tra cui l'elettrone può oscillare. In conseguenza di ciò l'atomo rilascia il "suo" fotone (muovendo l'elettrone eccitato ad un livello inferiore), nella stessa direzione del fotone passante il quale continuerà il suo viaggio. Perciò alla fine due fotoni viaggeranno in fase e alla stessa frequenza, fissata dalla differenza d'energia tra gli orbitali atomici, e nella stessa direzione.

Il fotone incidente (o fotone passante), avente la stessa frequenza di quello emesso dall'atomo, è generato tramite un sistema di specchi che riflettono i fotoni emessi spontaneamente.

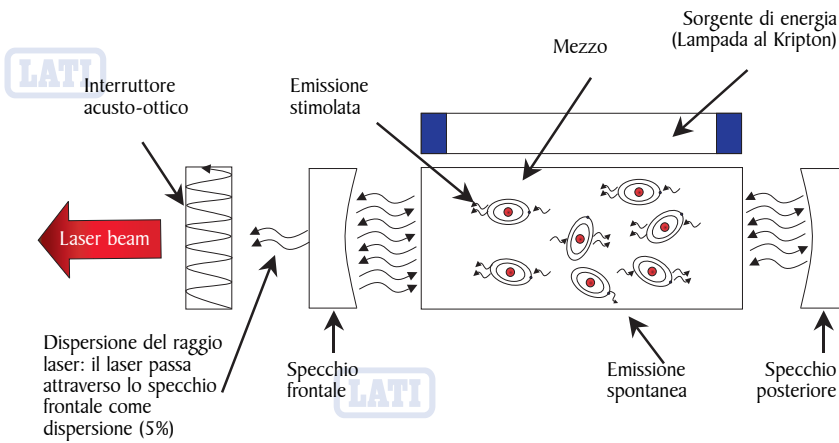


Fig.3 Generazione del raggio laser

In un dispositivo laser (Fig. 3) i fotoni stimolati ed emessi spontaneamente vengono costretti, tramite un sistema di specchi, a muoversi attraverso un cristallo drogato con Neodimio, ed in questo modo l'energia viene immagazzinata sotto forma di luce ad una frequenza ben determinata. Lo specchio anteriore è in grado di lasciar passare una piccola frazione dei fotoni incidenti i quali vanno poi a creare il raggio laser. In seguito un dispositivo chiamato interruttore acusto-ottico è utilizzato per immagazzinare l'energia uscente, che viene poi rilasciata ad impulsi ad alta potenza. Il raggio laser viene poi espanso tramite un sistema ottico, il beam expander, e inviato al sistema di messa a fuoco per la tecnica del marcaggio con mascherina, o agli specchi mobili nella tecnica del raggio guidato.

localizzata; in questo modo la figura/testo è proiettata con un'elevata densità d'energia sul particolare di materiale termoplastico da marcare, producendo la reazione che genera la marcatura. Il laser ha una frequenza degli impulsi solitamente superiore ai 100 Hz ed un tempo d'esposizione inferiore ai 50 ns. Il sistema è molto rapido, ma allo stesso tempo è poco flessibile perché ciò che viene inciso è dipendente da ciò che è rappresentato sulla mascherina. Perciò la tecnica con mascherina è adatta solo per etichette di tipo ripetitivo, come targhette dati, logo etc.. La tecnica con raggio guidato (Fig. 5) è più flessibile di quella con mascherina, ma ha una velocità inferiore.

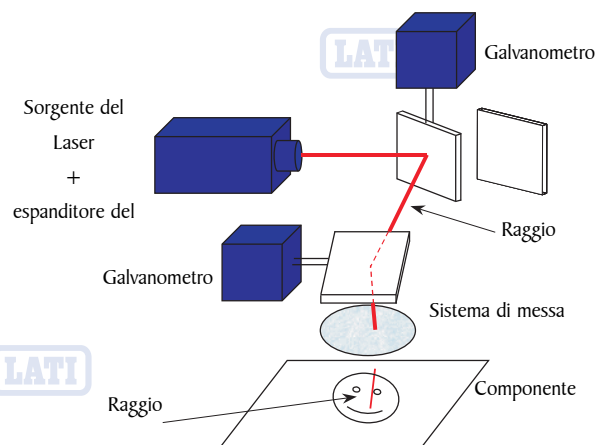


Fig.5 Marcatura con raggio guidato.

TECNICHE DI MARCAGGIO LASER

Esistono diverse tecniche di marcaggio laser, principalmente la tecnica con **mascherina** e quella con **raggio guidato**. Nella tecnica con mascherina (Fig. 4) il raggio espanso uscente dalla sorgente del laser è proiettato su di una mascherina, rappresentante la figura/testo che deve essere incisa. Successivamente il raggio filtrato passa attraverso delle lenti ottiche che concentrano il raggio laser su di un'area molto

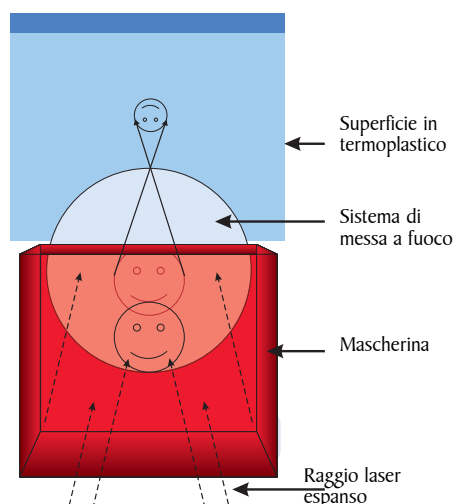


Fig.4 Processo di marcatura laser con mascherina.

