

Prodotti vernicianti

La terminologia impiegata per i prodotti del settore pitture, vernici, e rivestimenti protettivi da parte dei non strettamente addetti è spesso imprecisa o ambigua (talvolta lo è anche da parte degli specialisti). Di seguito si riportano i termini più ricorrenti in italiano, e l'eventuale loro corrispettivo in inglese, utilizzati in queste dispense dandone una succinta spiegazione.

Additivo (additive): composto che viene aggiunto in piccole quantità nella formulazione di un prodotto verniciante per ottenere specifiche caratteristiche.

Applicazione (application): operazione eseguita utilizzando strumenti, apparecchiature o macchine che consentono la stesa uniforme e di spessore stabilito di uno strato di prodotto verniciante.

Carica (filler): composto solido, generalmente inorganico, poco coprente, che può essere finemente disperso nel veicolo.

Componenti volatili (volatile constituents): composti facenti parte di un prodotto verniciante che, a causa della loro sufficientemente alta tensione, nel tempo abbandonano per evaporazione un film di prodotto verniciante dopo la sua applicazione.

Contenuto solido (solid content): sinonimo di residuo secco.

Diluente (diluent): composto di basso peso molecolare, bassa viscosità e relativamente alta tensione di vapore, che fa parte dei componenti volatili, solo parzialmente miscelabile con il legante.

Lacca (laquer): prodotto verniciante trasparente, la cui trasformazione da liquido a solido avviene per evaporazione dei componenti volatili.

Legante (binder): componente non volatile di un prodotto verniciante costituito da oli, o da resine o da polimeri a cui, se necessario, possono essere aggiunti dei plastificanti.

Pigmento (pigment): composto solido organico o inorganico di colore definito, opaco e coprente, che può essere finemente disperso nel veicolo.

Pittura (paint): prodotto verniciante opaco e colorato, contenente cioè pigmenti ed eventualmente cariche finemente dispersi nel veicolo, la cui trasformazione da liquido a solido avviene per evaporazione dei componenti volatili o per ossidazione o per polimerizzazione del legante o per la combinazione del primo fattore con uno degli altri due.

Plastificante (plasticizer): composto chimico che viene aggiunto in quantità significative ad un prodotto verniciante per aumentarne la plasticità e la flessibilità.

Prodotto verniciante: termine generale per indicare un qualsiasi materiale liquido che, una volta applicato come pellicola o film di basso spessore (in genere da pochi micron fino a 1-2 millimetri) su una superficie, si trasforma nel tempo da liquido a solido.

Residuo secco (solid content): somma dei componenti di un prodotto verniciante che rimangono a formare il film dopo l'evaporazione dei componenti volatili.

Rivestimento (coating): membrana protettiva ottenuta mediante la applicazione di uno o più strati di pittura fino al raggiungimento dello spessore desiderato.

Solvente (solvent): composto di basso peso molecolare, bassa viscosità e relativamente alta tensione, che fa parte dei componenti volatili o ne costituisce la totalità, miscelabile in tutti i rapporti con il legante.

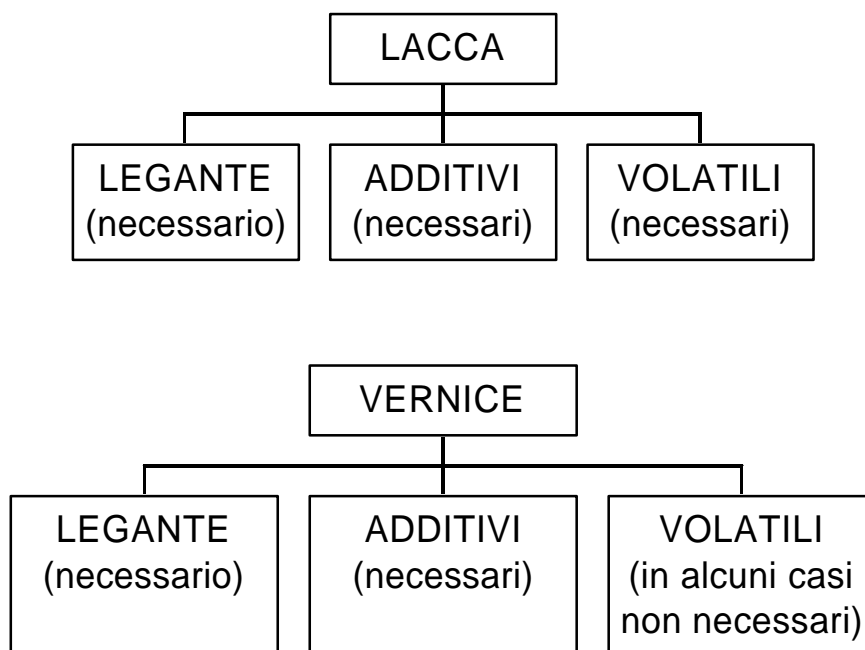
Veicolo (vehicle): parte liquida di una pittura composta dal legante, dai componenti volatili e da eventuali additivi liquidi.

