

Introduzione

Esiste una crescente necessità di conservare l'ambiente e le nuove tecnologie vanno verso la direzione di un maggior grado di protezione di esso. I rivestimenti a polvere appaiono come una risposta a questa necessità, però la scarsa evoluzione tecnologica ha obbligato a mantenere l'uso dei solventi in diversi tipi di applicazioni.

L'utilizzo di sistemi di essiccazione a raggi ultravioletti (UV) ha aiutato a migliorare l'aspetto ambientale, però solo da qualche anno a questa parte la ricerca per il miglioramento dei sistemi si è concentrata sull'uso di vernici a polveri polimerizzabili attraverso l'azione dei raggi UV.

Queste analisi hanno scatenato una serie di progetti di ingegneria la cui sintesi ha dato come risultato un metodo ed un sistema totalmente efficaci per il rivestimento a polveri dei materiali termicamente sensibili.

La finalità del presente documento è quella di esporre questa tecnologia mediante un metodo semplice, ma specifico per comprenderne i principi.

Per questo, è basilare disporre di informazioni relative alla stessa radiazione UV, alle attuali applicazioni per l'essiccazione dei rivestimenti liquidi che ci permetteranno di comprendere lo sviluppo e la finalità del rivestimento a polvere UV, ai sistemi periferici quali i sistemi applicativi ed il metodo e sistema di essiccazione della polvere UV.

Questa è una nuova tecnologia e giorno dopo giorno si ricavano nuove cognizioni al suo riguardo, attraverso le esperienze pratiche che obbligano a sviluppare nuovi tipi di polveri ed a pensare al miglioramento continuo dei sistemi periferici esistenti.

Stiamo costruendo un futuro ecologico, presumibilmente promettente, con un orizzonte che sembra espandersi, però i risultati finali saranno positivi solo se faremo parte di questa espansione, crescendo noi stessi insieme alla tecnologia.

Cos'è l'essiccazione UV?

L'essiccazione UV è un processo fotochimico dove una intensa luce con una differente lunghezza d'onda polimerizza i rivestimenti applicati. La grande differenza tra questo metodo e quelli convenzionali di aria forzata o IRM (Infrarosso Onda Media) è la rapidità con la quale si produce la foto-polimerizzazione. I rivestimenti possiedono una speciale formulazione, con un 100% di veicolanti liquidi reattivi quali:

Oligomeri

- Polimeri di maggior peso molecolare rispetto ai Monomeri.
- **Epoxi acrilici** forniscono una eccellente resistenza chimica. Lucentezza e durezza al rivestimento. Elevata viscosità, veloci nell'essiccazione.
- **Uretani acrilici** buona adesione meccanica e resistenza chimica.
- **Poliesteri acrilici** bassi nella viscosità e lenti nell'essiccazione.
- **Acrilici** buona durata esterna

(Figura 1.a)

OLIGOMERI E MONOMERI

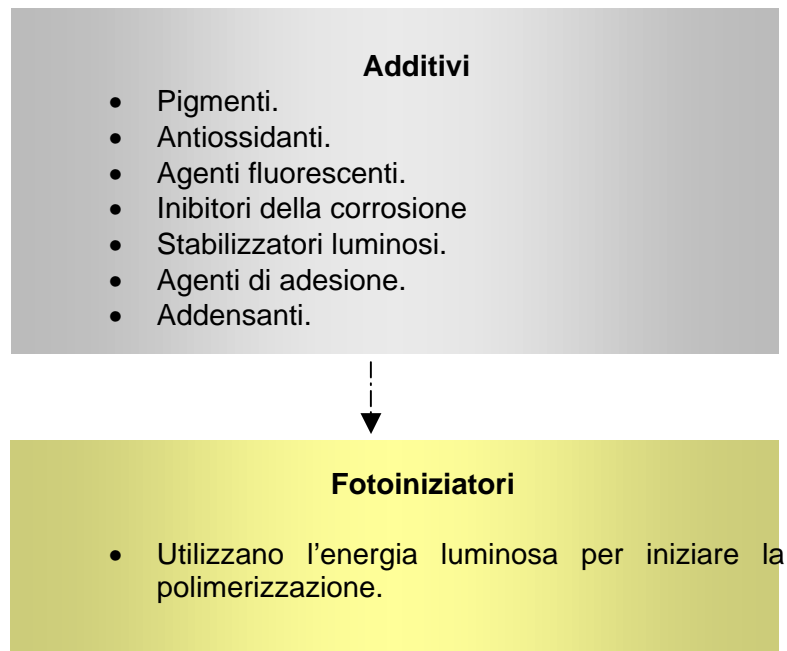
Veicolanti reattivi che sono parte essenziale della formulazione di un rivestimento UV.

Entrambi forniscono le principali proprietà che avrà il rivestimento finale.



Monomeri

- Contengono reattivi che aiutano a creare legami tra le molecole di oligomeri.
- Si comportano anche come solventi
- Esistono i **monofunzionali** ed i **multifunzionali**.
- I primi possiedono un basso peso molecolare e facilitano la diluizione fino ad ottenere una viscosità adeguata.
- I multifunzionali creano legami più forti.



(Figura 1.b)

ADDITIVI E FOTONIZIATORI

Insieme ad Oligomeri e Monomeri sono l'essenza della formulazione di un rivestimento UV.

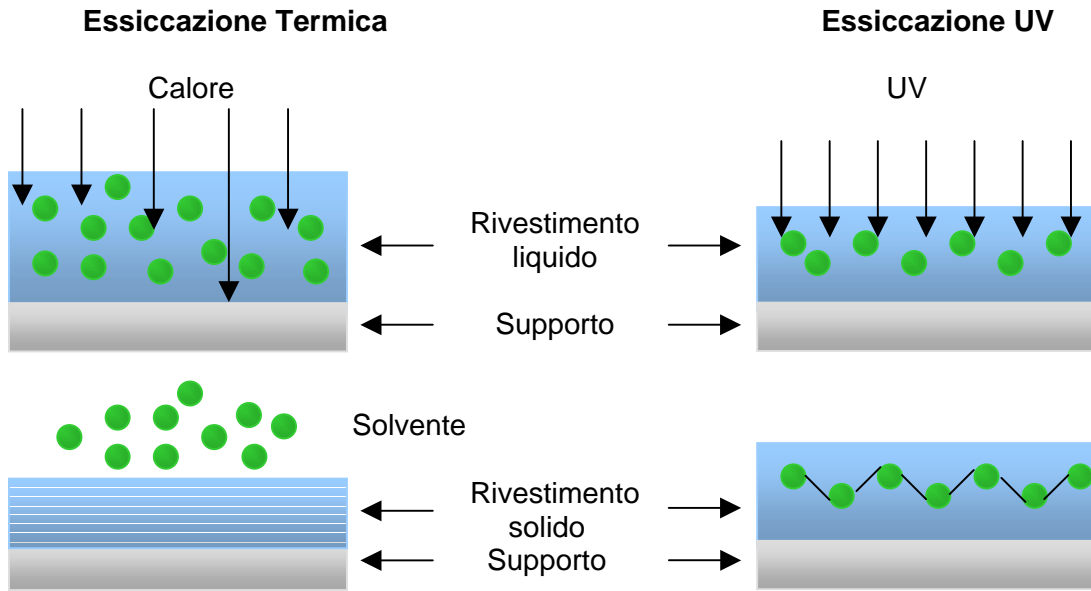
Il Fotoiniziatore possiede la proprietà di convertire l'energia luminosa per iniziare la polimerizzazione.

Gli additivi non differiscono molto da quelli usati nelle essiccazioni termiche

I rivestimenti UV sono stati utilizzati sulla base di un miglior costo e di una maggior validità ambientale rispetto ai rivestimenti con base solvente. La validità del suo processo di essiccazione ha aiutato molto il progresso di questo sistema e la sua accettazione fra gli industriali.

Mentre i sistemi convenzionali di aria forzata fanno evaporare i solventi, riducendo lo spessore iniziale di rivestimento più del 40% e liberando vapori contaminanti, il sistema UV essicca istantaneamente, senza perdite di spessore del rivestimento. La Fig.2 mostra entrambi i sistemi.

Nella Fig.3 si mostra una tavola comparativa chimica dell'essiccazione UV rispetto all'essiccazione termica. Come si può osservare gli *Oligomeri* ed i *Monomeri* sono equivalenti alle *Resine* ed ai *Solventi*, mentre i *Fotoiniziatori* sono paragonabili ai *Catalizzatori*.



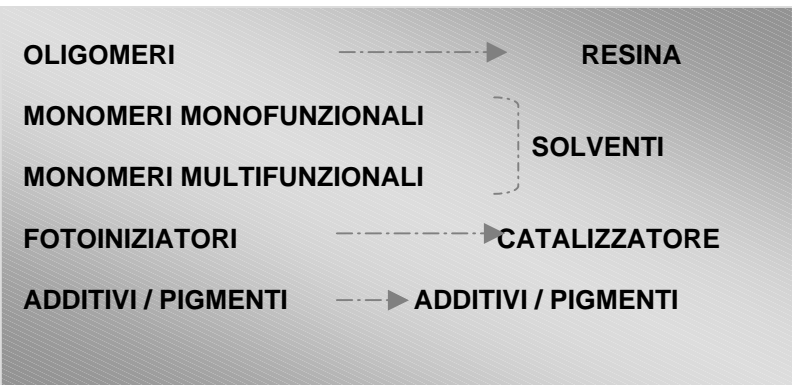
**CONFRONTO CHIMICO
DEL RIVESTIMENTO UV vs. TERMICO**

(Figura 2 - SOPRA)

*ESSICCAZ. TERMICA /
ESSICCAZ. UV*

ESSICCAZ UV **ESSICCAZ. TERMICA**

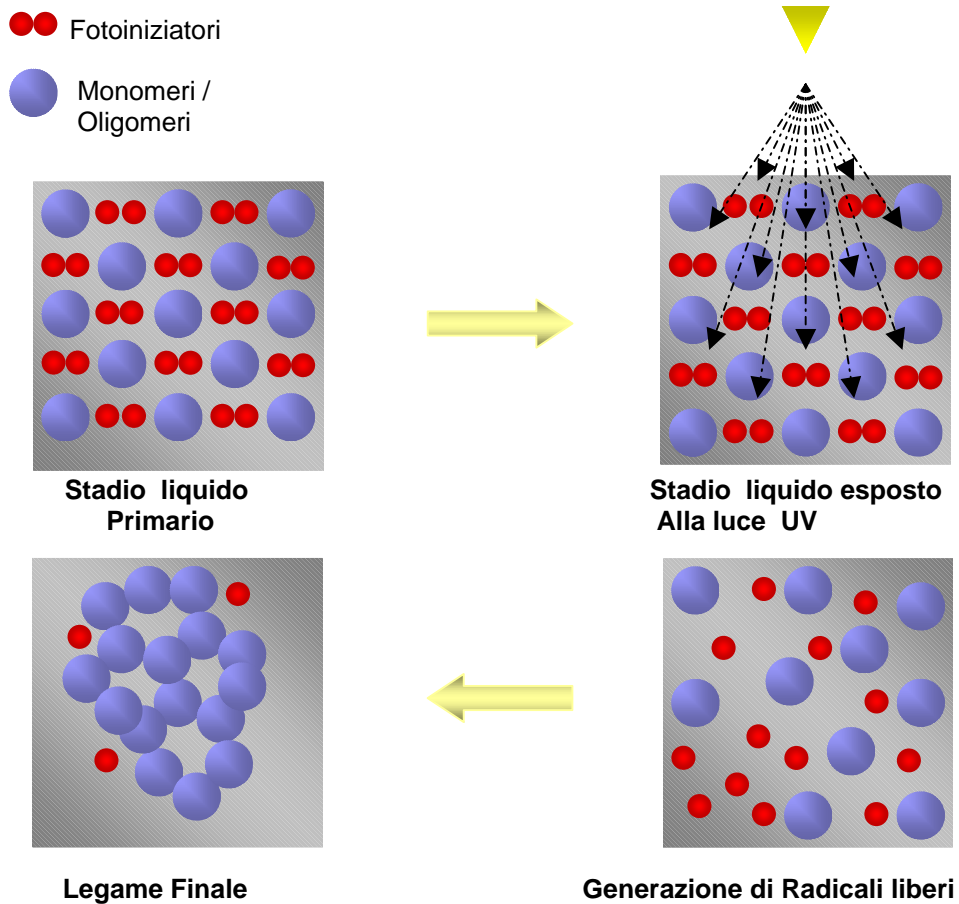
Una delle differenze più importanti è la mancanza di perdita di spessore del rivestimento nell'essiccazione UV



(Figura 3 - SINISTRA)

TAVOLA COMPARATIVA

La sostituzione dei Solventi con i Monomeri è uno dei principali vantaggi dell'essiccazione UV.



(Figura 4)

*I QUATTRO STADI
DELL'ESSICCAZIONE
UV*

L'essiccazione UV presenta quattro stadi dove i principali elementi Fotoiniziatori, Monomeri e Oligomeri sono fondamentali per la condizione di legame finale.

Quando il rivestimento è applicato si crea lo *Stato Liquido Primario*, il quale viene esposto alla luce UV, entrando nello *Stato di Radiazione*. La luce UV genererà radicali liberi e si formerà lo *Stato di Polimerizzazione* o *legame Finale*.

Quali sono i vantaggi dell'essiccazione UV?

Rispetto al sistema convenzionale di aria forzata, la “cottura” tramite UV presenta una serie di vantaggi che hanno facilitato la sua posizione all'interno dell'industria apportando soluzioni innovative e migliorando le proprietà fisiche delle finiture.

L'industria dell'automobile, come denominatore tecnologico fondamentale, ha scommesso sulla tecnologia UV, per la “cottura” di decine di componenti.

I principali vantaggi del sistema di essiccazione UV sono indicati nel seguente quadro.

- Miglior qualità nella finitura dei prodotti
- Asciugatura istantanea
- Processi con basse temperature
- Minor consumo energetico
- Ambientalmente accettabile
- Non necessitano controlli di inquinamento
- Processi produttivi più rapidi
- Richieste minime di superficie occupata
- Diminuzione dei tempi di pulizia
- Riduzione dei tempi di manutenzione
- Uso di materiali termicamente sensibili

(Figura 5)

VANTAGGI DEL SISTEMA UV

La lista a lato mostra alcuni dei principali vantaggi del sistema che saranno esposti nei paragrafi successivi.

Fra questi sottolineiamo il risparmio economico per il consumo e per lo spazio occupato.

Dove si usa l'essiccazione UV?

Attualmente esistono numerose applicazioni in differenti processi produttivi, fra i quali :

- Arti grafiche – Calendari, Riviste, Cataloghi, Libri, Formolari, Mailings,....
- Plastiche – Bottiglie, Contenitori di bevande riutilizzabili e di alimenti, Riflettori, Caschi, Contenitori, Fari per auto,....

- Comunicazioni – Fibra ottica (isolamento, rivestimento,..), Stampa su cavi,....
- Sanità – Apparecchi uditivi, Cateteri, Siringhe , Lenti, Odontologia,....
- Consumabili – Trofei, Penne a sfera, Matite, Cosmetica (astucci),...
- Cristalli – Parabrezza, Cosmetica, Display, Chiusure di cristallo
- Elettronica – Adesivi, Colori conduttivi, Circuiti stampati, Incapsulati,....
- Rivestimenti – per Suolo (pavimenti), per Mobili di Legno (MDF, naturale, melamminico,...), Carte, Tessuti, Laminati,....
- Multimedia – CD, DVD, Musicassette,....
- Rivestimento in Polvere.
- Automobile – Esterni : Spoilers, Retrovisori, Coprimozzi,...
Interni : Pannelli laterali, Tablier,...
Globale : Carrozzeria.
- Stampa – Rotoli, Etichette, Codici a Barre,....
- Altre applicazioni – Gioielleria, Pelleame, Scarpe, Abrasivi, Membrane, Ottica,..