Dato che la flessibilità è uno dei punti chiave del marcaggio laser, questa tecnica è di gran lunga quella più comunemente in uso. Due specchi azionati da due galvanometri deflettono il raggio laser espanso; gli specchi guidano il laser, ed attraverso un sistema di lenti il raggio viene focalizzato sul particolare da marcare seguendo il percorso che deve essere creato. Il controllo del movimento degli specchi è molto preciso ed accurato, perciò la qualità della figura/testo prodotta è molto alta. Anche la flessibilità è molto alta, dato che si possono memorizzare parecchie etichette sul computer che gestisce il sistema, e il passaggio da un'etichetta all'altra è un'operazione che richiede pochissimo tempo. Con questa tecnica è possibile variare alcuni parametri, tra i quali la potenza del laser, la frequenza degli impulsi e la velocità del raggio laser, così da ottenere la miglior marcatura possibile. Il campo di marcatura è dipendente dal sistema utilizzato, e generalmente va dagli 80 ai 500 mm (talvolta raggiunge i 1000 mm).

nm (luce infrarossa) ed il Nd:YAG duplicato, con una lunghezza d'onda di 532 nm (luce verde); in questo modo è possibile ottenere un diametro del raggio più piccolo e un'immagine più nitida, anche se, per contro, la velocità di marcatura sarà inferiore per i tratti a spessore elevato.

I diversi tipi di laser utilizzati per marcare i materiali termoplastici sono riassunti nella tabella seguente. Si può osservare che il miglior compromesso in termini di velocità, flessibilità e qualità della marcatura è dato dal Nd:YAG.

Tipo di laser	Lunghezza d'onda (nanometri)	Potenza
CO ₂	10600	10 - 200W, 6J / impulso in fase di marcaggio
Eccimeri	175 - 483 nm	Max 2 J / impulso in fase di marcaggio
Nd:YAG	1064 nm	25-10W, 0.2 j / impulso in fase di marcaggio
Nd: YAG duplicato	532 nm	1 - 3W

SORGENTI LASER

Esistono diverse tipologie di sorgenti laser. Per la tecnica di marcaggio con mascherina si utilizzano tipicamente:

- CO₂ con una lunghezza d'onda di 10600 nm
- Laser ad eccimeri, con una lunghezza d'onda inferiore (175 - 483nm), risultante in una marcatura più sottile e nitida.

Per la tecnica a raggio guidato la principale sorgente utilizzata è costituita dai Nd:YAG (Neodymium doped Yttrium Aluminium Garnet), con una lunghezza d'onda di 1064

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA A RAGGIO LASER GUIDATO

Dato che il sistema a raggio guidato è il più comunemente utilizzato, daremo ora una panoramica dei parametri che possono influenzare la qualità del marcaggio. Questi sono principalmente la lunghezza d'onda, la potenza, la densità di energia incidente, il diametro del raggio nel momento

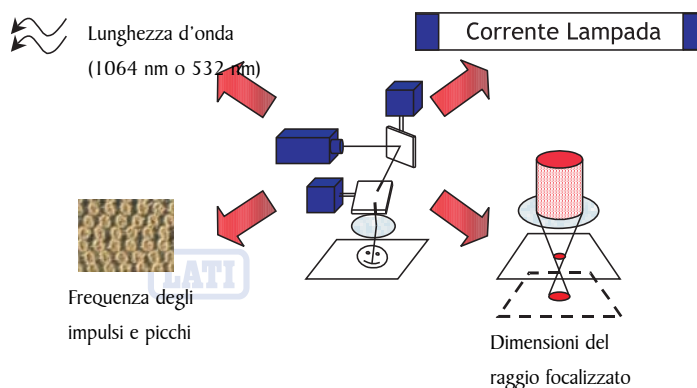


Fig.6 Caratteristiche del sistema a raggio guidato.

dell'incisione, la frequenza degli impulsi e la potenza di picco degli impulsi, la velocità del raggio. La combinazione di questi parametri ha una forte influenza sull'effetto del laser durante la marcatura.

Lunghezza d'onda

La lunghezza d'onda è importante perché, se si desidera un effetto di marcatura, il materiale deve assorbire l'energia del raggio laser. La maggior parte dei materiali termoplastici è in grado di assorbire l'energia del laser alla lunghezza d'onda di 1064 nm (la lunghezza d'onda del Nd:YAG, che cade nella banda degli infrarossi); per i materiali che richiedono una lunghezza d'onda inferiore si può utilizzare un Nd:YAG duplicato a 532 nm.

Amperaggio della lampada

L'energia del raggio prodotto è proporzionale all'energia della sorgente luminosa utilizzata (per un Nd:YAG viene usualmente utilizzata una lampada al Krypton). Aumentando o diminuendo l'energia in entrata (amperaggio della lampada), l'energia del laser in uscita varia di conseguenza.

Frequenza e picchi di potenza degli impulsi

Generalmente un raggio laser non viene rilasciato in maniera continua, bensì ad impulsi a frequenze medio-alte. In questo modo l'energia immagazzinata nell'interruttore acusto-ottico viene rilasciata in un tempo molto breve. Il dispositivo di produzione di un raggio laser può essere assimilato ad un condensatore che rilascia la carica elettrica accumulata istantaneamente, producendo così una elevata potenza. Minore è la frequenza degli impulsi (frequenza di rilascio dell'energia) maggiore sarà la potenza degli impulsi e l'effetto conseguente. Si può osservare che quando si utilizzano basse frequenze l'effetto sulla superficie

del materiale termoplastico è quello di una vaporizzazione del materiale, in conseguenza dell'incremento molto rapido della temperatura e della sua bassa propagazione per conduzione verso l'interno del componente. Qualora invece si utilizzino alte frequenze la vaporizzazione del materiale è presente in misura minore, e l'effetto principale del laser è un incremento di temperatura nelle vicinanze dell'area colpita dal raggio. Le frequenze tipiche degli impulsi variano da 1 a 50 kHz.