Vernice (varnish): prodotto verniciante trasparente, la cui trasformazione da liquido a solido avviene per azione combinata della evaporazione dei componenti volatili e per reazione di ossidazione o di polimerizzazione del legante.

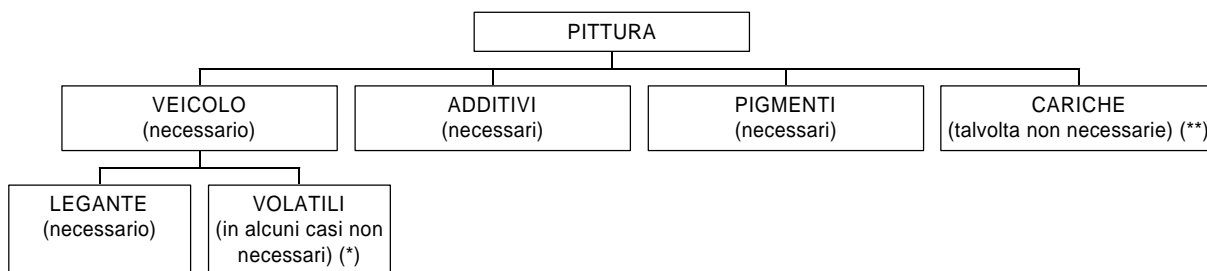
Composizione di un prodotto verniciante

Un prodotto verniciante è un formulato generalmente complesso nel quale sono presenti più componenti la cui terminologia è stata data nel paragrafo precedente. La complessità e il numero dei componenti presenti in una formulazione di prodotto verniciante dipende in primo luogo dal fatto che si tratti di una lacca, di una vernice o di una pittura. In certi casi, come vedremo in seguito, alcuni componenti sono indispensabili, in altri, non necessari.

Negli schemi che seguono viene proposta una prima panoramica sulla composizione dei prodotti vernicianti.



(*) Possono non essere necessari nelle vernici senza solventi a base di oli siccativi o di resine liquide bicomponenti.



(*) Possono non essere necessari nelle pitture a base di oli siccativi, e non sono necessari nelle pitture senza solvente a base di resine liquide bicomponenti.

(**) Possono non essere necessarie nelle pitture lucide di finitura.

Nel settore della protezione anticorrosiva vengono in pratica utilizzate solo pitture. Da questo punto ci interesseremo pertanto unicamente di pitture.

Composizione di una pittura

Vediamo ora la composizione di una pittura in modo più dettagliato rispetto a quanto anticipato al paragrafo precedente, in particolare consideriamo le più comuni varianti possibili all'interno dei singoli componenti. La presenza di un materiale rispetto ad altri caratterizza il tipo di pittura risultante e le sue specifiche proprietà. In particolare la scelta del materiale costituente il legante condiziona, almeno in parte, la presenza e il tipo di materie prime utilizzabili per gli altri componenti.