Alcuni esempi pratici :

(Figura 6)

APPLICAZIONE DELLA COTTURA UV

Esiste un gran varietà di Applicazioni pratiche della Essiccazione UV.

Questi sono alcuni degli Esempi più ricorrenti

- Cottura di colori su carte di credito e telefoniche, per aumentarne la durata.
- Cottura di rivestimenti su motori, su componenti metallici e plastici, che produce una eccellente resistenza.
- Essiccazione di banconote per durata maggiore.
- Cottura di rivestimenti trasparenti su piastrelle, con più resistenza all'abrasione
- Cottura del rivestimento sui fanali anteriori delle automobili per migliorare la qualità del riflesso.

L'Applicazione dei Rivestimenti UV

La maggior parte degli utilizzatori iniziano ad usare i prodotti UV adoperando i loro sistemi abituali di applicazione, senza determinare quale sarebbe il più idoneo per polverizzare il prodotto. Spesso queste apparecchiature non sono adatte per atomizzare il prodotto UV e vengono usati solventi per ridurre la viscosità, e ciò danneggia l'obiettivo principale dell'uso dei prodotti UV, che è proprio l'eliminazione dei solventi. Riscaldare il materiale può aiutare a diminuire la viscosità e a controllarne l'atomizzazione.

I diversi sistemi di applicazione mostrano i loro vantaggi e svantaggi, ma di fronte ad un evidente avvicinamento al miglioramento dell'ambiente i sistemi elettrostatici hanno dimostrato di essere i più appropriati.

Il seguente quadro mostra i vantaggi e gli svantaggi di alcuni sistemi.

AEROGRAFIA

Vantaggi :

- Basso costo di investimento.
- Sistema noto per l'utilizzatore.

Svantaggi :

- Elevata viscosità ed alto residuo secco richiedono livelli certi di pressione (aerografia convenzionale) o volumi (HVLP) per atomizzare.

AIRLESS

Vantaggi :

- Possibilità di applicare rivestimenti ad alto spessore.

Svantaggi :

- Difficoltà ad ottenere un basso livello di quantità del prodotto.

(Figura 7)

TAVOLA COMPARATIVA AEROGRAFIA / AIRLESS

I vantaggi e svantaggi di questi sistemi di applicazione sono espressi in questa tabella.

Entrambi hanno aspetti positivi per l'utilizzatore, ma non contribuiscono alla sicurezza ambientale, mentre l'applicazione elettrostatica possiede questa garanzia ecologica per il risparmio di vernice che comporta il suo utilizzo.

(Figura 8)

**TAVOLA COMPARATIVA
DELL'ALTA VELOCITA'
ELETTROSTATICA**

Lo svantaggio principale è l'investimento iniziale, anche se di fronte all'economia di prodotto ed alla qualità di finitura la sua redditività è ben dimostrata.

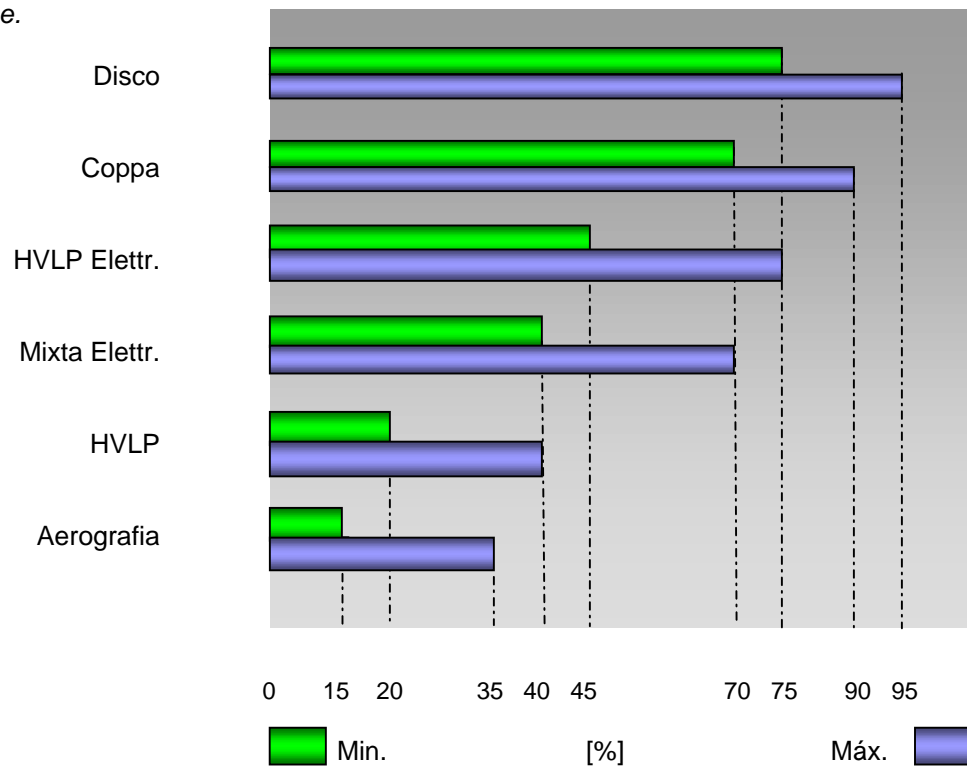
| ALTA VELOCITA' SPEEDBELL® - SPEEDDISC® | |
|--|---|
| Vantaggi : <ul style="list-style-type: none"> • Applicazione elettrostatica. • Alta efficienza di trasferimento • Atomizzazione con qualità superiore. | Svantaggi : <p>Maggior investimento iniziale</p> |

(Figura 9)

**GRAFICO DI
EFFICIENZA DI
TRASFERIMENTO**

L'aumento dell'efficienza di trasferimento rappresenta una riduzione del costo del prodotto e di manutenzione.

L'uso di sistemi elettrostatici ad alta velocità *SpeedBell®* e *SpeedDisc®* permette l'atomizzazione di rivestimenti ad elevata viscosità. Il seguente grafico mostra i vantaggi dei distinti sistemi di applicazione elettrostatici in confronto ad altri convenzionali, rispetto all'aumento dell'efficienza di trasferimento.



L'utilizzatore indipendentemente dal sistema utilizzato, deve avere un'idea chiara di tutte le variabili che possono riguardare il processo di applicazione, come i Parametri di Applicazione e le Condizioni Ambientali.

Parametri di Applicazione

- Atomizzazione
- Aria Testina
- Quantità di prodotto
- Tipo di Testina
- Livello di voltaggio
- Distanza dal prodotto

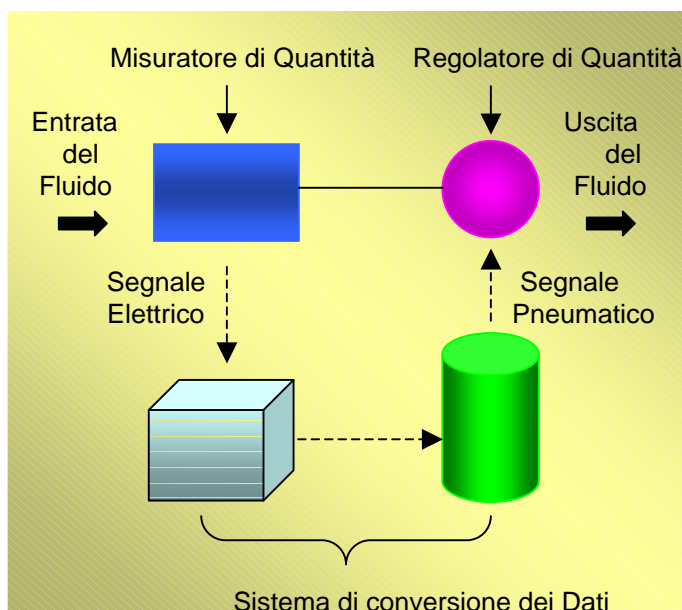
Condizioni Ambientali

- Temperatura
- Umidità
- Quantità d'Aria
- Messa a terra

L'importanza di questi valori richiede un loro quotidiano controllo per non ottenere variazioni nei risultati, però uno dei parametri più importanti è il controllo della quantità.

(Figura 10)

CONTROLLO DEL FLUIDO IN UN CICLO CHIUSO



Una eccessiva quantità provocherà un aumento del costo del rivestimento, probabilmente pezzi scartati per una cottura inadeguata, e di conseguenza restituzione alla produzione. Allo stesso modo una quantità inadeguata provocherà scarti.

Per avere un controllo adeguato della quantità si raccomanda l'uso di pompe volumetriche dove la quantità si basa su r.p.m.

(Figura 11)

**MONITORIZZAZIONE
DEL CONTROLLO DEL
FLUIDO**

Il sistema è ideale per avere una quantità costante in base alle nostre esigenze.

Il suo uso insieme ad un sistema di alimentazione con pompe volumetriche è il meccanismo ideale per un controllo adeguato della quantità del fluido applicato.

E' anche molto utile l'incorporazione di un sistema monitorizzato di controllo del fluido, nel quale un misuratore di quantità invia informazioni utili ad un display, affinché l'operatore possa regolarne la quantità in base ai valori visualizzati.



In definitiva le migliori condizioni per sfruttare una applicazione liquida UV in modo corretto dal punto di vista ambientale dovrebbero essere :

- Usare rivestimenti UV 100% solidi, che attualmente vengono usati per diverse applicazioni.
- Disporre di sistemi di applicazione elettrostatici ad alta velocità, che offrono una elevata efficienza di applicazione.
- Disporre di un sistema di controllo dei parametri di applicazione per ottenere lo stesso risultato giorno dopo giorno.

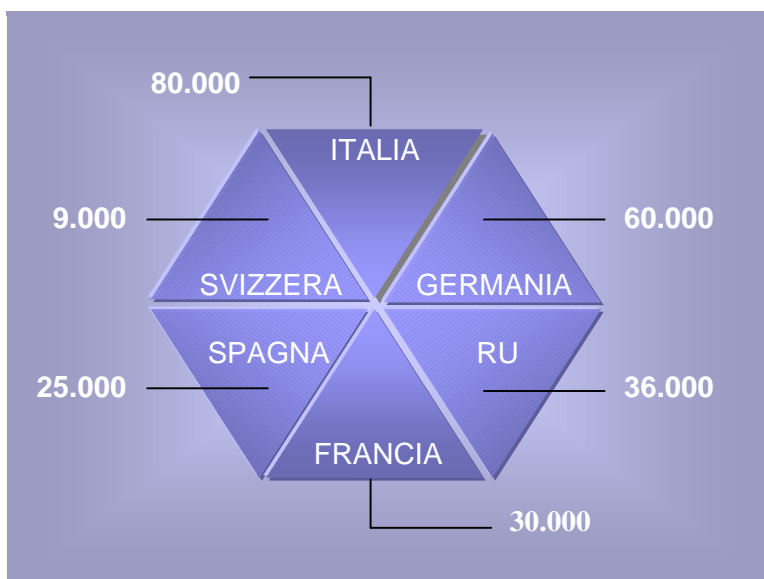
Oltre a descrivere brevemente le basi del sistema di rivestimento liquido UV, analizziamo le caratteristiche della nuova tecnologia di rivestimento con polveri UV, che combina gli aspetti più vantaggiosi del rivestimento a polveri (termoindurente/termoplastico) e quelli dell'essiccazione UV di vernici liquide.

Perchè rivestimento a polveri?

Per vari decenni l'uso del rivestimento a polveri è stata la tecnologia per la finitura delle superfici che ha avuto la crescita più spettacolare (dal 10% al 15% all'anno). I suoi principali vantaggi come,

- Qualità di finitura
- Economia
- Risparmio energetico
- Ecologia
- Efficienza di applicazione

sono stati motivo, per numerose imprese, di cambio dei sistemi di applicazione di vernici liquide che necessitano di un controllo esaustivo di emissioni di composti organici volatili, per l'uso dei solventi.



(Figura 12)

CONSUMO DI POLVERE NEL 2000

Lo schema indica i sei principali paesi europei consumatori di polvere nel 2000 (Tn)

La Spagna occupa il quinto posto, mentre l'Italia è il paese con maggior consumo. Inoltre l'Italia rappresenta il primo produttore considerando il suo consumo interno e l'estero.

Questo significa, per esempio, che l'aria usata nella cabina di applicazione della polvere può essere riciclata, eliminando costi energetici. Non sono richiesti tempi per la pre-evaporazione dei solventi e con l'utilizzo di un sistema di applicazione appropriato, una vernice a polvere corretta ed un efficiente sistema di recupero, possiamo facilmente ottenere una efficienza tra il 95% ed il 98%.

D'altro canto il rivestimento a polveri offre una eccellente resistenza alla corrosione, al calore, all'urto, all'abrasione, la selezione dei colori è praticamente illimitata, brillanti e opachi, metallizzati o trasparenti, testurizzati di diversi livelli e in definitiva attraenti.

Esistono due tipi di rivestimento a polveri :

- **Termoplastici** dove le particelle di polvere ripetutamente fondono quando sono sottoposte al calore e solidificano quando si raffreddano.
- **Termoindurenti** dove le particelle sono sottoposte ad un irreversibile cambio chimico durante il processo di essiccazione, senza alcuna possibilità di tornare allo stato di fusione qualora venissero nuovamente riscaldate.

(Figura 13)

**POLVERI
TERMOINDURENTI**

Sebbene l'Epossidica continui ad essere usata sono apparsi altri tipi di polveri più affidabili per la qualità della finitura.

I rivestimenti termoindurenti sono i più comuni ed il progetto nella formulazione delle resine ha favorito lo sviluppo di nuovi tipi di polvere rispetto all'Epossidica sviluppata già da vari decenni, fra questi:

Epossi-Poliestere
(Ibrido)

Poliestere

Acriliche

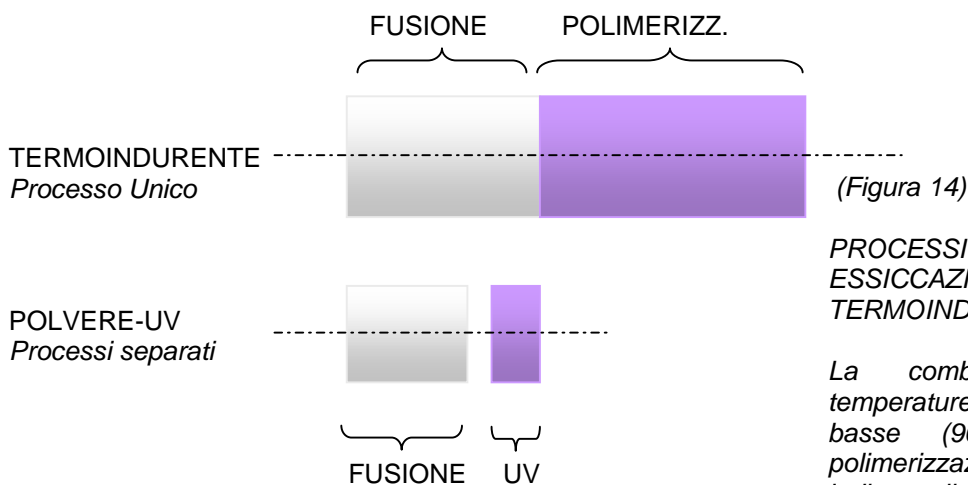
A Bassa
Temperatura

La polvere-UV (ultravioletto)

Dobbiamo considerarla come termoindurente per la sua irreversibilità dallo stato finale dopo l'essiccazione e all'interno di questo gruppo tra quelli a bassa temperatura, però con una grossa differenza, i processi di fusione e di polimerizzazione sono due processi distinti, la polvere-UV esposta al calore (convettivo, IRM [Infrarosso Onda Media], od una mescolanza di entrambi) fonde, però senza polimerizzare, e il processo di legame chimico interno (polimerizzazione) inizia solo quando viene esposta alla luce ultravioletta.