Dimensioni del raggio focalizzato e densità di energia

La sola potenza del raggio laser non è sufficiente a garantire un appropriato marcaggio. Difatti è altrettanto importante che tale potenza venga indirizzata verso un'area ben localizzata, e il dispositivo che controlla questo aspetto è il sistema di messa a fuoco. Il diametro del raggio laser focalizzato sulla superficie da marcare determina sia lo spessore dell'incisione sia l'effettiva capacità marcante del raggio. Questo diametro è funzione della lunghezza focale del sistema ottico e della divergenza del raggio laser. In sintesi, quando la lunghezza focale viene aumentata, la corrispondente dimensione del raggio incidente viene incrementata di conseguenza. La regolazione della lunghezza focale ha influenza su due proprietà: la dimensione del raggio nel punto di incisione, ossia la densità d'energia incidente (minore è la lunghezza focale maggiore è la densità d'energia), e la dimensione del campo di marcatura, ossia il diametro massimo all'interno del quale è possibile procedere con un marcaggio (maggiore è la lunghezza focale maggiore sarà il campo di marcatura).

Si deve osservare che la dimensione del raggio focalizzato è talvolta inferiore allo spessore richiesto per marcare un particolare in materiale plastico; perciò ne consegue che i caratteri o logo vengono "scritti" più di una volta per dare la giusta grafica e leggibilità, apponendo diverse linee l'una accanto all'altra o utilizzando una traccia a spirale per gli spessori maggiori.

**Velocità del raggio
(Velocità di marcatura)**

La combinazione della frequenza degli impulsi e della velocità di spostamento del raggio è la sovrapposizione dei punti di incisione, o densità dei punti di incisione. Una buona sovrapposizione genera un marcaggio continuo, mentre una bassa densità dei punti di incisione provoca una cattiva sovrapposizione. In questo caso una velocità di spostamento del raggio sulla parte da marcare troppo alta comporta una linea di marcatura non continua ed il marcaggio appare come una serie di punti più o meno scollegati. Basse velocità di spostamento del raggio possono tuttavia provocare delle incisioni troppo profonde, o addirittura una bruciatura del particolare nelle vicinanze della zona di incisione.

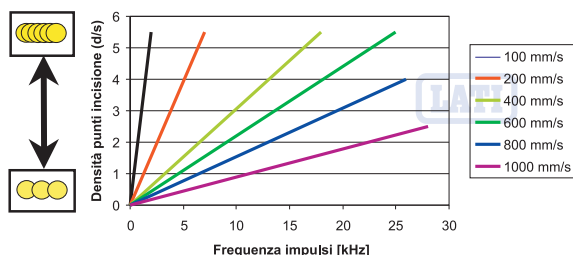


Fig.7 Densità dei punti di incisione in funzione della frequenza degli impulsi e della velocità di spostamento del raggio.

In Fig.7 è riportata una correlazione tra la frequenza degli impulsi, la densità dei punti di incisione (rapporto tra la dimensione dei punti di incisione e la distanza tra due punti stessi) e la velocità di spostamento del raggio. Appare subito che la densità dei punti di incisione varia a seconda della frequenza degli impulsi e della velocità del raggio. Lo spessore tipico della linea di marcatura per un Nd:YAG è di 100 µm. Tuttavia questo valore non è influenzato solo dalla dimensione del raggio nel momento dell'incisione, ma anche dalla densità di energia e dal tipo di materiale che si sta marcando.

Valori tipici della velocità del raggio variano da 300 mm/s a 400 mm/s, ed in qualche caso sino a 6000 mm/s.

In conclusione si può affermare che ci sono diversi parametri che influenzano la qualità del marcaggio di un termoplastico. I più efficaci nella messa a punto del processo sono l'amperaggio della lampada e la frequenza degli impulsi.

PARAMETRI PER IL MARCAGGIO CON IL LASER Nd:YAG

I parametri del sistema di marcatura laser devono essere ottimizzati per ogni tipo di compound che deve essere marcato. Qui di seguito vengono riportati i range dei parametri tipici per il laser Nd:YAG.

più alte e bassi amperaggi. Esistono

	Valori tipici per i termoplastici LATI con un laser Nd: YAG
Potenza assorbita (lampada ad arco; 3.5 kW)	20 - 25 A
Frequenza degli impulsi	5000 - 6000 Hz
Velocità del raggio laser	300 - 400 mm / s
Diametro del punto di incisione	1.5 - 2mm (più piccolo per dettagli più fini, più grande per incisioni più spesse)

L'obiettivo della messa a punto dei parametri è quello di ottenere il giusto assorbimento specifico di energia richiesto per una buona marcatura per ogni specifico prodotto. Tutti i parametri sopra elencati sono importanti, ma quelli su cui si opera normalmente sono la potenza del raggio laser (amperaggio della lampada) e la frequenza degli impulsi.

Per alcuni materiali può essere necessario procedere con basse frequenze degli impulsi e bassi amperaggi, per altri si possono

diverse combinazioni possibili e non occorre molto tempo per mettere a punto il processo e raggiungere il miglior compromesso.

Si deve notare che, essendo il processo pulsante e non continuo ed essendo la dimensione dei punti di incisione abbastanza piccola, il valore della potenza specifica può raggiungere valori dell'ordine di 10^{13} W/cm².

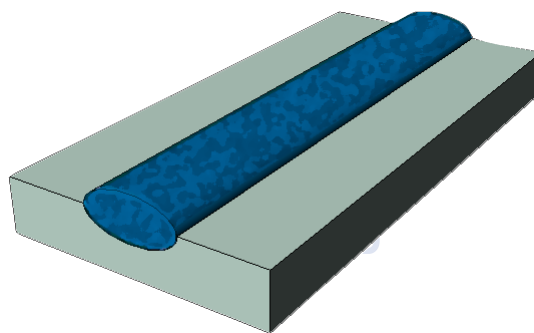


Fig.8 Produzione di schiuma.

EFFETTI DELLA MARCATURA

Quando il raggio laser incide un materiale termoplastico si possono avere diversi effetti, alcuni dei quali non sono completamente chiari. Ciò che appare immediatamente è che l'interazione tra il raggio laser e il compound termoplastico dipende da molteplici fattori ed anche i risultati conseguenti sono differenti. Per esempio, una PA66 di colore grigio potrebbe essere marcabile nella sua versione non caricata, ma potrebbe risultare non marcabile nella sua versione autoestinguente.