| LEGANTE |
|--|
| <p>RESINE NATURALI E OLI SICCATIVI</p> <p>Sono tutte sostanze naturali: le prime, sciolte in opportuni solventi, filmano per evaporazione di questi ultimi; le seconde filmano per reazione con l'ossigeno dell'aria.</p> <p>Sono possibili prodotti di reazione tra resine naturali e oli siccativi che danno origine a prodotti intermedi. Questi, talvolta, vengono anche modificati con resine foliche.</p> |
| <p>RESINE SINTETICHE MODIFICATE CON OLI SICCATIVI</p> <p>Sono resine alchidiche (generalmente prodotti di reazione tra glicerina, anidride ftalica e oli siccativi) che, sciolte in solventi filmano per evaporazione di questi ultimi e per ossidazione.</p> <p>Le pitture basate su questo tipo di legante, nella pratica, sono comunemente chiamate "sintetiche".</p> |
| <p>POLIMERI SINTETICI NON REATTIVI</p> <p>Sono polimeri ad alto peso molecolare. I più usati sono le gomme clorurate (clorocaucciù), le resine viniliche e le acriliche. Vengono sciolti in solventi e filmano per evaporazione degli stessi.</p> |
| <p>RESINE SINTETICHE REATTIVE</p> <p>Sono polimeri a basso peso molecolare. I più usati sono i poliuretani, le resine epossidiche, le siliconiche, le fenoliche e le amminiche. Vengono sciolti in solventi e filmano per evaporazione di questi e per reazione chimica a caldo o a freddo tra il polimero e partner di reazione. Usando resine liquide possono essere formulate pitture senza solventi.</p> |

| SOLVENTI O DILUENTI |
|--|
| IDROCARBURI ALIFATICI E CICLOALIFATICI Es.: esano, eptano, ragia minerale, cicloesano |
| IDROCARBURI AROMATICI Es.: toluene, xilene, solvente nafta aromatica |
| IDROCARBURI CLORURATI Es.: cloruro di metilene, tricloroetilene, dicloropropano, 1.1,1-tricloroetano |
| CHETONI Es.: acetone, metiletilchetone, metilisobutilchetone, cicloesanone, isoforone |
| ESTERI Es.: acetato di etile, acetato di butile, acetato di isobutile, acetato di amile |
| GLICOLI-ETERI Es.: propilenglicolemetiletere, dipropilenglicolemetiletere |
| ALCOOLI Es.: metanolo, etanolo, isopropanolo, butanolo, isobutanolo |

| PLASTIFICANTI |
|--|
| OLI VEGETALI NON SICCATIVI E LORO MODIFICAZIONI Es.: olio di ricino e ricinoleati |
| MONOMERI CON ALTO PUNTO DI EBOLLIZIONE Es.: esteri dell'acido ftalico, dell'acido stearico, dell'acido adipico, dell'acido fosforico |
| PLASTIFICANTI RESINOSI Es.: resine alchidiche non siccative, poliesteri, cloroparaffine |

| ADDITIVI |
|--|
| <p>Gli additivi utilizzati nella formulazione delle pitture sono numerosissimi e sono sostanze che, aggiunte in piccole quantità, agiscono in modo specifico almeno su una proprietà della pittura, per es.: il controllo su: la dispersione e sedimentazione dei pigmenti e delle cariche, la reologia, i difetti, la brillantezza e la durezza della superficie del film, la velocità di essiccazione delle pitture che essicano per ossidazione, la schiuma, ecc.</p> |

| PIGMENTI |
|--|
| <p>PIGMENTI INERTI</p> <p>Non posseggono proprietà anticorrosive e vengono impiegati per conferire colore e copertura alle pitture. Alcuni tra i più usati sono ossidi metallici con elevate resistenze chimiche (es. biossido di titanio bianco, ossidi di ferro rosso, giallo, bruno e nero, ossido di cromo verde). Anche i neri fumo e le grafiti sono chimicamente resistenti. Alcuni sali inorganici e i pigmenti organici, che posseggono resistenze chimiche inferiori, vengono impiegati per ottenere tinte non altrimenti ottenibili.</p> |
| <p>PIGMENTI ATTIVI PER PROTEZIONE CHIMICA</p> <p>Sono polveri metalliche (in genere zinco, talvolta piombo) finemente suddivise e disperse nel legante in quantità tale che sia possibile una continuità elettrica tra le particelle di pigmento e il supporto di acciaio opportunamente preparato mediante sabbiatura. In questo caso si realizza una protezione elettrochimica dell'acciaio. Questo tipo di pigmenti viene ovviamente utilizzato solo nelle pitture di fondo o primer.</p> |
| <p>PIGMENTI ATTIVI PER AZIONE PASSIVANTE</p> <p>Alcuni pigmenti a base di fosfati metallici sono in grado di fornire ioni fosforici che, reagendo con il ferro, riducono la sua tendenza alla corrosione. Anche in questo caso si tratta di pigmenti utilizzabili solo nei fondi o primer comunemente detti "antiruggine".</p> |
| <p>PIGMENTI ATTIVI PER AZIONE OSSIDANTE</p> <p>In passato, pigmenti come il minio di piombo e vari tipi di cromati sono stati largamente impiegati nelle pitture di fondo per le loro eccellenti proprietà anticorrosive. Essi sono in grado di ossidare ioni ferrosi a ferrici generando prodotti ossidati a stretto contatto del supporto. Per ragioni ecologiche e di igiene del lavoro oggi questi pigmenti sono stati praticamente abbandonati.</p> |