La polimerizzazione tramite radiazioni UV è un processo fotochimico per cui lo stato di un rivestimento fuso o liquido si trasforma in legame solido per mezzo dell'esposizione alla luce UV.

Esistono due tipi di fotopolimerizzazione, quella cationica e quella di radicali liberi di composti insaturi.



PROCESSI DI ESSICCAZIONE TERMOINDURENTE / UV

La combinazione di temperature di fusione basse (90° C) con polimerizzazioni rapide, indicano il rivestimento a polveri UV come metodo ideale per il rivestimento di oggetti termicamente sensibili, come plastiche (ABS, nylon, policarbonato polipropilene, ecc..) e legno.

L' MDF per le sue proprietà uniche è ideale per essere trattato con UV e sarà la nostra base guida in questo documento per approfondire la tecnologia della polvere UV.

La polvere UV venne introdotta tra 1995 e 1996, la sua prima commercializzazione avvenne nel 1998. Le caratteristiche essenziali delle polveri UV sono di seguito descritte:

(Figura 15)

**CARATTERISTICHE
POLVERI UV**

Sottolineiamo che alcune di queste caratteristiche, presentano impedimenti, come il colore giallo ed il livello di testurizzazione.

Gli sviluppi futuri in questi campi dovranno trovare la soluzione per questo.

| | |
|---|---|
| <p>Colori Trasparenti La maggior parte dei colori Metallizzati</p> | <p>Lucentezza Alta, Media Meno brillante possibile</p> |
| <p>Tipi EP, PE AC (Acrilica) MT (Metacrilata)</p> | <p>Superficie Testurizzata Liscia</p> |

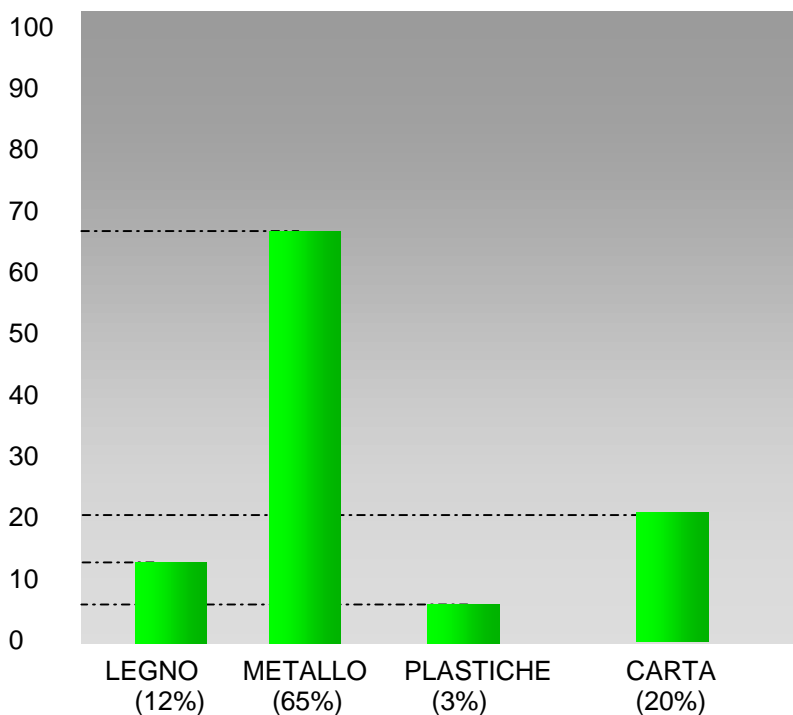
La commercializzazione delle polveri UV è oggi giorno diversificata ed anche i risultati presenti non sono quelli prevedibili, le prospettive ed i pronostici di una espansione nei mercati, nei quali possono essere applicate, sono stimolanti prevedendo il 2004 come anno di inizio della loro commercializzazione nell'industria Europea, anche se attualmente esistono già vari impianti a polveri UV pienamente funzionanti per il rivestimento di mobili in MDF.

Negli Stati Uniti la presenza di polveri UV nel settore industriale è più sviluppata, anche se la sua espansione definitiva è attesa per il 2003.

Il seguente grafico mostra la diversificazione dei mercati nei quali sono applicabili.

Come possiamo osservare il settore del metallo è quello che ha mostrato più fiducia in questa tecnologia, mentre la plastica rappresenta una piccola porzione del mercato globale.

In Europa il mercato globale dei diversi settori è pressochè piatto e le aspettative più reali sono prevedibilmente dirette verso il legno.



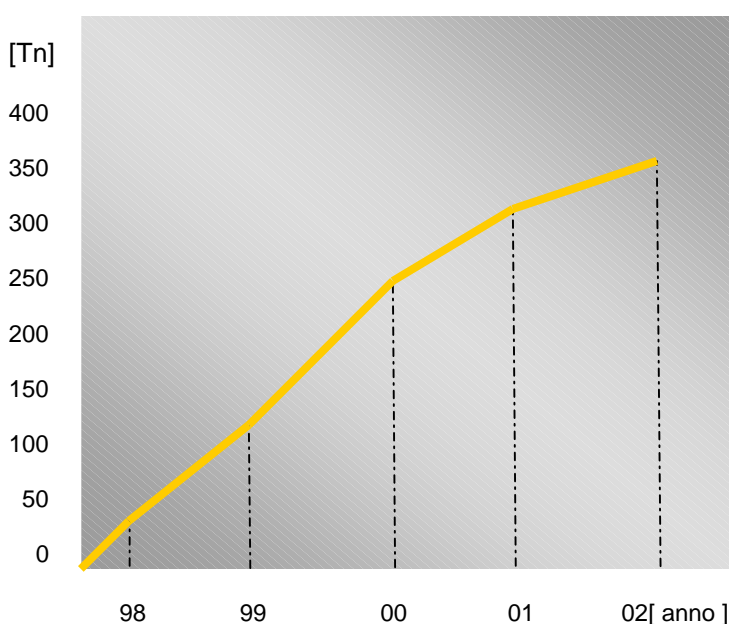
(Figura 16)

**DIVERSIFICAZIONE
DEL MERCATO
PER POLVERI UV**

L'industria della carta ha un posto rappresentativo in questo grafico settoriale per il trattamento di carte di alta qualità.

Questo grafico corrisponde alla diversificazione del mercato statunitense per le polveri UV.

Durante gli ultimi 5 anni, dall'inizio della sua commercializzazione nel 1998, la crescita del consumo di polvere UV ha presentato un incremento importante, come indica la fig. 17



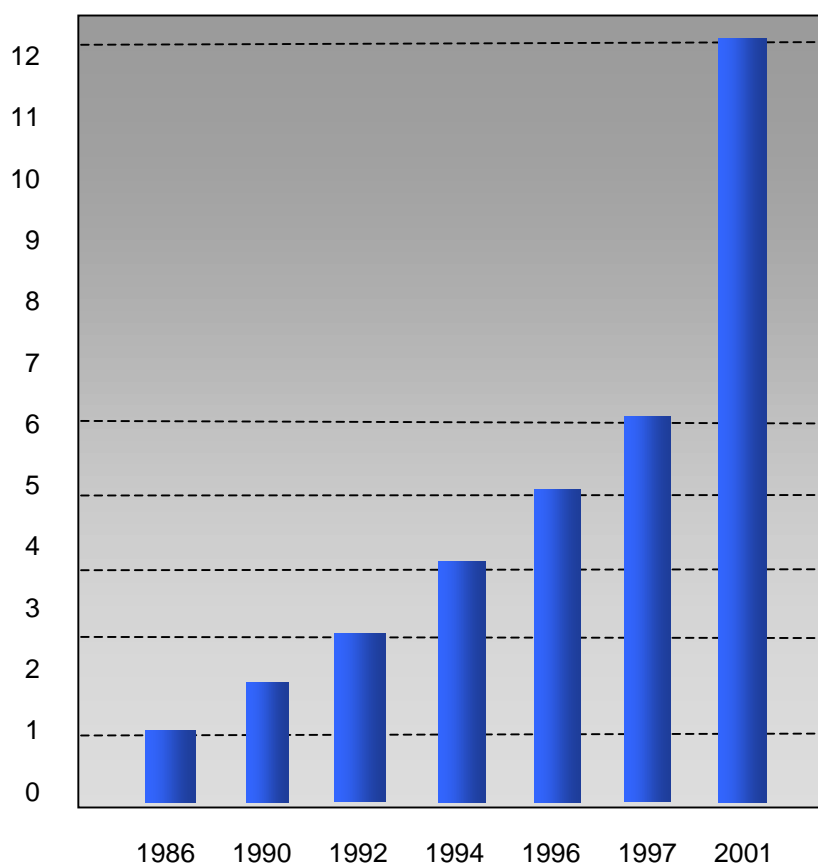
(Figura 17)

**CRESCITA
DEL CONSUMO DI
POLVERE UV**

Il consumo di polvere UV ha avuto un incremento notevole anche se il periodo di maggior aumento è stato il 99 – 00 con un 150% annuo

Perchè rivestimento a polveri per MDF e Legno?

Come indicato in precedenza l'MDF sarà la nostra guida in questo documento per approfondire la tecnologia del rivestimento con polveri UV. Avremmo potuto scegliere qualche altro materiale termicamente sensibile, ma per le sue caratteristiche l'MDF è il candidato più idoneo per questa esposizione.



(Figura 18)

PRODUZIONE DI MDF IN EUROPA

L'MDF è un candidato idoneo per sostituire il legno grazie alla sua struttura densa ed omogenea.

La produzione di MDF negli ultimi 5 anni è aumentata 2.5 volte. Circa 12 milioni di m³/anno in Europa (basato sul 2001) essendo i maggiori produttori, Germania, Italia e Regno Unito.

I metodi tradizionali, verniciatura e laccatura multistrato, PVC, melamminico e loro combinazioni forniscono un alto livello di qualità, ma il problema principale sono i residui, il riciclaggio e le emissioni di VOC (Composti Organici Volatili) che questi metodi creano. A sua volta la legislazione europea ha creato norme restrittive per i residui e le emissioni e questa è la base primaria per sviluppare nuove tecnologie per il suo rivestimento.

L'uso di polveri convenzionali come EP (Epossidica), EP/PE (Epossidi/Poliestere), PE (Poliestere) o PU (Poliuretano), necessita di temperature di essiccazione tra 160° - 200° C. L'esposizione del supporto a queste temperature dipenderà dal ciclo di "cottura" richiesto tra 10 - 25 minuti ed i sistemi di applicazione standard non sono in grado di creare un rivestimento con una corretta regolarità di deposito, su un supporto non conduttivo.

Analizzando i problematici parametri sopra menzionati, si definiscono le pre-condizioni tecnologiche per risolvere parte di essi:

- La Fusione e Polimerizzazione della polvere deve avvenire a basse temperature.
- Il tempo di esposizione del supporto ad una determinata temperatura deve considerevolmente ridursi.
- Occorre separare la fusione e la polimerizzazione della polvere.
- Si devono sviluppare sistemi di applicazione della polvere in grado di regolarizzare la deposizione e di crearla su supporti non conduttivi.

Prima di questo esistono due opzioni di Rivestimento rispetto alla polvere da utilizzare.

RIVESTIMENTO A
POLVERI UV

RIVESTIMENTO A
POLVERI BASSA
TEMPERATURA



A. Rivestimento con polveri a Bassa Temperatura

Il rivestimento con polveri a bassa temperatura utilizza EP o PE con base chimica epossidica per ottenere un livello di fluidità adeguato quando vengono esposte al trattamento termico, dato che la principale sfumatura da notare per questo tipo di rivestimento sono i tempi di “cottura” tra 10 – 25 minuti anche se sopportano temperature tra 140° C e 110° C minimo, e dato che sono proporzionalmente vincolate alla viscosità del tipo utilizzato.

Gli stadi di fusione e di “cottura” devono essere effettuati in un unico ciclo.

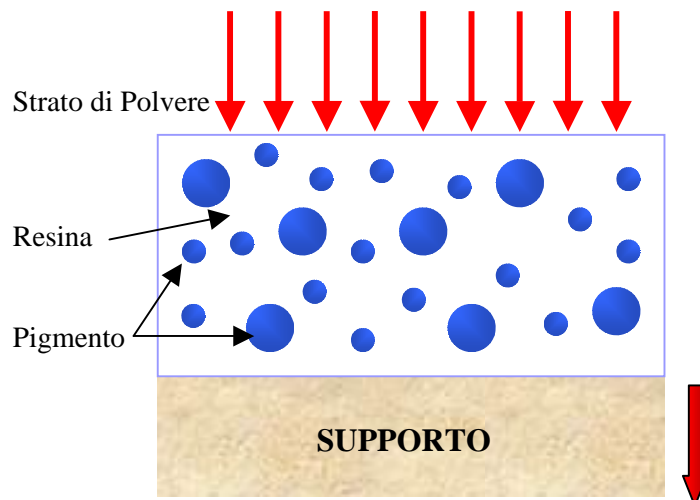
5 – 25 minuti convettivo o IRM

(Figura 19)

FUSIONE E “COTTURA” DELLA POLVERE TERMOINDURENTE

La temperatura in superficie sarà di 140° - 180° C, mentre la distribuzione del calore avverrà per conduzione.

Il riscaldamento del supporto avviene per trasmissione tra 20° - 140° C.



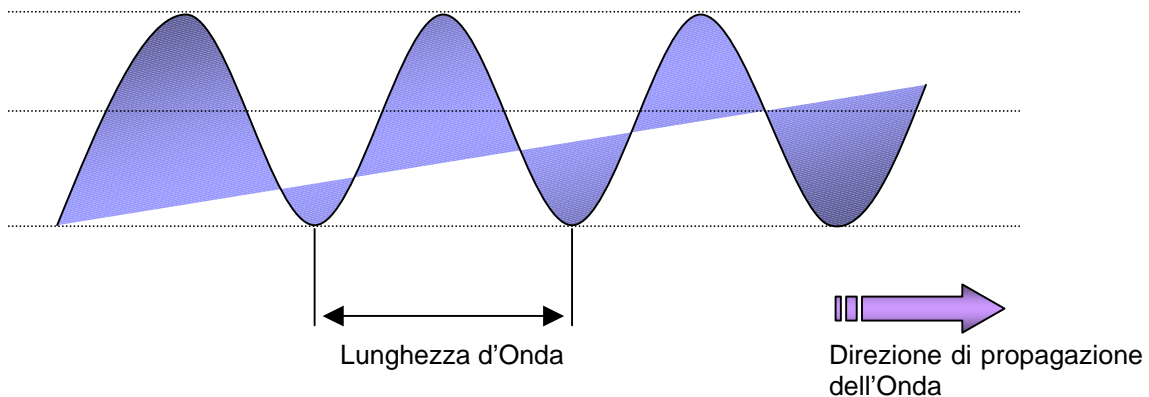
Attualmente questo tipo di polveri viene utilizzato per la verniciatura di mobili in MDF, componenti pre-montati e prodotti termicamente sensibili.

La sua essiccazione deve avvenire tramite radiazione dato che la convezione predispose il prodotto in sé ad essere un buon conduttore termico.