Vediamo ora i vari tipi di reazione che si sono osservati sperimentalmente.

Generazione di schiuma

Il primo effetto che si mostra è la generazione di schiuma. Questo fenomeno indica che qualcosa nel compound assorbe l'energia del laser producendo calore all'interno del particolare. Potrebbe essere il tipo di pigmento o in alcuni casi anche l'additivo autoestinguente.

Per ottenere questo effetto il laser deve essere regolato su alte frequenze degli impulsi, permettendo in questo modo la trasmissione del calore verso l'interno del particolare inciso. Questo effetto si può osservare su colori scuri e la schiuma è generata nella zona attorno all'area colpita dal raggio laser.

La struttura schiumosa, avente

una profondità che può arrivare fino a 100 µm all'interno del materiale e fino a 50 µm in altezza, è in grado di disperdere la luce efficientemente, apparendo come un'area più chiara. Questo effetto, da solo o in combinazione con altri effetti, genera abbastanza spesso un marcaggio di buona qualità. Il punto debole può essere una non eccellente resistenza al graffio e all'abrasione.

Incisione senza modifica del colore

Tale effetto si basa sulla rimozione di materiale per vaporizzazione. E' solitamente presente nei termoplastici che assorbono la maggior parte dell'energia del laser o in quelli che hanno dei pigmenti non idonei al marcaggio laser oppure quando si opera con laser a CO₂ ad alta potenza. Questo effetto solitamente offre un basso contrasto, ma è resistente presenti in genere quando si utilizza

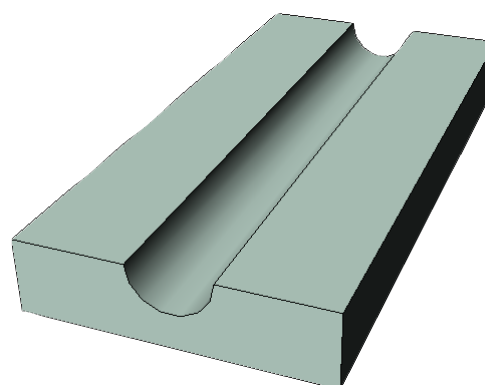


Fig.9 Incisione senza modifica del colore

Incisione con carbonizzazione

La rimozione del materiale e la carbonizzazione della superficie sono le caratteristiche chiave di questo tipo di effetto e sono

compound con colorazioni chiare. Questo effetto è in grado di dare marcaggi con contrasto ottimo e netto. Oltre all'incisione e alla carbonizzazione vi può essere anche un effetto di "sbordatura" di materiale all'esterno della linea incisa.

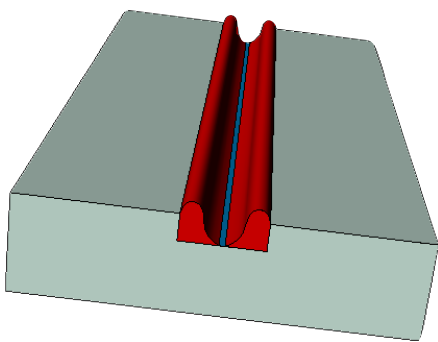


Fig.10 Incisione con cambio del colore.

Cambio di colore o annerimento interno

Ciò che accade in questo caso è la reazione di uno o più dei pigmenti utilizzati nel compound e che risulta sensibile al raggio laser; questo pigmento viene distrutto oppure cambia colore, dando così l'effetto marcante. Questo tipo di reazione è ideale per marcare con profondità fino a 100 µm senza nessun danno significativo alla superficie, purtroppo è utilizzabile solo in poche combinazioni termoplastico-pigmento stante l'attuale tecnologia di pigmentazione. Il contrasto non è così netto come con la generazione di schiuma o con l'effetto incisione. Se si utilizzano diversi pigmenti sensibili ai colori del laser (rosso e verde) è possibile ottenere una marcatura multicolore. Lo sviluppo della tecnologia, sia dal punto di vista del compound che del sistema di marcatura, è ancora in fase di sviluppo.

Marcaggio laser con asportazione

LATI High Performance Thermoplastics

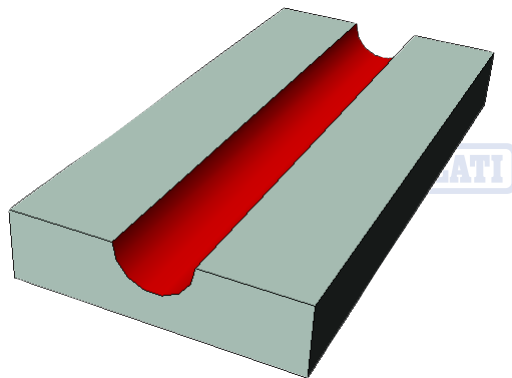


Fig.11 Cambio di colore o annerimento interno.

di uno strato di rivestimento

Dei marcaggi speciali colorati o traslucidi possono ottenersi rimuovendo uno o più strati di un rivestimento applicato in precedenza. Il processo di rimozione del rivestimento può essere utilizzato anche su materiali che non interagiscono bene con i metodi di marcatura laser standard.