| CARICHE |
|--|
| <p>CARICHE CHIMICAMENTE STABILI</p> <p>Le cariche non aggredibili dagli agenti chimici più usate sono alcuni silicati (talco, caolino, mica), il solfato di bario, il quarzo, il vetro.</p> |
| <p>CARICHE CHIMICAMENTE ATTACCABILI</p> <p>Tra le cariche di questo tipo quelle più usate sono i carbonati. Anche alcuni derivati della cellulosa trovano qualche particolare impiego.</p> |

Classificazione delle pitture

Vari possono essere i criteri di classificazione delle pitture, i più interessanti dal punto di vista tecnico sono quelli che le classificano in funzione del:

| TIPO DI CICLO | TIPO DI LEGANTE | TIPO DI FILMAZIONE |
|---------------|--------------------|--------------------|
| | TIPO DI PROTEZIONE | ECOLOGIA |

Classificazione in funzione del tipo di ciclo

Per realizzare una efficace protezione di un manufatto occorre non solo utilizzare le pitture più idonee per il tipo di aggressione a cui il manufatto sarà sottoposto durante l'esercizio, ma progettare il "ciclo di pitturazione". Infatti, se si eccettuano le pitture senza solvente formulate in modo da essere applicate in alti spessori (superiori a 300-400 micron), per cui un solo strato può essere in grado di offrire protezione adeguata, tutte le altre pitture devono, in genere, essere applicate in più strati. In questo caso gli strati di pittura sono di solito diversificati e ad ognuno vengono affidati compiti specifici, cosicché un "classico" ciclo di pitturazione sarà composto da:

| | | |
|--|--|---|
| FONDO O PRIMER applicato in 1-2 strati | INTERMEDIO applicato in 1 strato | FINITURA O SMALTO applicata in 1-2 strati |
|--|--|---|

Nel caso in cui fondo, intermedio e finitura siano formulati con lo stesso legante ci troveremo di fronte a un CICLO OMOGENEO, diversamente a un CICLO ETEROGENEO O MISTO.

Non sempre un ciclo di pitturazione sarà composto da un così alto numero di strati come indicato nei riquadri appena sopra riportati. Ricorrendo a pitture con alto residuo secco si possono anche realizzare cicli di soli 2 strati, in alcuni casi composti da un unico prodotto.

La scelta del tipo di ciclo dovrà essere fatta nella progettazione del rivestimento tenendo presenti tutti i fattori tecnici, economici e applicativi implicati.

Vari sono i tipi di FONDO poiché varie possono essere le prestazioni richieste in funzione del tipo di supporto, di manufatto, di condizioni applicative, di esercizio e di rivestimento complessivo come appare dallo schema che segue alla pagina successiva.

Una cosa, tuttavia, deve essere comune a tutti i tipi di FONDO: essi devono assicurare una eccellente adesione di tutto il ciclo al supporto su cui vengono applicati.

Le prestazioni che si richiedono allo strato INTERMEDIO, strato che spesso non è neppure richiesto dal progetto del ciclo, sono fondamentalmente due: assicurare il collegamento tra strato di fondo e strato di finitura e contribuire all'ottenimento dello spessore complessivo previsto per il rivestimento.

Allo strato di FINITURA viene delegato non solo il compito di conferire al manufatto l'aspetto desiderato per quanto riguarda il colore e la brillantezza e la loro stabilità nel tempo, ma anche di fornire altre importanti prestazioni. Per esempio, la resistenza all'abrasione, la durezza e, caratteristica molto importante, la più elevata impermeabilità possibile nei confronti degli agenti aggressivi del supporto.