B. Rivestimento con polveri - UV

Questo rivestimento è basato su polimeri insaturati di diverse basi chimiche dove un fotoiniziatore assorbe l'emissione UV ad un valore compreso fra 200 e 400 nm (nanometri / 1.000 nm = 1 micron) di lunghezza di onda. Lo spettro elettromagnetico ed i valori che occupa la regione UV saranno descritti con maggior dettaglio nel capitolo "Emittenti UV".

La Lunghezza dell'Onda è la distanza fra creste consecutive di un'onda.



(Figura 20)

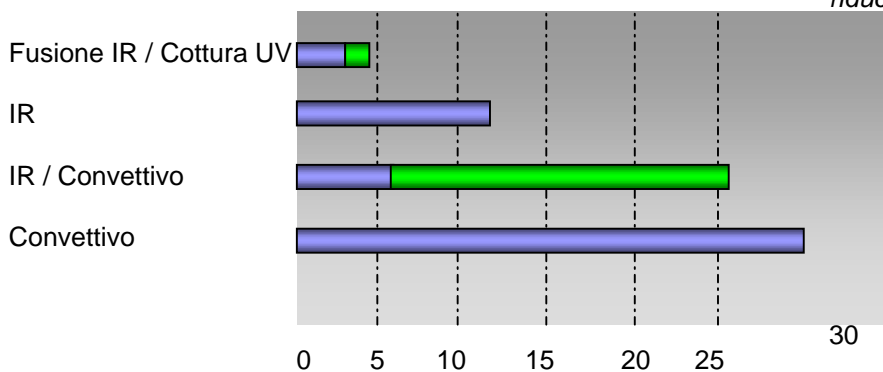
LUNGHEZZA DELL'ONDA

Le regioni dello spettro elettromagnetico sono delimitate con riferimento ai valori di lunghezza dell'onda.

La problematica con la fluidità nelle polveri a bassa temperatura presenta risultati notevolmente migliorati e omogenei dovuti al fatto che le fasi di fusione e di essiccazione si effettuano in cicli separati. La fusione si effettua fra i 90° C e 100° C, tramite raggi infrarossi e la polimerizzazione mediante radiazione UV.

(Figura 21)

TAVOLA COMPARATIVA DEI TEMPI DI ESSICCAZIONE



I tempi di "cottura" si riducono di buon grado ed i requisiti di qualità e finitura migliorano l'uso di questo rivestimento, come la durezza superficiale.

Nonostante inizialmente possa sembrare che la scelta del rivestimento con polveri UV sia la sintesi finale all'analisi dei parametri, esistono inconvenienti che tuttavia devono essere studiati.

(Figura 22)

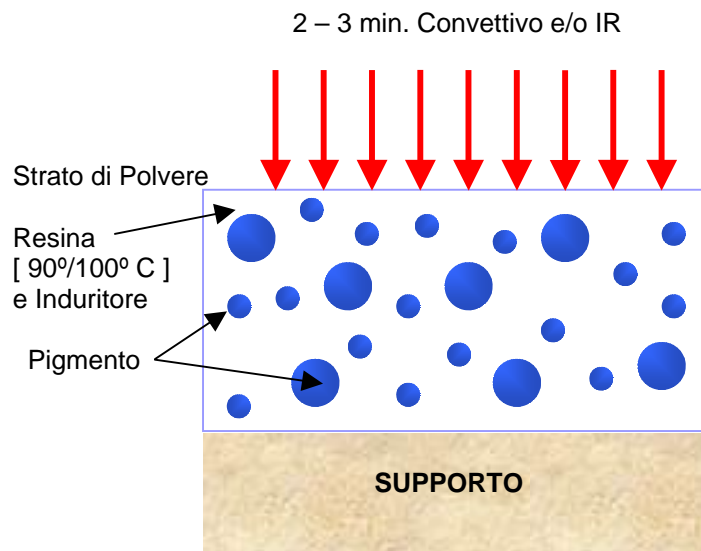
**FUSIONE ED
ESSICCAZIONE DELLA
POLVERE UV**

Nella prima fase il riscaldamento creato sulla superficie produce una temperatura del rivestimento di [90° - 100° C].

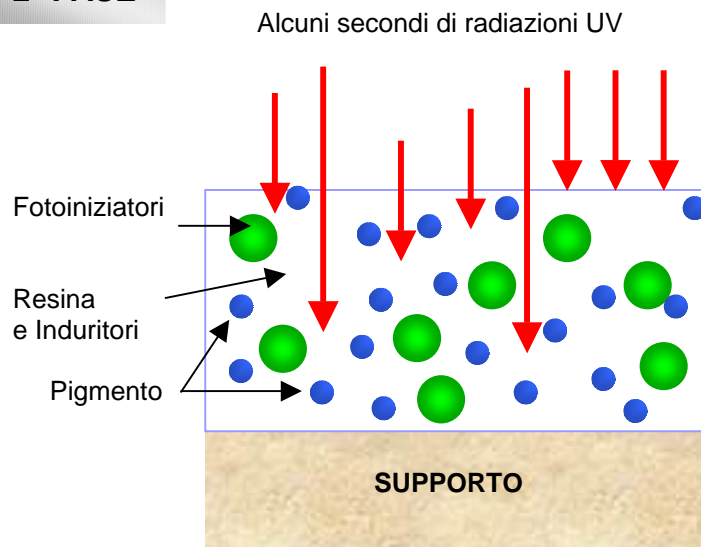
Mentre il supporto acquista poca temperatura [20° C], grazie alla poca influenza del calore per conduzione.

Nella seconda fase si produce una essiccazione omogenea dello strato totale, senza perdita di spessore dello stesso.

1ª FASE



2ª FASE



Fra questi, dobbiamo mettere in evidenza la limitazione nei colori dato che le radiazioni che occorrono ai fotoinizzatori per l'essiccazione vengono assorbite dai pigmenti impedendo una corretta essiccazione.

Per questo colori come il giallo sono difficili da polimerizzare.

Un altro dei parametri allo studio è il sistema di applicazione per depositare e distribuire correttamente la strato di polvere su una superficie che non è conduttiva.

In definitiva, anche se esistono questi inconvenienti, logici e attesi durante l'inizio di una nuova tecnologia, le differenze tra i due tipi di rivestimento sono notevoli.

(Figura 23)

TAVOLA COMPARATIVA DELLE PROPRIETA' DI RIVESTIMENTO

COMPARAZIONE DELLE PROPRIETA' DI APPLICAZIONE

| PROPRIETA' | POLVERE UV | TERMOINDURENTE |
|--|------------------------------------|-------------------------|
| • Sistema di Legame | AC, PE-AC, U-AC, EP-AC | EP, (EP/ PE) |
| • Essiccazione | Fotoinizzatori | Convenzionale |
| • Temperatura/Tempo | Fusione < 100° C / 1 – 3 minuti | 140° C / 10 – 25 minuti |
| • Resistenza chimica | Il maggior livello possibile | Bassa (es. solventi) |
| • Resistenza alla luce UV | Elevata | Bassa (ingiallimento) |
| • Vapore Caldo [100°C/20'] | Corretto | Non qualificato |
| • Abrasione [100 um] | 500 - 600 | 250 – 300 |
| • Durezza (matita) | > 3 H | máx. H |
| • Durezza (pendolo) | > 170 | > 120 |
| • Fluidità | Molto buona | Normale |
| • Spessore rivestimento | 60 um – 100 um | 100 um – 300 um |
| • Energia/m ² pezzo | 60% - 80% | 90% – 95% |
| • Spazio richiesto [proporzione in confronto a un sistema convenzionale] | 0.3 – 0.5 | 1 |

Meccanismo di carica della polvere-UV

Una delle principali differenze tra l'applicazione elettrostatica a liquido e quella a polveri sta nel fatto che l'applicazione a liquido utilizza il fenomeno elettrostatico unicamente per migliorare l'efficienza di trasferimento, mentre la polvere ha bisogno di acquisire una carica elettrica per ricoprire ed aderirsi ad una superficie preventivamente messa a terra o trattata in modo che diventi conduttiva.

La carica acquisita dalla particella di polvere è sufficientemente forte per mantenere la particella di polvere attaccata sulla superficie da trattare fino a che questa venga termicamente lavorata nel forno di polimerizzazione.

(Figura 24)

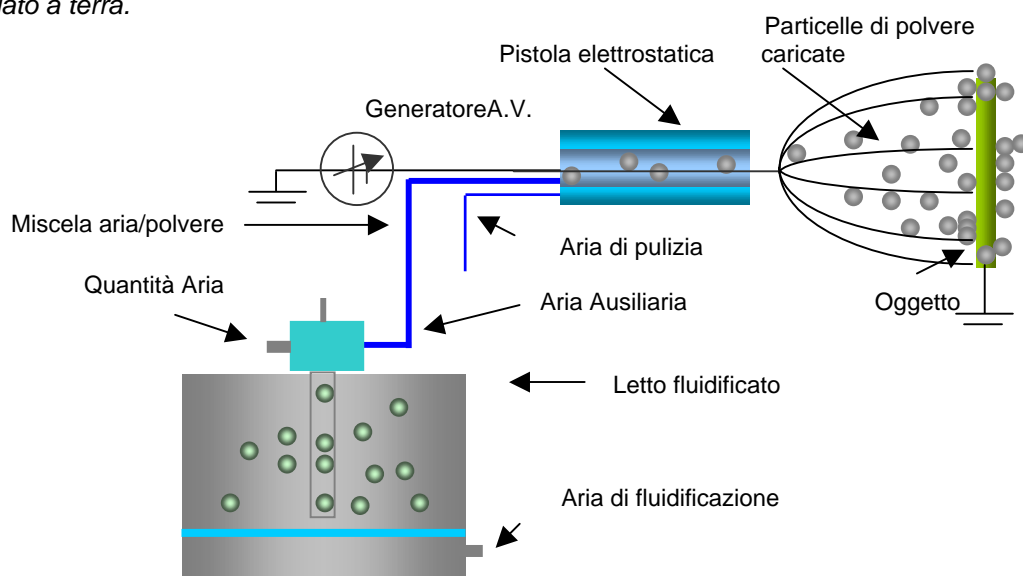
MECCANISMO DI CARICA CORONA

Questo meccanismo di carica genera un campo elettrico prodotto da un potenziale di alto voltaggio, generato da un moltiplicatore integrato nella pistola di spruzzatura, fra un elettrodo che carica ed il supporto da ricoprire che è collegato a terra.

Essenzialmente esistono due tipi di meccanismi di carica elettrostatica:

- Meccanismo di carica Corona
- Meccanismo di carica Triboelétrico

Meccanismo di Carica CORONA – SOLIDLINE®

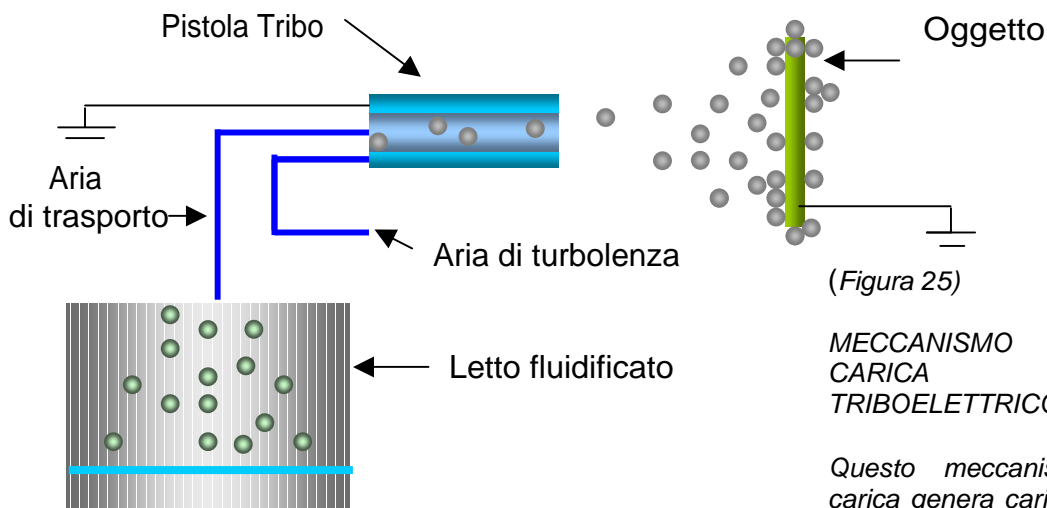


Questo campo elettrico genera delle linee di campo che vanno dall'elettrodo fino all'oggetto, all'interno di queste si spostano le particelle di polvere, congiuntamente con ioni generati durante la carica, i quali daranno una carica negativa alle particelle.

la carica che otterrà la particella dipenderà dalla intensità del campo, dal volume e dalla forma della particella e dal suo tempo di permanenza nella zona di ionizzazione.

Meccanismo di carica triboelettrico – TRIBOLINE^R

Il meccanismo di carica Tribo, termine derivato dal Greco il cui significato è attrito, si presenta come un processo generatore di carica per mezzo dell'attrito fra due materiali isolanti; *le particelle di polvere ed il tubo interno del canotto della pistola.*



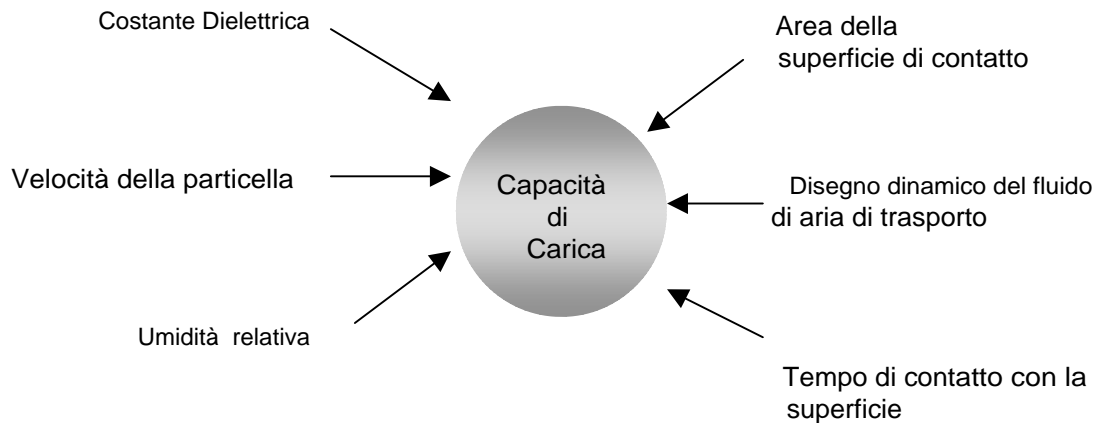
MECCANISMO DI CARICA TRIBOELETTTRICO

Questo meccanismo di carica genera carica nella particella di polvere tramite un processo di interscambio di elettroni dovuto allo sfregamento tra un materiale che emette elettroni ed un altro che li riceve.

La capacità di carica in questo meccanismo dipenderà da diversi parametri, come la velocità della particella di polvere, umidità relativa, tempo di contatto di una superficie con l'altra, ecc...

Il seguente schema accenna alcuni di questi parametri.

Normalmente la polvere si pone come emittente e per questo la sua carica finale è positiva.



(Figura 26)

PARAMETRI CHE
INFLUENZANO LA
CAPACITA' DI CARICA

L'analisi di questi parametri è fondamentale per determinare il meccanismo di carica.

Tribo o Corona?