Questa tecnica è abbastanza

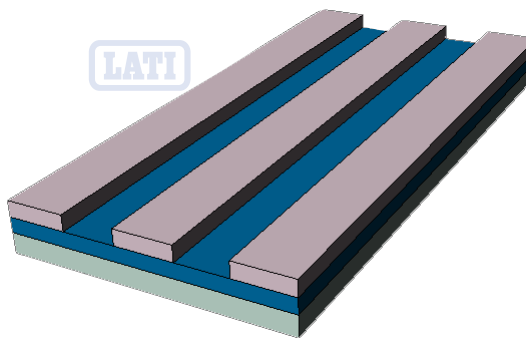


Fig.12 Rimozione del rivestimento.

diffusa nella produzione dei bottoni/pulsanti visibili anche in condizioni notturne, tipico degli interni auto. Questo effetto viene creato rivestendo un termoplastico trasparente con uno strato sottile di colore bianco, e successivamente con uno di colore scuro. Il rivestimento più scuro viene poi rimosso dal laser, esponendo così il

disegno desiderato. Questo processo consente di realizzare disegni/testi visibili sia per luce riflessa durante il giorno, che di luce trasmessa dalla parte posteriore dell'oggetto durante la notte.

PROBLEMI DI MARCATURA

Il marcaggio laser può anche dare cattivi risultati ed effetti secondari. Ne vediamo ora alcuni.

Marcaggio discontinuo

Questo effetto non voluto è il risultato di un assorbimento non costante dell'energia del laser ed il risultato è una puntinatura o un leggero inscurimento lungo la linea di marcatura. Questo fenomeno si osserva principalmente sui prodotti non colorati.

Questo problema può essere migliorato con l'aggiunta di un sistema di pigmentazione ben disperso nella matrice polimerica.

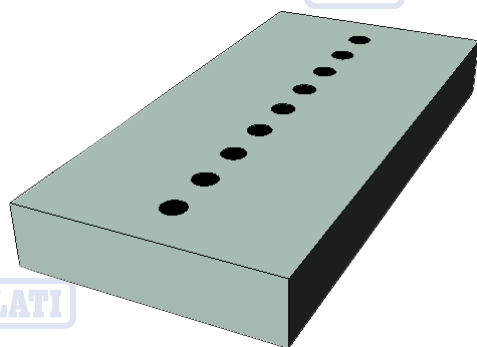


Fig. 13 Marcaggio discontinuo.

Effetti collaterali

In alcune circostanze il marcaggio laser può sviluppare dei fumi o provocare la formazione di polvere. Solitamente ciò è il risultato del polimero degradato che si è formato nella traccia incisa dal laser. Questi prodotti secondari dovrebbero essere rimossi con un sistema di aspirazione delle polveri e/o dei

fumi. In alcuni casi la marcatura con il laser può ridurre parzialmente la resistenza all'urto di alcuni materiali sensibili agli intagli e in alcuni casi può persino ridurre la resistività elettrica di superficie.

Nessun effetto

Alcuni polimeri non assorbono l'energia del laser Nd:YAG, e pertanto non risultano marcabili. Possono essere resi marcabili con l'utilizzo di pigmenti o additivi di altra natura ben dispersi nella matrice polimerica.

QUALITÀ DEL MARCAGGIO E SPECIFICHE

Valutazione visiva

Indipendentemente dal fatto che il marcaggio sia decorativo o funzionale, si richiedono spesso ottimi requisiti di qualità. La linea e il tipo di riempimento sono valutati secondo quattro caratteristiche principali: contrasto, uniformità, nitidezza delle linee e superficie.

La più importante di queste è solitamente il contrasto. Il contrasto è dipendente dalla luminosità dello sfondo e del marcaggio. Il miglior contrasto è ottenuto con sfondi scuri e marcaggi chiari, oppure con sfondi chiari e marcaggi scuri. Il contrasto è sempre molto soggettivo e non dipende solo dalla qualità dell'incisione ma anche da altri aspetti, come ad esempio la finitura superficiale della parte marcata.

Resistenza all'abrasione del marcaggio laser

I vari effetti prodotti dal marcaggio laser raggiungono tutti una profondità che può arrivare fino ai 100 µm, permettendo così la visualizzazione della scritta anche in caso di una leggera abrasione superficiale. In confronto ad altre tecnologie, come per esempio la tampografia, il laser offre una maggiore resistenza all'abrasione, grazie proprio alla relatività, durante il marcaggio laser, di uno spessore maggiore di materiale.

Resistenza all'invecchiamento della marcatura laser

Alcuni polimeri di base e relativi compounds, possono nel tempo, cambiare colore, sbiancarsi o ingiallire quando esposti alla radiazione ultravioletta. Ciò avviene anche per le superfici marcate con laser. Il fattore principale di questo invecchiamento delle superfici marcate è la scarsa resistenza all'invecchiamento del prodotto.

Test di invecchiamento accelerato hanno mostrato che uno sfondo più scuro normalmente decolora più velocemente della marcatura di colore chiaro, ciononostante il contrasto finale viene solo leggermente modificato. Si può ragionevolmente affermare che la marcatura laser non subisce sostanziali variazioni nel tempo per effetto degli agenti atmosferici.

MARCABILITA' DEI TERMOPLASTICI

La condizione necessaria per la marcabilità al laser è l'assorbimento dell'energia del raggio laser, con conseguente cambio di colore o effetto simile. Ciò può ottenersi sia con il solo polimero di base, sia tramite l'aggiunta di pigmenti e/o additivi.

La maggior parte dei polimeri termoplastici non caricati e non pigmentati (nel loro colore naturale) non sono immediatamente marcabili col laser o lo sono solo leggermente, poiché non assorbono la luce del laser (la lunghezza d'onda per il laser Nd:YAG standard è di 1064 nm).

I termoplastici tal quali possono essere divisi a grandi linee in tre categorie, a seconda della loro capacità di essere marchiati:

1. Termoplastici con un buon

assorbimento e carbonizzazione risultante in un marcato scurimento dell'area esposta al laser. Esempi di questo tipo sono il PES, PSU, PC.

2. Termoplastici con assorbimento e carbonizzazione non costanti, che danno luogo ad una marcatura non uniforme (marcaggio discontinuo). Esempi di questo tipo sono PS, SAN, ABS.

Questo gruppo include oltre alle resine stireniche anche i poliesteri (PET, PBT). Con l'aggiunta di particolari pigmenti e/o additivi specifici, le proprietà di marcabilità possono essere rese più omogenee, dando luogo ad una marcatura di alta qualità.