Esistono vari fattori che influiscono sulla determinazione del sistema più adeguato, fra questi bisogna evidenziare :

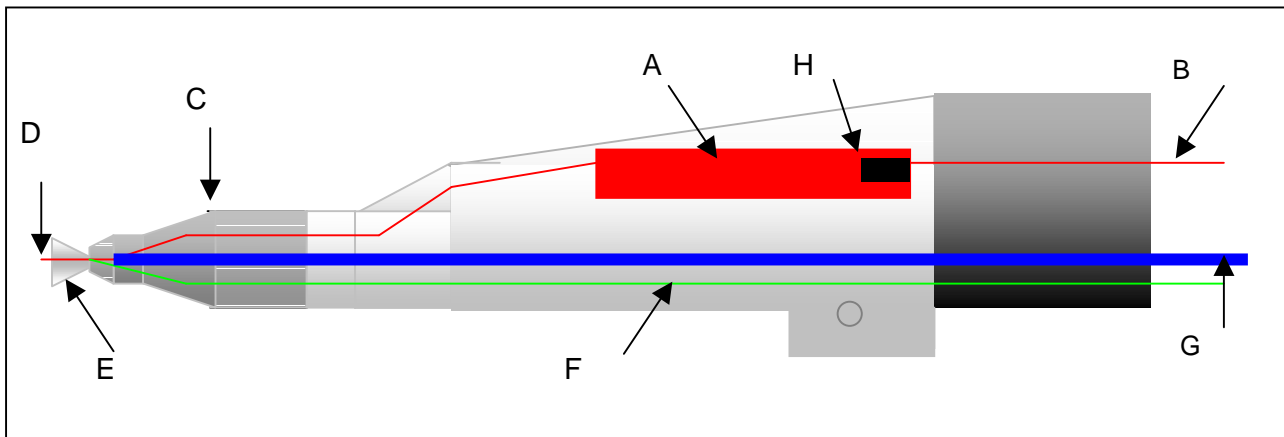
- La forma dell'oggetto da verniciare.
- La velocità della linea di produzione.
- Il tipo di polvere utilizzata.
- Il controllo del livello di carica della particella.
- Condizioni dell'ambiente, *umidità e temperatura*.
- Il grado di deposizione e distribuzione della polvere depositata.
- La frequenza nel cambio colore.
- La precisione nel controllo del movimento dei reciprocatori.

Analizzando in particolare ciascun parametro rispetto ad una statistica di casi pratici, possiamo considerare il meccanismo di carica Corona come il candidato considerato più idoneo per l'applicazione della polvere-UV, ma la cosa più importante da considerare è che stiamo applicando un rivestimento su una superficie non conduttiva e la distribuzione delle particelle di polvere deve essere omogenea in ogni zona del prodotto da ricoprire.

Per questo, entrambi i meccanismi di carica non rappresentano a tutt'oggi una soluzione definitiva per questo problema, anche se alcune aziende hanno sviluppato sistemi misti di carica, utilizzando differenti configurazioni negli elettrodi di scarico.

La cosa certa è che per favorire la conduttività in una superficie non conduttiva, si deve effettuare un pre-trattamento che la renda possibile.

Operatività del sistema Corona

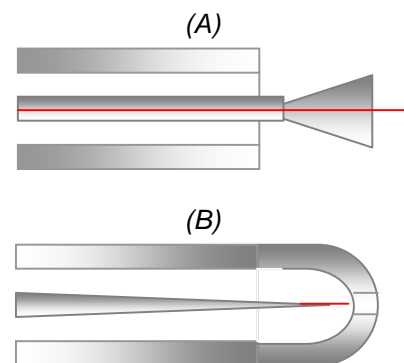


le pistole elettrostatiche MP3 (manuali) e AP3 (automatiche) della serie **SOLIDLINE®** contengono all'interno un moltiplicatore di voltaggio a cascata (A) che viene alimentato elettricamente a 24V., da un modulo di controllo attraverso il cavo elettrico (B). Un trasformatore di alto voltaggio (H), contenuto nel moltiplicatore trasforma la corrente di ingresso in 10 kV per essere successivamente trasformata, dal moltiplicatore a cascata, in 80 kV o 100 kV, a seconda degli stadi di cui dispone il moltiplicatore stesso.

Questo voltaggio, di intensità molto ridotta ed inoffensiva per l'operatore viene trasportato fino all'elettrodo di carica (D) il quale creerà il campo elettrostatico fra la pistola e l'oggetto da verniciare. Questo elettrodo, situato all'estremità della testina (C), possiede un'aria (F) che lo mantiene pulito dalla possibile polvere polimerizzata che può pregiudicare l'efficienza della carica.

Infine la polvere che proviene dal serbatoio con letto fluidificato o dal **FLUID BOX®** passa attraverso il tubo interno (G) e viene spruzzata per mezzo dell'ugello (E).

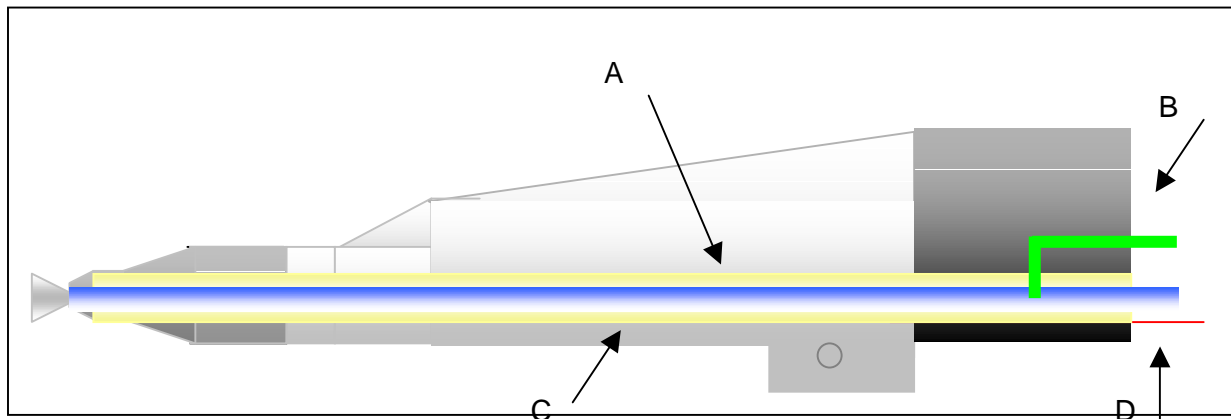
(Figura 27)
SISTEMA CORONA
Il sistema corona incorpora due tipi di ugelli, conici che producono una proiezione rotonda (A) e a fessura (B) la cui proiezione è piatta.



○

OPERATIVITA' DEL SISTEMA TRIBOELETTRICO

le pistole elettrostatiche MT3 (manuali) e AT3 (automatiche) della serie **TRIBOLINE®** contengono nel loro interno un tubo per la conduzione della polvere-UV (A) di materiale speciale, ricoperto da un tubo metallico (C) con derivazione a terra (D), per assicurare il continuo trasferimento di carica tra i due materiali dielettrici (polvere / tubo di trasporto).



(Figura 28)

SISTEMA TRIBOELETTRICO

Il buon funzionamento della carica per frizione dipenderà dalla costante dielettrica (K) che hanno sia il tubo interno (A) che la polvere quando vengono caricati.

Una linea d'aria supplementare interna (B), crea un effetto di turbolenza che assicura la più lunga durata di contatto della polvere con le pareti, dallo speciale disegno aerodinamico, del tubo di trasporto.

IL SISTEMA SupraCorona®

Come menzionato poc'anzi l'esperienza ci mostra che il sistema Corona è più pratico in quanto ad affidabilità nel controllo della carica dato che la capacità della carica mediante il meccanismo Triboelettrico dipende da fattori molto importanti (come mostra la fig.26) ed in certe occasioni difficili da controllare. Ma, ciò nonostante, dobbiamo tener presente che il sistema Triboelettrico ha un vantaggio importante rispetto a quello a Corona, ed è la mancanza di linee di campo elettrostatico fra un elettrodo e l'oggetto.

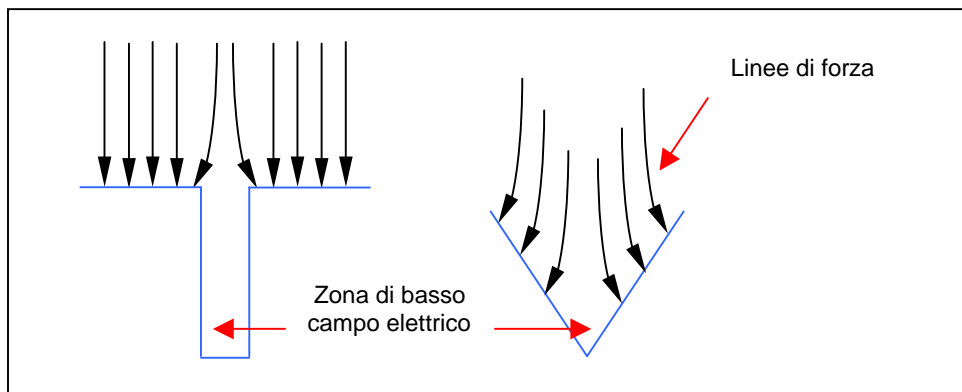
Questa mancanza è dovuta all'inesistenza di un moltiplicatore di voltaggio che genera una differenza di potenziale tra due punti, dato che la polvere con il sistema Triboelettrico si carica per sfregamento.

Queste linee di campo creano un effetto denominato gabbia di Faraday come mostra la fig.29, creando zone di difficile accesso per la polvere.

(Figura 29)

LA GABBIA DI FARADAY

Le linee di flusso creano una barriera protettiva dove le particelle di polvere hanno un accesso limitato.



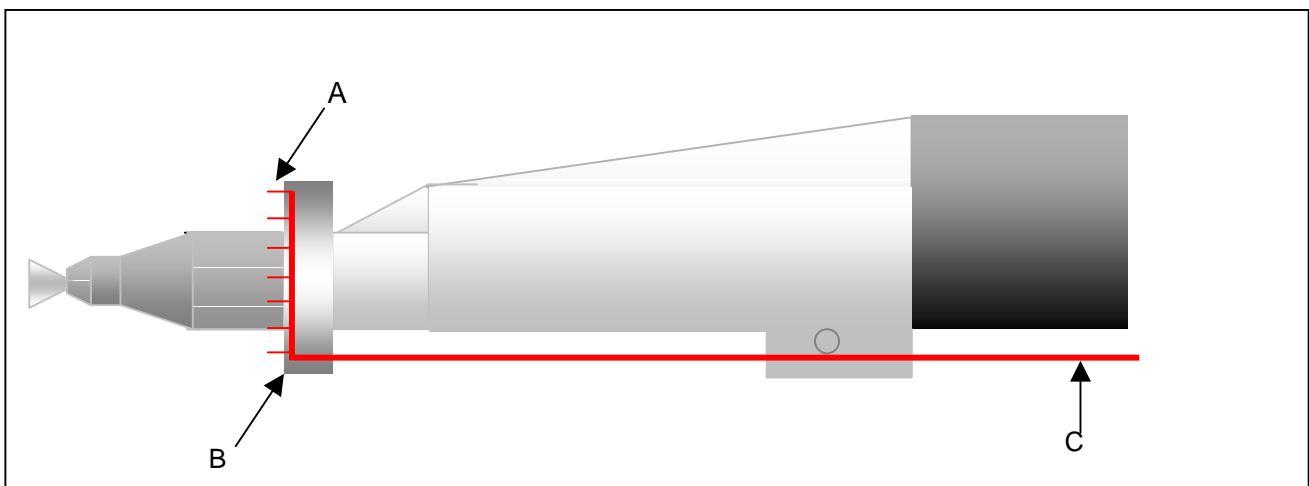
(Figura 30)

Considerando gli innumerevoli vantaggi che offre il sistema Corona abbiamo progettato un meccanismo che riduce il più possibile questo flusso elettrico e ci permette un miglior accesso alla gabbia di Faraday. Questo sistema si chiama **SUPRACORONA®**.

EFFETTO

SUPRACORONA®

Meccanismo per ridurre le linee di flusso ed il numero di ioni liberi.



La **SUPRACORONA®** è un anello (B) con molteplici elettrodi(A) che viene collegato a terra (C) e realizza fondamentalmente sul supporto da rivestire finalità elettriche.

Così all'attivazione dell'alto voltaggio nell'elettrodo di carica, il campo elettrico generato disporrà di linee di forza fra l'elettrodo e l'anello multi-elettrodo e non fra l'elettrodo di carica e l'oggetto, dato che le linee di forza tenderanno a posizionarsi sopra l'elemento a terra più vicino, in questo caso il "SupraCorona".

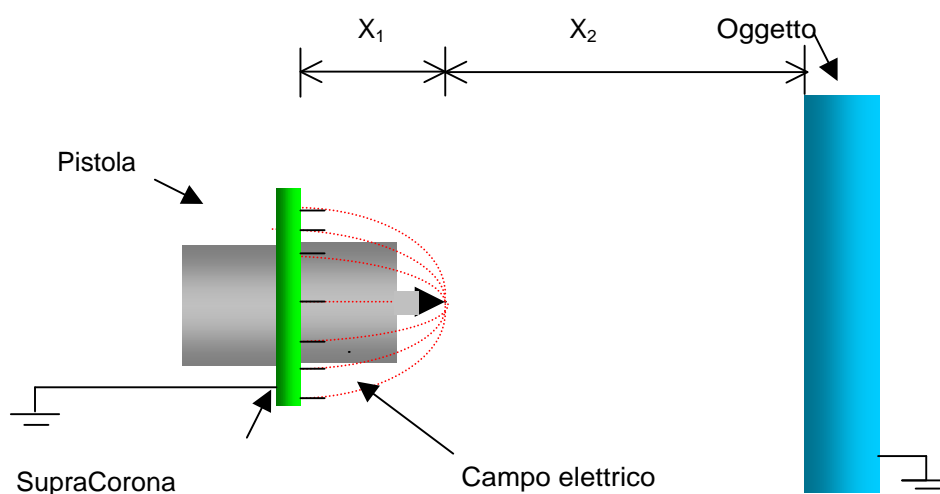
(Figura 31)

**PARÁMETRO
DI DISTANZA DELLA
SUPRACORONA**

Questo parametro di distanza deve essere riesaminato in ogni impianto dato che la sua posizione sulla pistola dipenderà dalla distanza della stessa dall'oggetto.

E' molto importante stabilire la distanza tra il "Supra Corona" (anello multi-elettrodo) e l'elettrodo di carica e di conseguenza osserveremo sensibili miglioramenti nella penetrazione (gabbia di Faraday) e nella qualità ed uniformità di finitura.

Questo parametro di distanza deve essere rivisto in ogni impianto dato che la sua posizione sulla pistola dipenderà dalla distanza di essa dall'oggetto.



I Sistemi Periferici di Applicazione

LA CABINA, CICLONE O MULTICICLONE ED IL FILTRO FINALE

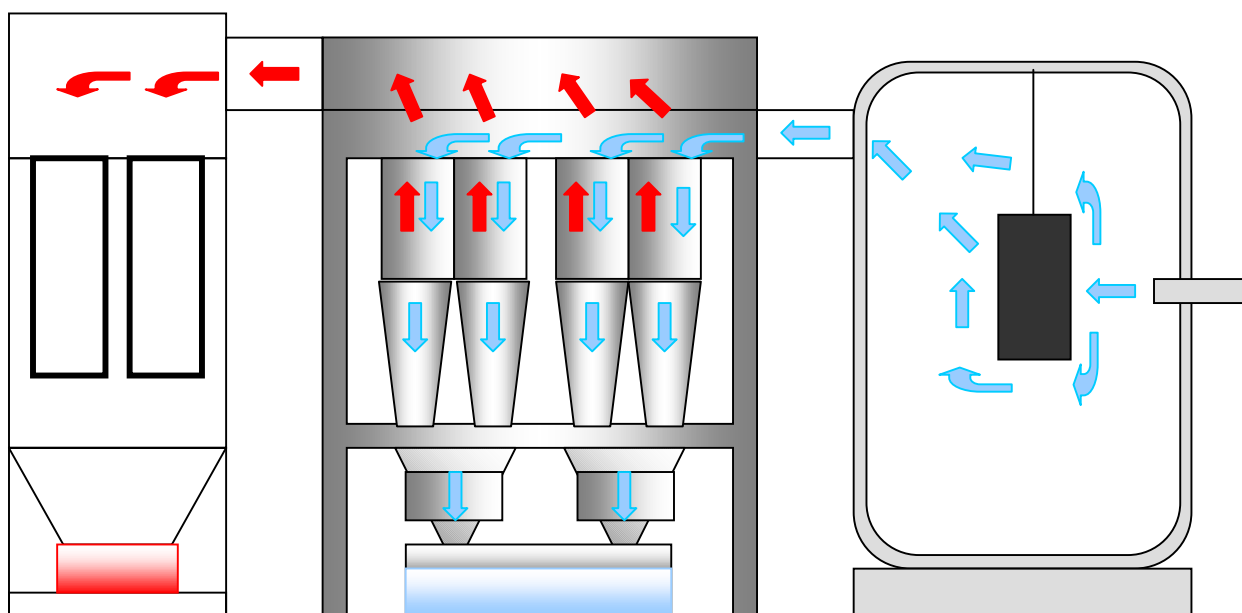
Nella fig.32 si mostra lo schema tipico di applicazione della polvere-UV, dove le pistole elettrostatiche, fisse o poste su un reciprocatore, spruzzano dentro un abitacolo o cabina di applicazione. Queste cabine possono essere metalliche (inossidabili) o in plastica.

dal punto di vista tecnico ed in previsione che la polvere-UV si applica su sostrati non conduttivi, le cabine plastiche mostrano più vantaggi rispetto a quelle metalliche, per la cattura della polvere sulle sue pareti e per la facilità di pulizia delle stesse. Però nella maggior parte dei casi prevale il fattore economico rispetto a quello tecnico e normalmente si utilizzano cabine inox (maggior facilità di pulizia) dimensionate per queste applicazioni speciali.

(Figura 32)

SISTEMI PERIFERICI (Ciclo Di Recupero)

La polvere che non è stata depositata sul pezzo, viene trasportata fino ad un "separatore di particelle" dove la maggior parte sarà depositata in un contenitore per la sua riutilizzazione. Le particelle più piccole non sono recuperate, ma trasportate fino ad un'unità di filtrazione prevenendo la possibile contaminazione ambientale.



- Particelle di polvere grosse e medie(riutilizzabili)
- Particelle di polvere piccole(eliminabili)

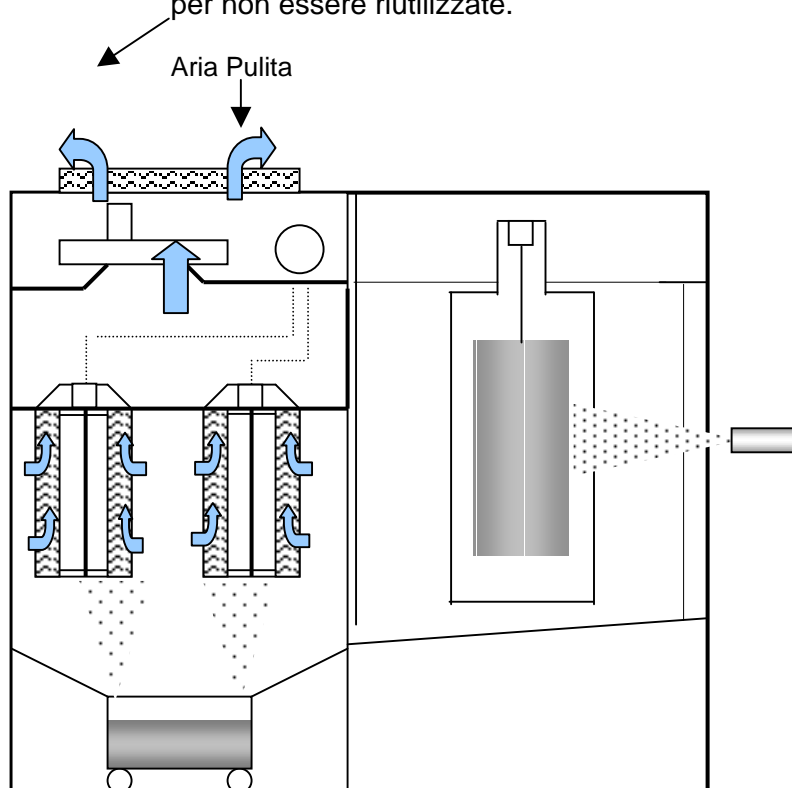
Non tutta la polvere-UV spruzzata viene catturata dall'oggetto da verniciare e parte di essa cade sul fondo della cabina o si attacca alle pareti della stessa. Questa polvere in esubero, denominata "overspray", viene aspirata dalla cabina, attraverso un condotto di aspirazione da un motore posto in un "separatore di particelle" o più comunemente chiamato **Ciclone** o **Multiciclone**. La finalità di questo sistema è di separare le particelle di polvere di maggiori dimensioni dalla miscela polvere/aria e depositarle in un contenitore per la riutilizzazione, grazie ad un sistema di riciclaggio. In termini generali la resa del multiciclone è superiore rispetto al ciclone, e ciò è dovuto alla migliore distribuzione della polvere nei diversi elementi separatori.

(Figura 33)

**SISTEMA
DI RECUPERO
INTEGRALE**

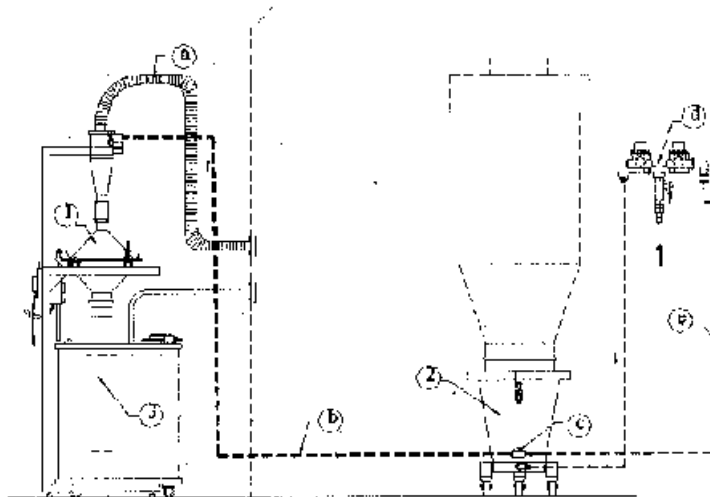
la cosa più importante è che l'aria della miscela aria/polvere può essere espulsa nel posto di lavoro, rispettando le più severe norme di sicurezza ed igiene per l'operatore.

Le particelle di polvere di minori dimensioni, che non sono state recuperate nel ciclone o multiciclone, sono trasportate in un'unità chiamata filtro finale dove vengono separate dall'aria grazie ad alcuni filtri e successivamente saranno depositate in un contenitore per non essere riutilizzate.



Sistemi di Rimando della polvere e Setaccio

Questi sistemi sono importanti per completare il ciclo di applicazione della polvere-UV.



Il contenitore (2) rappresenta il serbatoio dove si accumula la polvere recuperata dal ciclone, multiciclone o filtro finale (se si usa solo questo). Questa polvere viene trasportata per mezzo di un venturi di grande portata (c) fino ad un miniciclone (b) dove perde velocità e cade depositandosi all'interno del setaccio (1), dove un filtro, con un movimento vibrante prodotto dal vibratore, vaglia le particelle recuperate, depositando quelle accettabili nel contenitore con letto fluidificato (3), per essere nuovamente trasportate fino alle pistole ed in questo modo venire riutilizzate.

Il tubo flessibile (a) è uno sfogo di polvere/aria che si collega alla cabina della polvere.

Questa polvere recuperata deve essere mescolata con polvere nuova per ottenere una corretta efficienza nella spruzzatura della stessa.

(Figura 34)

SISTEMA DI RIMANDO (Ciclo di setaccio)

Il trasporto della polvere per il suo recupero viene controllato pneumaticamente dal quadro di controllo (d).

Centrale della Polvere (Powder Center)

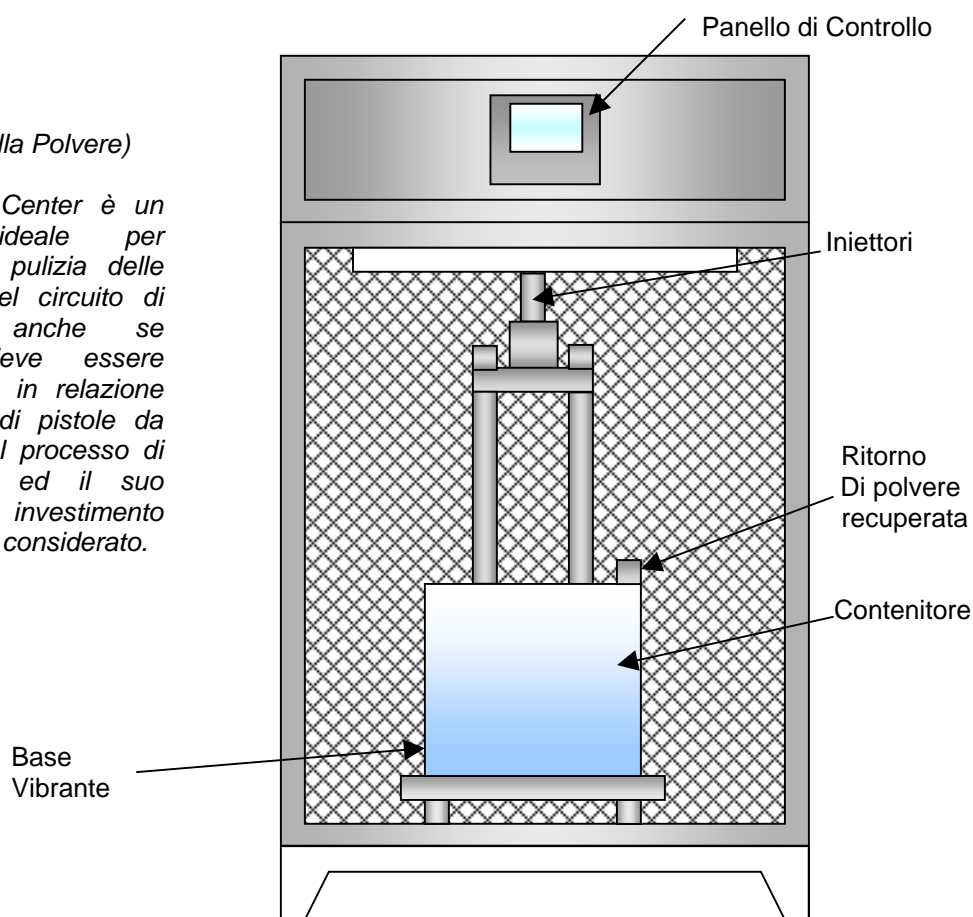
La centrale della polvere (**Powder Center**) è un elemento utile per la pulizia ed il cambio di colore delle pistole erogatrici e del ciclone separatore.

Costituito da una cabina compatta dal frontale aperto, ventilatore di aspirazione, cartucce filtranti e sistema di alimentazione delle pistole, effettua la pulizia ed i cambi di colore tramite cicli operativi controllati automaticamente da un PLC.

(Figura 35)

**POWDER
CENTER**
(Centrale della Polvere)

IL Powder Center è un sistema ideale per facilitare la pulizia delle pistole e del circuito di recupero, anche se l'utilizzo deve essere direttamente in relazione al numero di pistole da utilizzare nel processo di verniciatura ed il suo costo di investimento deve essere considerato.



L'operatore deve solamente iniziare i corrispondenti cicli di pulizia e posizionare il contenitore della polvere o un nuovo cartone sulla piattaforma vibrante.

Emittenti UV (Lampade)

La Regione UV

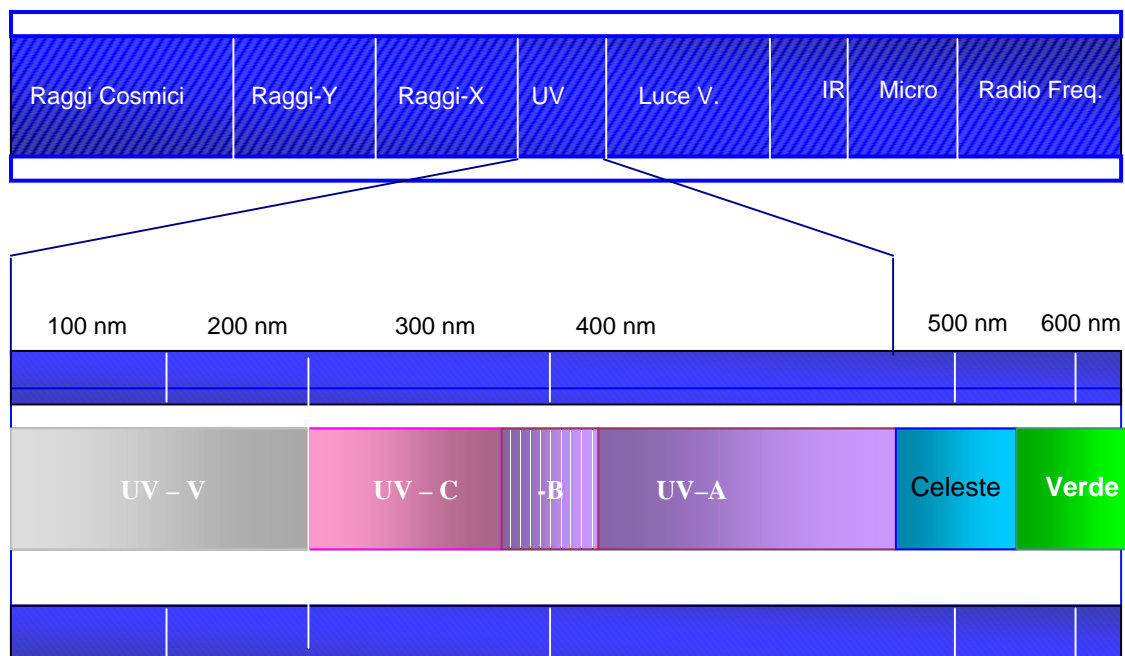
Come abbiamo prima menzionato la radiazione UV viene utilizzata per iniziare una reazione a catena che comporta la polimerizzazione, tanto delle vernici liquide come della polvere.

La radiazione UV si produce tramite un riaggiustamento di cariche nelle molecole o tramite scariche elettriche su di esse. Queste assorbono l'energia per ottenere uno stato di eccitamento che comporta una reazione essendo l'energia luminosa proporzionale all'energia di eccitamento della molecola.

(Figura 36)

SPETTRO ELETTROMAGNETICO

La figura mostra lo spettro elettromagnetico dove possiamo osservare il posto ed i valori che occupa le regione UV.



Come possiamo osservare questa è situata nella regione ottica dello spettro e si divide come segue :

- UV - A → Onda Larga
- UV - B → Onda Media
- UV - C → Onda Corta
- UV - V → Vicina alla luce visibile

UV - V

Questo termine non deve confondersi con la regione visibile dello spettro, ne con un posizionamento di una zona interna della regione UV.