Per entrambi questi gruppi l'ottimizzazione del sistema di pigmenti/additivi per sfondi scuri può portare ad una marcatura di colore chiaro tendente al bianco.

3. Termoplastici con un assorbimento basso o trascurabile, con conseguente scrittura poco o per nulla leggibile.

Questo gruppo include PA, POM, PP, PE, PPS. Nel loro stato naturale, non colorato, non sono marcabili al laser. Con l'aggiunta di un sistema di pigmentazione scura si riesce ad ottenere una marcatura tendente al bianco. Alcuni di questi termoplastici, quando vengono pigmentati con colori chiari, danno luogo a linee di marcatura chiare, ma con additivi speciali è possibile ottenere anche una marcatura di colore scuro. Ogni prodotto e/o colore richiede uno studio specifico.

La marcabilità al laser può essere fortemente influenzata dalla presenza di cariche, rinforzi,

Non contrariamente a quanto si può pensare, la presenza di fibre di vetro riduce solo leggermente la marcabilità. Alcuni tipi di cariche o additivi autoestinguenti possono ridurre la marcabilità al laser per via del loro colore intrinseco. In altri casi, gli additivi contenuti in alcuni sistemi autoestinguenti danno un effetto positivo sul contrasto della marcatura laser.

Formulazioni problematiche

Non è possibile prevedere se una data formulazione darà un buon contrasto con il marcaggio laser. LATI testa regolarmente tutte le proprie formulazioni per capire quali elementi sono importanti per la marcabilità e con quali formulazioni si ottengono i migliori risultati. Per le formulazioni che non danno un buon risultato si possono identificare le linee guida volte a migliorare il contrasto, mantenendo al tempo stesso le proprietà originali del materiale.

Questi test sono stati condotti su larga scala soprattutto sulle poliammidi autoestinguenti.

Dagli studi fatti ne conseguono alcune considerazioni:

1. PA e PP/PE tal quali, non caricate, elastomerizzate, e/o rinforzate con fibre di vetro, non sono marcabili con il laser.
2. Alcuni colori sono intrinsecamente difficili da marcare. E' difficile ottenere un buon contrasto con i colori rosso, giallo e verde, specialmente su resine di base come PA che non sono intrinsecamente marcabili con il laser.
3. E' difficile ottenere un buon contrasto con alcune combinazioni di polimero/colore, non perché essi non siano marcabili, bensì perché il colore in sé è troppo scuro per dare un buon contrasto con un'incisione scura o, allo stesso tempo,

troppo chiaro per dare un buon contrasto con un'incisione chiara. Ciò è stato notato in particolare su certe tonalità di grigio medio.

4. Non è detto che, se un materiale è marcabile con un buon contrasto in un colore, lo debba essere anche per una altra formulazione solo parzialmente modificata e avente lo stesso colore.
5. E' spesso possibile migliorare il contrasto dell'incisione del laser (eccezion fatta per le PA, PP, PE, POM naturali). Ciò può ottenersi modificando il tipo di additivi o pigmenti presenti nella formulazione (selezionando pigmenti che risultano più sensibili alla luce del laser). Tuttavia ci potrebbe essere un effetto negativo sulle proprietà finali del compound, tali da non renderlo più idoneo all'applicazione. Per esempio in alcune formulazioni autoestinguenti si può perdere tale proprietà dopo l'aggiunta di additivi che ne migliorano la marcabilità al laser.

E' indispensabile una stretta collaborazione del cliente per finalizzare esigenze ed obiettivi. Il Servizio Tecnico e la struttura R & S della Lati sono disponibili per valutare ogni esigenza e per sviluppare formulazioni specifiche al fine di risolvere qualsiasi problema di scrittura laser.

ESEMPI DI MARCAGGIO LASER SU COMPOUNDS

TERMOPLASTICI LATI AD USO INGEGNERISTICO

In questa sezione sono riportati alcuni esempi di marcatura laser di materiali Lati. E' possibile osservare, nel dettaglio, l'effetto del laser sulla superficie incisa. Per ragioni di completezza ci sono riportati anche alcuni esempi di marcaggi di cattiva qualità.



Fig. 14 **KELON B FR H2 CET/30-V0 grigio** (PA6 con carica minerale e autoestinguente con alogeni): incisione + cambio di colore. Punti di incisione degli impulsi del laser ben visibili al microscopio. Ad una distanza nor



Fig. 15 **LASULF bianco** (PSU): annerimento interno + leggera produzione di schiuma. Buon contrasto.



Fig. 16 **LATAMID 66 H2 G/25-V0CT1 verde** (PA66 con fibre di vetro autoestinguente con alogeni): incisione senza cambio di colore (bassa qualità della marcatura).

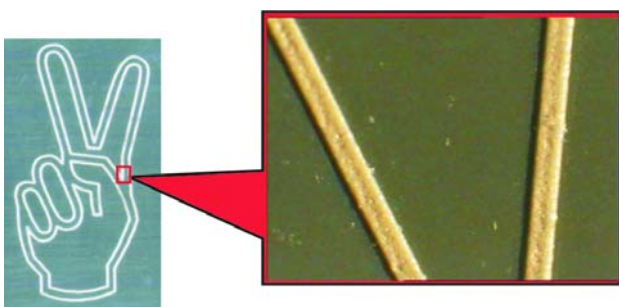


Fig. 17 **LATAMID 68 H2-V0 grigio** (PA66/6 autoestinguente esente alogeni): produzione di schiuma, con un eccellente contrasto.



Fig.18 **LATER 4 G/15 giallo** (PBT con fibre vetro): qualità della marcatura diversa a seconda del tipo di pigmento utilizzato nella formulazione.