(Figura 37)

TAVOLA DI LUNGHEZZA DELL'ONDA

L'assorbimento della radiazione si effettua sulla superficie dei materiali da trattare ed è dovuto alla debolezza del suo potere di penetrazione, essendo perciò ideale la sua applicazione su trattamenti superficiali

| RADIAZIONE | TIPO DI ONDA | [λ] LUNGHEZZA DI ONDA |
|-------------------|--------------|-------------------------|
| LUCE VISIBILE | | < 400 nm |
| UV – A | ONDA LARGA | 315 – 400 nm |
| UV – B | ONDA MEDIA | 280 – 315 nm |
| UV – C | ONDA CORTA | 100 – 280 nm |
| RAGGI X, GAMMA | | > 100 nm |

La regione UV-A è la più vicina allo spettro visibile. La radiazione che esercita il sole sulla nostra pelle è situata nella regione UV-B, però gran parte di essa viene filtrata dall'aria.

La regione UV-C è pericolosa per la pelle e gli occhi ed è usata nei processi di sterilizzazione, mentre le regioni A e B sono usate in applicazioni industriali. Questo è dovuto a ciò che abbiamo prima menzionato dato che il valore più elevato di energia è nella regione UV-A con un picco di 365 nm.

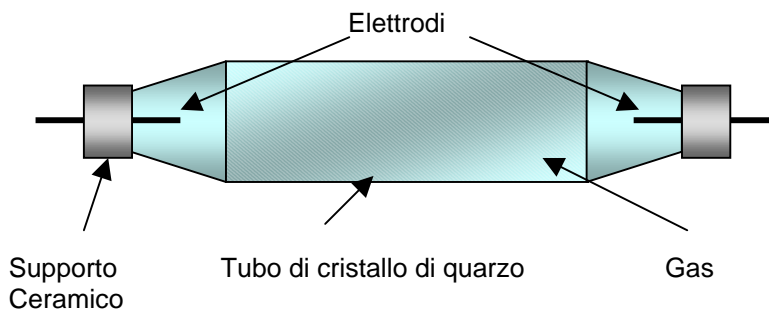
L'emittente UV (lampada)

Il meccanismo utilizzato per generare radiazioni ultraviolette si basa su un eccitamento di un gas tramite la scarica prodotta da un arco elettrico all'interno di un tubo di cristallo di quarzo dove è situato il gas.

Mentre si produce la scarica si genera una pressione di vapore all'interno del tubo. Questa pressione è rapportata con la densità di potenza e longitudine dell'onda, e si distinguono tre gruppi di emittenti:

- Emittenti di Bassa Pressione
- Emittenti di Media Pressione
- Emittenti di Alta Pressione

Quanto minore è la pressione, minore è la densità di potenza.



(Figura 38)

LAMPADA UV

La figura mostra uno schema di una lampada UV ed i suoi principali elementi.

Come mostra la figura 38 le lampade sono costruite con cristallo di quarzo le cui proprietà di durezza e stabilità termica permettono di raggiungere temperature di 1.100°C . Il cristallo di quarzo può essere normale o sintetico, ciò nonostante le sue proprietà per trasmettere la radiazione UV non sono molto diverse, anche se è molto importante la sua qualità per evitare l'assorbimento della radiazione del settore UV-C, così avendo un debole assorbimento [$>200\text{ nm}$] si riduce la formazione di ozono. Questo ozono generato si elimina con l'aria di raffreddamento.

Gli emittenti necessitano di un tempo di riscaldamento di 1,5 min., in cui il voltaggio applicato è basso [50 – 100 v.], anche se questi raggiungono il loro valore nominale durante il processo. Allo stesso modo necessitano tra i 5 ed i 15 min. di tempo di raffreddamento dovuto al fatto che il mercurio evapora al raggiungimento del valore nominale.

La scarica per la generazione della radiazione si produce attraverso degli elettrodi di Wolframio che raggiungono una temperatura di 2.500°C .

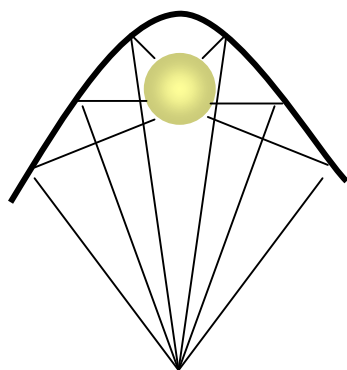
Le lampade di scarica possono lavorare con corrente alternata, continua e radio frequenza (assenza di elettrodi). L'alta frequenza può facilmente essere considerato la somministrazione futura di energia degli emittenti.

Il gas (vapore di mercurio) viene eccitato per effetto di un arco elettrico prodotto all'interno della lampada. La lunghezza di questo arco di scarica dipende dall'ampiezza del prodotto che deve essere irradiato, normalmente le lunghezze più comuni sono fra i 100 ed i 2.000 mm.

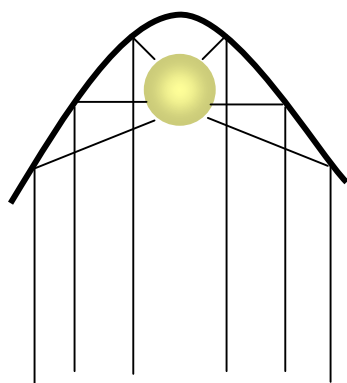
Il diametro della lampada oscilla fra i 20 ed i 38 mm e dipende dalla potenza applicata [80 – 120 W].

(Figura 39)

TIPI DI
RIFLETTORI
DI RADIAZIONI



Emissione Ellittica



Emissione Parabolica

L'intensità della radiazione dipende essenzialmente da:

- La distanza fra lampada ed oggetto da irradiare.
- L'Assorbimento del cristallo di quarzo.
- L'invecchiamento della lampada.
- La potenza installata nella lampada.

La potenza tende a diversificare l'emissione come fonte di luce in un 30% di luce UV, un 15% di luce visibile, un 35% di radiazione IR e perdite che costituiscono un 20% dell'emissione.

L'essiccazione UV si misura in Joule o in Watt. L'intensità dell'energia UV si esprime in [W/cm²], e viene richiesta per iniziare il processo ed è importante per la penetrazione attraverso i pigmenti ed i colori opachi.

La dosatura di questa energia UV viene espressa in Joule [J/cm²], ed è necessaria per completare il processo. Questa dosatura è in funzione del tempo di esposizione all'energia UV, per esempio, 1 Joule = 1 Watt x 1 secondo.

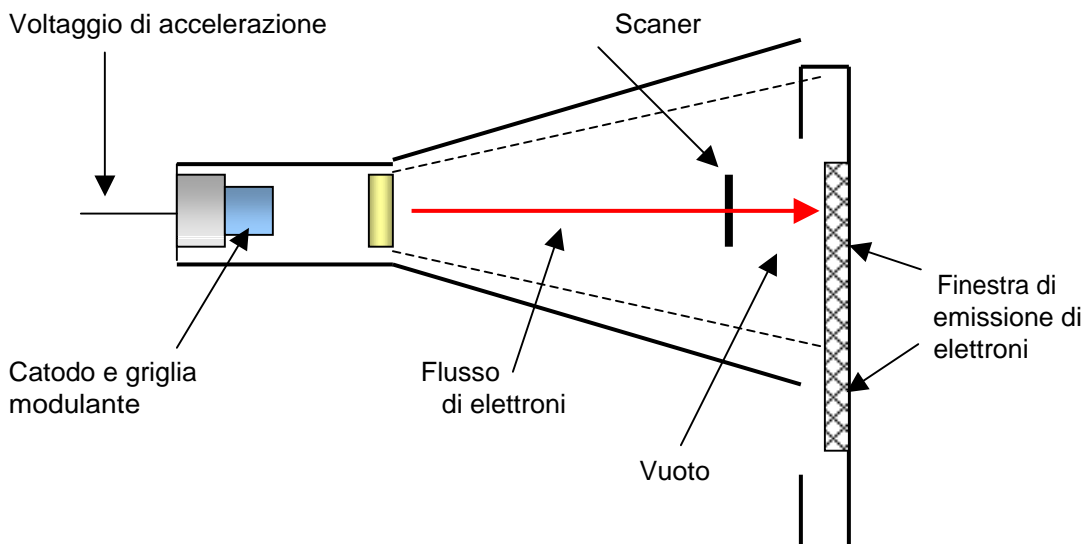
Da ultimo indicheremo che la lampada deve essere raffreddata dato che la parete deve avere una temperatura fra i 600° ed i 900° C. Una temperatura superiore implicherebbe un cambio di stato del vetro allo stato cristallino producendo così porosità e conseguentemente perdite, mentre una temperatura inferiore ai 600° C, potrebbe provocare una condensazione del mercurio.

L'uso di emittenti UV implica la disposizione di misure di sicurezza rigorose, sia per il produttore del sistema di essiccazione, sia per l'operatore che deve usarlo. La emissione della luce UV è proporzionale alla emissione della luce visibile e per questo esistono una serie di raccomandazioni internazionali di sicurezza che devono essere considerate.

Prima che ci addentriamo nel metodo e sistema di essiccazione che attualmente presenta maggior affidabilità per il trattamento delle polveri UV, descriveremo molto brevemente un sistema alternativo a questo.

Flusso di elettroni

Il sistema funziona tramite un processore di elettroni che accelera gli stessi ad una tale velocità che l'impatto sopra il componente chimico è sufficiente per rompere i legami e generare ioni. Questi si trasformano in radicali liberi i quali iniziano la polimerizzazione nella stessa maniera della luce UV e del Fotoiniziatore.



Il vantaggio rispetto al sistema UV è che si tratta di un metodo adatto per i materiali sensibili ai raggi UV ed al calore, però il suo investimento economico è molto più elevato rispetto al sistema che descriviamo di seguito, che è attualmente, come abbiamo già detto, quello che presenta la miglior affidabilità per l'essiccazione di polveri UV.

(Figura 40)

FLUSSO DI ELETTRONI

Sistema Alternativo di essiccazione per radiazione senza necessità della presenza dei Fotoiniziatori nella formulazione.

Metodo e Sistema di Essiccazione UV

Le ricerche sullo sviluppo di nuove polveri sono sempre state centrate sulla tecnica di termo-essiccazione, dove i parametri del processo sono il tempo e la temperatura applicata.

Parallelamente sono stati sviluppati diversi metodi di trattamento calorifico per materializzare i vantaggi delle nuove polveri, come *convezione*, *IR (infrarosso)*, *induzione* e **SpeedOven®** (*combinazione di IRM e convezione sviluppato dalla ditta svedese **TrilInnovations AB – TRIAB***).

Come indicavamo all'inizio di questo documento, i vantaggi che offre il rivestimento sono sufficienti per cercare di sfruttarli e tentare di definire le direttive per l'uso di polveri sensibili alla radiazione UV.

Queste direttive hanno reso possibile il rivestimento di diversi materiali, come:

(Figura 41)

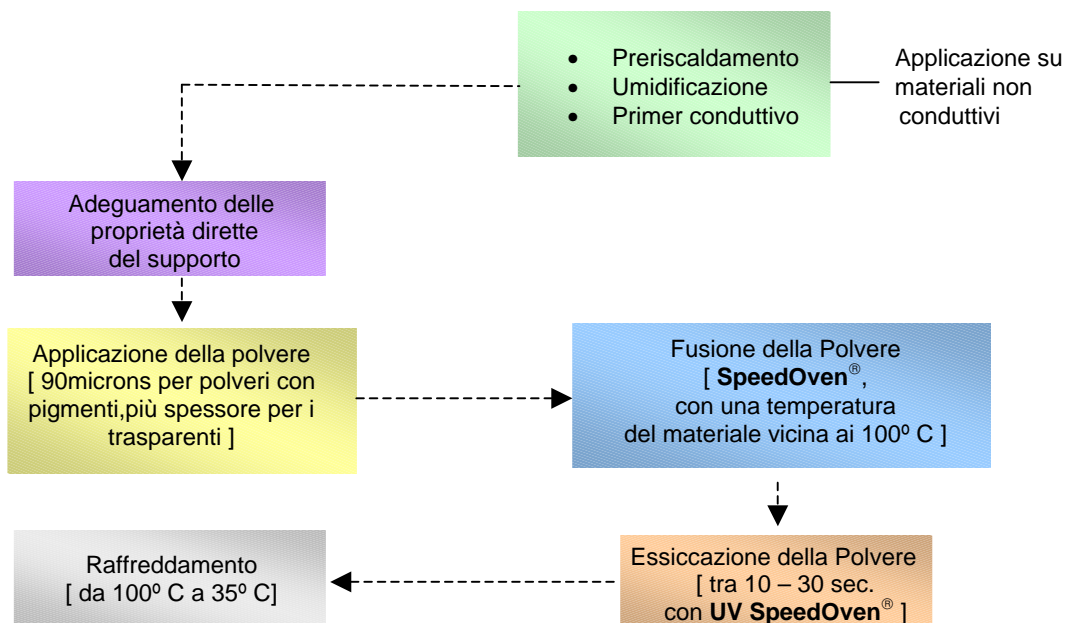
**SETTORI D'USO
DELLA POLVERE UV**

| | |
|------------------------------------|---|
| Materiali composti di legno | MDF |
| Elementi Montati | Acciaio ed elementi sensibili al calore |
| Prodotti metallici | Di gran massa o Produzioni di gran volume |
| Plastiche | ABS, nylon, policarbonato |
| Altri materiali | Che possono sopportare almeno 90° C |

(Figura 42)

**STADI DEL PROCESSO
UV SPEEDOVEN®**

Il concetto UV SpeedOven®



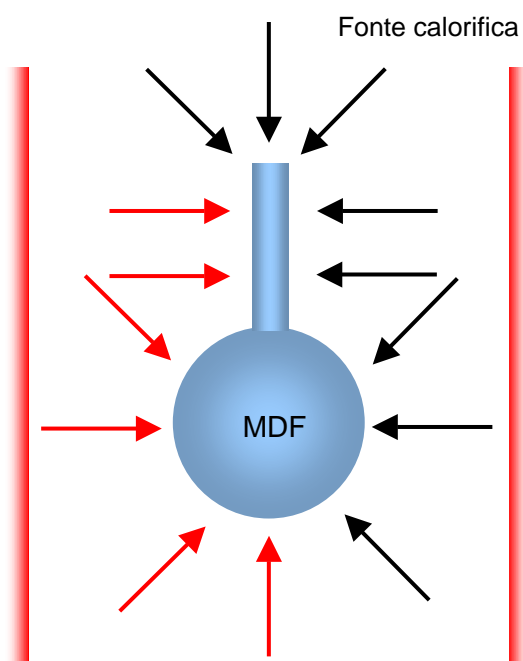
Seguendo come base le tappe del processo della figura 42, descriveremo brevemente ognuna di esse.

Preparazione della superficie

La qualità del supporto (nel nostro caso MDF) e la preparazione che richiede la sua superficie per ottenere un livello di spessore adeguato sono molto importanti e devono essere ben considerati. Nell'industria del legno esistono diversi metodi per la preparazione della superficie, ma per l'esperienza acquisita possiamo indicare che per l'applicazione di uno strato di 60 – 80 microns di polvere testurizzata o mediamente testurizzata è sufficiente carta abrasiva da 250.

Pre-riscaldamento del supporto

L'obiettivo principale del pre-riscaldamento è creare una uniformità di spessore su tutte le zone del prodotto come prevenzione alle variazioni di spessore e alla conduttività termica / elettrica dello stesso. La preparazione della superficie prima dell'applicazione della polvere non si limita unicamente al pre-riscaldamento dato che essa deve adattarsi al supporto così come al meccanismo di carica da utilizzare.



(Figura 43)

PRE-RISCALDAMENTO

L'oggetto che mostra la figura, lo considereremo in MDF, normalmente viene pre-riscaldato a [60°C – 70°C], con riferimento alla temperatura raggiunta sulla superficie.

Con ciò otterremo una temperatura di [45°C – 55°C] circa nel momento dell'applicazione della polvere.

Applicazione della Polvere

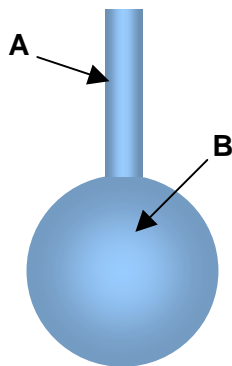
Esistono diversi fattori che influenzano la decisione se il meccanismo di carica Corona è più adeguato rispetto al Triboelettrico, ed analizzando ciascun parametro rispetto ad una statistica di casi pratici, basati sulla omogeneità della distribuzione delle particelle di polvere su una superficie non conduttiva, ambedue i meccanismi non presentano una soluzione definitiva per l'applicazione della polvere UV.

Fusione della Polvere

La fase di riscaldamento per fondere la polvere è estremamente importante per l'ottenimento di una adeguata qualità finale della superficie.

Questo riscaldamento dovrà essere rapido e uniforme e sfortunatamente materiali come MDF, plastiche, ecc., sono scarsi conduttori termici.

Analizziamo il processo con l'aiuto dell'oggetto della figura 44.

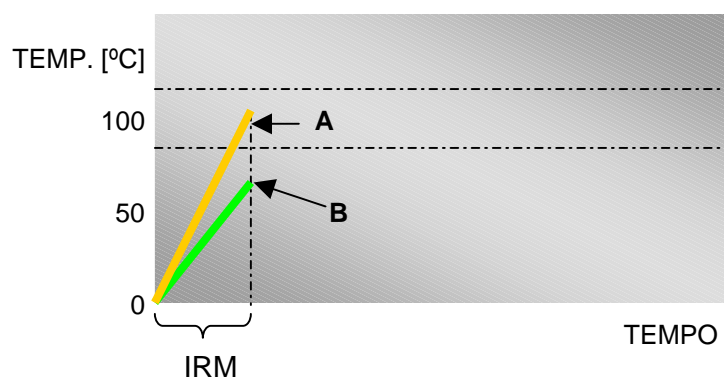


Questo oggetto ha due parti [A e B] che si differenziano per lo spessore [spessore di B > spessore di A]. Perchè il riscaldamento sia rapido, abbiamo bisogno di radiazione IR (Infrarosso), che darà la stessa energia a tutto l'oggetto, ma per la differenza dei suoi spessori la conduzione termica del materiale non riuscirà ad equilibrare i valori della temperatura della zona A e della B.

(Figura 44)

FASE 1^a DEL PROCESSO DI FUSIONE

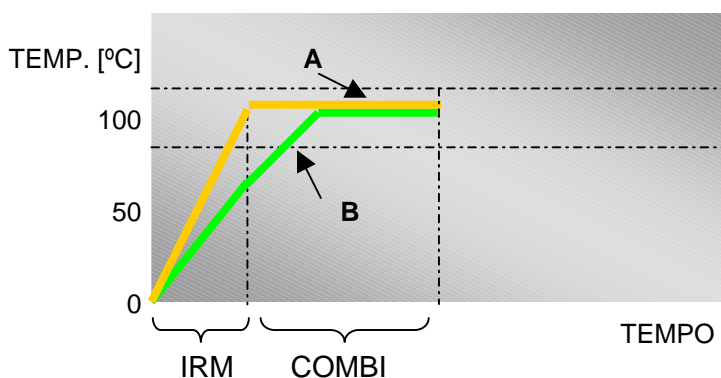
In questa prima fase si utilizza una elevata porzione di IRM [Infrarosso Onda Media] ed una piccola quantità di ricircolazione convettiva.



La figura 44 mostra come la zona **A** raggiunge rapidamente la temperatura 100°C, mentre la zona **B** rimane a circa 60° C.

Se continueremo a riscaldare con IRM fino a che la zona **B** raggiungerà la temperatura desiderata di 100° C, la zona **A** resterà totalmente bruciata.

Perchè questo non accada, si richiede una seconda fase nella quale si utilizza una elevata porzione di calore convettivo ed una piccola quantità di IRM.



(Figura 45)

*FASE 2^a
DEL PROCESSO DI
FUSIONE*

*In questa seconda fase la zona **B** raggiunge la temperatura di 100° C grazie al IRM, mentre la zona **A** non aumenta di temperatura per mezzo dell'effetto refrigerante della convezione.*

La radiazione di aria convettiva assiste l'IRM perchè la zona B raggiunga la temperatura di 100° C, mentre l'aria convettiva a 100° C raffredderà tutte quelle zone che hanno la tendenza ad eccedere la temperatura, come la zona A.

In un processo normale di fusione con polvere UV su un pannello di MDF o su altoparlanti il tempo di fusione è di 3 minuti a 100 – 110° C.

Il risultato finale di questo metodo è l'ottenimento di un processo di fusione omogeneo ed uniforme.

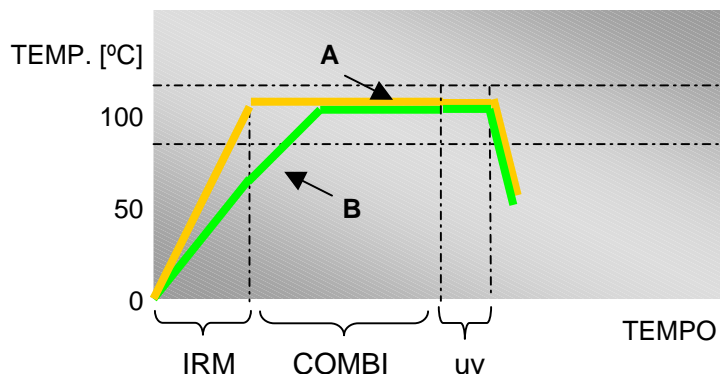
Questa è una delle fasi più importanti del processo generale di essiccazione anche se la combinazione tra la formulazione della polvere e gli emittenti UV delineano la fase finale del processo, l'essiccazione.

(Figura 46)

Essiccazione della Polvere

FASE 3^a PROCESSO DI ESSICCAZIONE

Nella fase di essiccazione entrambe le zone sono esposte alla luce UV, e qui si realizza la foto polimerizzazione della polvere applicata.



In precedenza abbiamo indicato che la luce UV possiede una porzione di radiazione IR, che potrebbe creare un eccesso di temperatura in alcune zone dell'oggetto, ma le lampade UV devono essere inserite in un ordine tale da riuscire a dare lo stesso livello energetico su tutte le zone dell'oggetto stesso. Tutte le zone dell'oggetto devono rimanere esposte alla luce UV.

Questo possibile eccesso di temperatura è molto simile a quello causato dalla radiazione IRM durante il processo di fusione.

Proseguendo con l'esempio del pannello di MDF o degli altoparlanti in 3D, il tempo totale di essiccazione è approssimativamente di 30 – 60 secondi usando una lampada da 120 W.

Il metodo e sistema UV SpeedOven[®] è attualmente il più efficace in linea teorica come in pratica, per i risultati ottenuti nei processi produttivi degli impianti per mobili da ufficio e di altri fabbricanti che dispongono di tale metodo.

Raffreddamento dell'oggetto

Per terminare con il processo termico non ci resta che diminuire la temperatura fino ad un livello ottimale di manipolazione. Questo processo è breve dato che la temperatura superficiale è di 100°C – 110°C e che il calore trasferito all'MDF non è elevato.

Raggiungere un livello di 35°C è possibile grazie ad 1 minuto di aria fredda forzata e 2 – 3 minuti a temperatura ambiente.

La realtà pratica

La commercializzazione del progetto UV

Il processo ha bisogno di prove. Dalla preparazione della superficie, per sopportare l'applicazione della polvere e la sua essiccazione, fino al raffreddamento. Così si accerterà se i parametri di progetto dell'impianto e le specifiche della polvere UV rispettano le richieste predeterminate, includendo parametri molto importanti quali il colore, la brillantezza, lo spessore dello strato di polvere ed altri parametri produttivi.

Una volta che il lavoro di sviluppo è terminato, si potrà determinare il livello di investimento, includendo i costi operativi e del prodotto. Allo stesso tempo, sarà possibile comparare tali costi con qualche altro metodo alternativo.

Questa procedura iniziale è essenziale per eliminare qualsiasi problema di messa in funzione dell'impianto dato che il vincolo tra il sistema e la polvere è molto più forte in questo metodo rispetto a quelli termo-indurenti.

(Figura 47)

TAVOLA COMPARATIVA DEI PROCESSI

La tavola specifica i tempi e la lunghezza del forno per una vernice cellulosica od altra simile, in confronto ad una polvere essiccabile tramite UV, su un pannello di MDF con una velocità di trasporto di 5 m / min.

Industria del Legno

| VERNICE CELLULOSICA | | POLVERE UV | |
|--|---------------|----------------------------------|---------------|
| Riscaldamento a 60° C (convettivo / IRM) | 2 min. | Riscaldamento a 100° C | 1 min. |
| Essiccazione a 60° C | 2 min. | Essiccazione UV | 1 min. |
| Raffreddamento a 35° C | 2 min. | Raffreddamento a 35° C | 1 min. |
| Tempo Totale | 6 min. | Tempo Totale | 3 min. |
| Lunghezza forno+ Raffreddamento | 30 m. | Lunghezza forno + Raffreddamento | 15 m. |

(Figura 48)

**VANTAGGI
DEL PROCESSO UV
PER IL LEGNO**

Questi vantaggi devono essere condivisi con materiali di maggiore sensibilità termica, come il legno massello.

Come abbiamo visto, il tempo totale del processo è molto più breve rispetto all'uso di un sistema convenzionale, e presenta i seguenti vantaggi :

- L'intero processo (essiccazione+raffreddamento) è un sistema più compatto.
- Meno mani di vernice, uno o massimo due strati di polvere.
- Meno operazioni di carteggiatura.
- Recupero della polvere al 99%.
- Maggior resistenza chimica e superficie più dura.
- Nuove possibilità di progettazione di forme e di aspetto.

(Figura 49)

**TAVOLA
COMPARATIVA
DEI PROCESSI**

La tavola specifica i tempi e la lunghezza del forno per una polvere termoindurente in confronto all'uso di una polvere UV, per un prodotto metallico di 15 mm. Con una velocità di trasporto di 5 m / min.

Nel 2002 sono state effettuate prove con sedie di legno massello con il metodo e sistema UV SpeedOven[®], ottenendo risultati che fanno ben sperare.

Industria del Metallo

Come mostra la figura 49, il tempo totale del processo è molto più breve usando l'essiccazione UV rispetto all'uso di sistemi convenzionali.

| POLV. TERMOINDURENTE | | POLVERE UV | |
|-------------------------------------|---------|---------------------------------------|--------|
| Riscaldamento a 180° C (convettivo) | 15 min. | Riscaldamento a 100° C (UV SpeedOven) | 3 min. |
| Polimerizzazione a 180° C | 10 min. | Essiccazione UV | 1 min. |
| Raffreddamento a 35° C | 10 min. | Raffreddamento a 35° C | 3 min. |
| Tempo Totale | 35 min. | Tempo Totale | 7 min. |
| Lungh. forno + Raffreddamento | 175 m. | Lungh. forno + Raffreddamento | 35 m. |

Il processo di essiccazione UV presenta in questo caso i seguenti vantaggi :

- **Per il prodotto**
Miglior qualità, durezza e resistenza chimica.
- **Per la produzione**
Sistemi più compatti e risparmio di costi.
- **Per l'ambiente**
Minor consumo energetico.

(Figura 50)

**VANTAGGI
DEL PROCESSO UV
PER PRODOTTI
METALLICI**

Molti prodotti metallici avrebbero migliori prestazioni con l'uso della tecnologia UV.

(Figura 51)

**CARATTERISTICHE
DEL PA/PPE**

Le caratteristiche descritte nella tavola aprono un ventaglio di possibilità per la produzione di componenti in plastica e per il loro rivestimento con polveri UV, come alternativa ai componenti metallici.

Industria della Plastica

La plastica come materiale termicamente sensibile è un candidato idoneo per essere rivestito con polvere UV.

Al suo problema di sensibilità termica si aggiunge la proprietà dielettrica che non le permette di essere verniciata elettrostaticamente.

Ciò nonostante, nuove ricerche nello sviluppo di resine conduttive hanno recentemente permesso di ottenere una lega di poliammide [PA] ed etere di polifenilene [PPE] totalmente conduttiva e la cui finalità è stata la produzione di componenti plastici per l'industria dell'automobile con le stesse proprietà conduttive del metallo.

Lo sviluppo di questo materiale elimina la necessità di applicare il primer conduttivo, permettendo la sua verniciatura insieme con elementi metallici.

Questa caratteristica conduttiva e termica insieme con i futuri sviluppi della polvere UV configurano un profilo di speranza per lo sviluppo e la sostituzione di prodotti con materiali e rivestimenti differenti da quelli attualmente usati.

- Resistenza chimica
- Resistenza al calore
- Maggior rigidità
- Minor peso
- Libertà di design

Aspettative future

Il metodo e sistema del concetto **UV SpeedOven®** è stato pioniere nella produzione industriale a pieno rendimento per l'essiccazione della polvere UV su materiali termicamente sensibili, ed attualmente viene realizzato in diversi progetti per entità che fino ad ora, non hanno sperimentato i benefici del rivestimento a polveri.

Possedere una serietà industriale rispetto al concetto UV implica rendersi responsabili nell'assicurazione che il processo UV, le apparecchiature e la polvere sono adeguati a rispettare la totalità delle caratteristiche e delle richieste del prodotto che deve essere trattato. Questo impegno globale è un concetto unico, che offrirà all'utilizzatore finale i vantaggi di questa nuova tecnologia senza nessun rischio.

Il lavoro di sviluppo e di studio continuerà per migliorare questa tecnologia ed ampliare la gamma di applicazioni.

La polvere UV ed il sistema di essiccazione dovranno migliorare per produrre temperature di fusione più basse, rendendo quindi possibile il rivestimento a polvere di prodotti e materiali molto più sensibili alla temperatura e per ottenere finiture accettabili nei diversi settori. Le tecniche di applicazione della polvere dovranno a loro volta adattarsi e migliorare per assicurare una coerente uniformità del rivestimento di fronte alla differenza di design che genera i vantaggi che questo metodo offre ed adattarsi per far fronte ad una ampia gamma di prodotti con grandi differenze di materiali dielettrici.

Referenze

Per la realizzazione di questo documento sono stati consultati diversi studi ed informazioni non pubblicate ottenute tramite interviste con ricerche e referenze di notizie apparse in numerose pubblicazioni.

**SPRAY[®], SOLIDLINE[®], FLUID BOX[®], TRIBOLINE[®]
SUPRACORONA[®], SPEEDBELL[®] y SPEEDDISC[®]**

Sono marchi registrati da
SPRAY / Suministros Industriales Spray S.A.

TRIAB[®], SPEEDOVEN[®], UV SPEEDOVEN[®]

Sono marchi registrati da
TRIAB / Tri Innovations AB

Concetto UV

SISTEMA E METODO brevettato / brevetto mondiale pendente
SPEEDOVEN brevettato da
TRIAB / Tri Innovations AB

Traduzione : *DARIANO CATTARIN*
CM SPRAY srl Silea (TV)