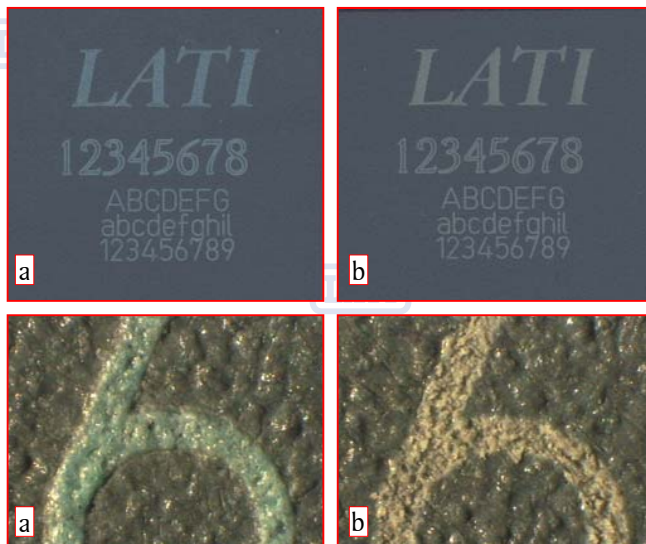


Fig.20 Effetto della velocità di spostamento del raggio laser sulla superficie. **LATAMID 66 H2 G/25-V0 HF grigio** (PA66 con fibre vetro e autoestinguente esente alogeni).
 a) Alta velocità del raggio laser (marcatura di colore verde)
 b) bassa velocità del raggio laser (marcatura di colore bianco)

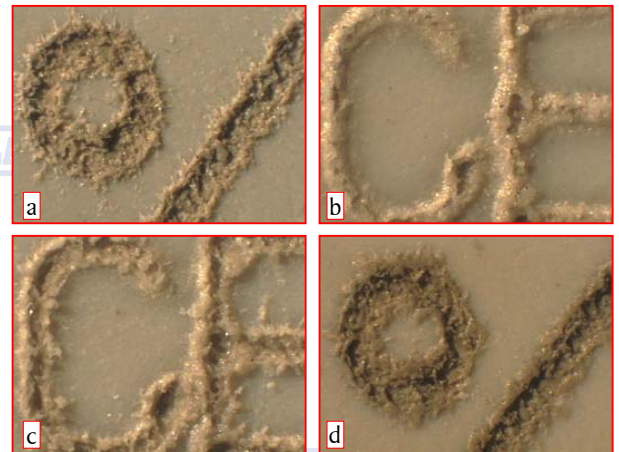
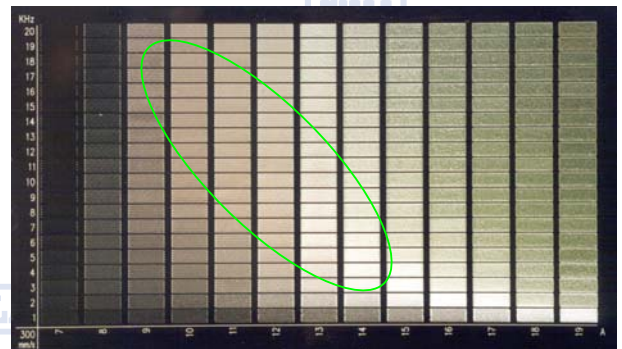
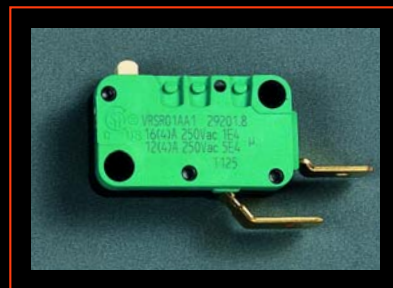
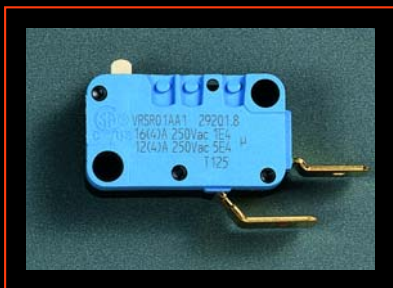
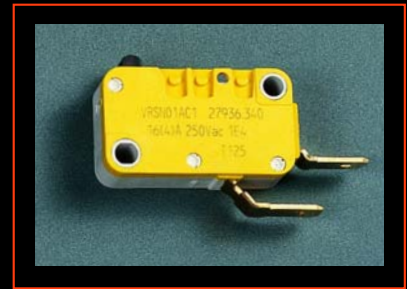
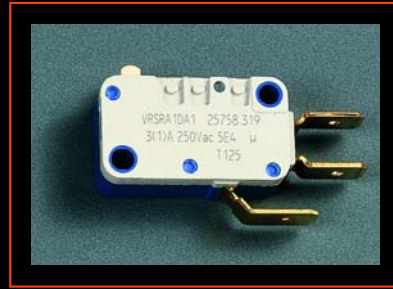
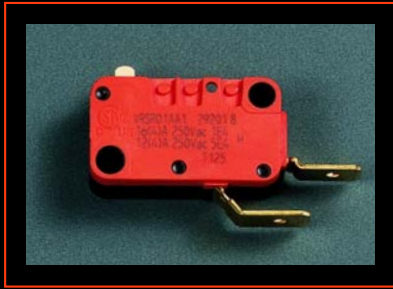


Fig.19 Diversi tipi di marcatura sul **KELON A FR H2 CET/35 V2 grigio** (PA66 con carica minerale e autoestinguente con alogeni).
 a) Incisione
 b) Produzione di schiuma
 c) Incisione e produzione di schiuma

Fig.21 Matrice della variazione dei parametri della marcatura su di un **LATAMID 66 grigio (PA66)**. Questo sistema consente di individuare il range ideale (indicato dall'area verde) per l'ampereaggio della lampada e per la frequenza degli impulsi al fine di ottenere i migliori risultati in termini di marcabilità. Si può osservare anche un diverso colore dell'incisione a seconda dei valori impostati per l'ampereaggio e la frequenza.





I valori riportati sono basati su prove eseguite su campioni di laboratorio stampati a iniezione, condizionati secondo norma, e rappresentano dati che rientrano all'interno degli intervalli caratteristici delle proprietà dei materiali non colorati. Poiché essi sono suscettibili di variazioni, questi valori non rappresentano una base sufficiente per progettare qualsiasi tipologia di manufatti e non sono da utilizzarsi per stabilire qualsivoglia valore di specifica. Le proprietà dei manufatti stampati possono essere influenzate da un grande numero di fattori come ad esempio, ma non limitatamente a, presenza di coloranti, tipo di progetto, condizioni di trasformazione, post-trattamento e condizioni ambientali. Queste informazioni e l'assistenza tecnica sono fornite al solo scopo informativo e sono soggette a cambiamento senza preavviso. Il cliente deve sempre assicurarsi di disporre della versione più aggiornata. Lati S.p.A. non offre alcuna garanzia, inclusa l'idoneità all'immissione sul mercato, né fornisce alcuna assicurazione riguardo alla accuratezza, idoneità, affidabilità, completezza ed adeguatezza delle informazioni date e non si assume alcuna responsabilità riguardo alle conseguenze del loro uso o di errori di stampa. È esclusiva responsabilità del cliente verificare e testare i nostri prodotti al fine di determinare oltre ogni ragionevole dubbio se sono adatti agli usi e applicazioni che intende fare, eventualmente anche in combinazione con materiali di parti terze. Questa analisi in funzione delle applicazioni deve perfermo includere prove preliminari atte a determinare l'idoneità per la particolare applicazione del cliente da un punto di vista tecnico nonché della salute, della sicurezza e ambientale. Ne consegue che tali verifiche potrebbero non essere state necessariamente condotte da noi in quanto le modalità e gli scopi di utilizzo sono al di fuori del nostro controllo. Lati S.p.A. non accetta e declina ogni responsabilità derivante da qualsiasi danno comunque cagionato dall'uso delle informazioni fornite o dall'aver fatto affidamento alle stesse. Nessuno è autorizzato a rilasciare qualsivoglia garanzia, idoneità o assumere qualsiasi responsabilità a nome di Lati S.p.A. tranne che per mezzo di un documento scritto firmato per esteso da un legale rappresentante appositamente autorizzato. Salvo diversi accordi scritti, il massimo risarcimento per qualsiasi reclamo è la sostituzione del quantitativo di prodotto non conforme o la restituzione del prezzo d'acquisto a discrezione di Lati S.p.A. ma in nessun caso Lati S.p.A. potrà essere ritenuta responsabile di danni o penali a qualsiasi titolo richiesti. Nessuna informazione qui contenuta può essere considerata come un suggerimento all'uso di qualsiasi prodotto in conflitto con diritti di proprietà intellettuale. Lati S.p.A. declina ogni responsabilità derivante da infrazioni brevettuali o presunte tali. Salvo specificatamente dichiarato per iscritto, i prodotti citati in questo documento non sono idonei al contatto con alimenti o al trasporto di acqua potabile né tanto meno idonei in applicazioni nei settori farmaceutico, medicale o dentale. Per qualsiasi altro aspetto si applicano le Condizioni di Vendita di Lati S.p.A. Copyright © Lati S.p.A. 2008



High Performance Thermoplastics

International
sales
organisation

ITALIA
LATI Industria Termoplastici S.p.A.

Via F. Baracca, 7
I - 21040 VEDANO OLONA (Va)
tel. +39 - 0332 409111
fax +39 - 0332 409307
<http://www.lati.com> - e-mail: info@lati.com

USA

**LATI Industria
Termoplastici S.p.A.**

Via F. Baracca, 7
I - 21040 Vedano Olona (Va)
tel. +39 - 0332 409111
fax. +39 - 0332 409235
<http://www.lati.com> - e-mail: sales@it.lati.com

FRANCE

LATI FRANCE S.A.S.

Z.I. des Ebizoires, 4 Rue des Frères Lumière
F - 78370 PLAISIR
tel. +33 (0)1 - 30791819
fax +33 (0)1 - 30791818
<http://www.lati.com> - e-mail: info@fr.lati.com

GERMANY

**LATI Industria
Termoplastici
Deutschland GmbH**

Otto-Von-Guericke-Ring, 7
D - 65205 WIESBADEN - Nordenstadt
tel. +49 (0)6122 - 90820
fax +49 (0)6122 - 908222
<http://www.lati.com> - e-mail: info@de.lati.com

SPAIN

**LATI Ibérica, S.L.
Unipersonal**

C / Muntaner, 270 - Sobreático A
E - 08021 BARCELONA
tel. +34 93 2097377
fax +34 93 2011519
<http://www.lati.com> - e-mail: info@es.lati.com

UNITED KINGDOM

LATI UK LTD.

Crewe Hall - Weston Road - The Quadrangle
UK - Crewe - Cheshire CW1 6UA
tel. +44 (0)1270 - 501713
fax +44 (0)1270 - 509713
<http://www.lati.com> - e-mail: info@uk.lati.com

SWEDEN

**SCANDILATI
TERMOPLASTICI AB**

Gullbergs Strandgata 36 A-C
S - 41104 GÖTEBORG
tel. +46 (0)31 - 7740236
fax +46 (0)31 - 7740736
<http://www.lati.com> - e-mail: info@se.lati.com

BRASIL

**LATI TERMOPLÁSTICOS
DO BRASIL LTDA**

AV. Prof. Gioia Martins, 206
CEP: 05632-020 - SÃO PAULO - SP
tel. +55 (0)11 - 35024700
fax +55 (0)11 - 35024700
<http://www.lati.com> - e-mail: info@br.lati.com

ASIA

**LATI Industria
Termoplastici S.p.A.**

Via F. Baracca, 7
I - 21040 VEDANO OLONA (Va)
tel. +39 - 0332 409111
fax +39 - 0332 409235
<http://www.lati.com> - e-mail: sales@it.lati.com