A questo punto è necessario ricordare che il controllo della corrosione di qualsiasi materiale nei confronti di agenti aggressivi può essere realizzato in due modi:

1. **Impedendo il contatto tra materiale aggredibile e agente aggressivo.** Ciò si può ottenere realizzando un rivestimento compatto, senza porosità, ad alto spessore mediante l'applicazione di pitture senza solventi o ad alto residuo secco.
2. **Inibendo la reazione di corrosione.** Nel caso dell'acciaio la reazione di ossidazione del ferro può essere inibita dall'impiego di fondi contenenti pigmenti anticorrosivi. L'azione anticorrosiva di questi sarà, però, tanto più duratura quanto più differito nel tempo e quanto meno consistente sarà il contatto tra acciaio, ossigeno e acqua. Nell'economia del ciclo l'azione di contrasto alla penetrazione degli aggressivi è soprattutto affidata alla finitura.

| FONDO O PRIMER |
|--|
| <p>FONDO NON ANTIRUGGINE Fondo che non contiene pigmenti anticorrosivi. Utilizzabile per rivestimento di acciaio in ambiente poco aggressivo, di metalli non ferrosi, di cemento.</p> |
| <p>FONDO ANTIRUGGINE Fondo contenente pigmenti anticorrosivi ad azione passivante o ossidante. Utilizzabile per il rivestimento anticorrosivo dell'acciaio</p> |
| <p>FONDO ZINCANTE Fondo contenente polvere di zinco per la protezione anticorrosiva dell'acciaio attraverso reazioni di tipo elettrochimico. In pratica per questo fondo si usano solo leganti epossidici o silicati.</p> |
| <p>SHOP-PRIMER Fondo applicato in basso spessore in acciaieria su lamiere nuove sabbiate per la protezione temporanea dell'acciaio fino al montaggio delle lamiere, in particolare nei cantieri navali. Deve essere compatibile con il ciclo protettivo finale, e non deve ostacolare la saldatura e emettere fumi tossici durante questa operazione.</p> |

| FINITURA O SMALTO |
|---|
| <p>FINITURA O SMALTO Strato di pittura colorata e coprente da applicare sopra il fondo o l'intermedio per il completamento di un ciclo. Ha funzione decorativa, e protettiva, degli strati sottostanti. Questa protezione può essere sia fisico-meccanica che chimica.</p> |
| <p>ANTIVEGETATIVA Pittura colorata e coprente formulata con opportuni additivi al fine di renderla non idonea all'adesione di alghe e molluschi acquatici. Si applica su cicli protettivi di carene di navi o di pontili a mare.</p> |

PITTURE MONOCOMPONENTI INDURENTI A CALDO

| Denominazione della pittura | Denominazione del legante |
|-----------------------------|--|
| Epossi-amminica | Resina epossidica modificata con resina ureica o melamminica |
| Epossi-fenolica | Resina epossidica modificata con resina fenolica |
| Fenolica | Resina fenolica |
| Siliconica | Resina siliconica |

Classificazione in funzione del tipo di filmazione

Già al capitolo 3 avevamo introdotto qualche breve cenno al tipo di filmazione collegato al tipo di legante. Vediamo ora di approfondire l'argomento.

Il processo di filmazione prevede il passaggio dello strato di pittura applicato dallo stato liquido allo stato solido, ma questo solo fatto non è sufficiente per poter affermare che ci troviamo di fronte a una pittura. Il film solido risultante deve, infatti, possedere tutta una serie di requisiti: aderenza, flessibilità, durezza, impermeabilità, resistenza alle intemperie o agli agenti chimici, ecc., così da poter essere considerato un film protettivo. Quando la pittura è correttamente formulata, tutte queste proprietà vengono, in buona parte conferite dal legante. Ogni legante ha un suo specifico modo di filmazione. I modi di filmazione sono fondamentalmente tre:



Filmazione per evaporazione dei volatili

Le pitture, che sono formulate con un legante polimerico ad alto peso molecolare appartenente alla classe dei termoplastici e sciolto in opportuni solventi volatili, quando applicate in strato sottile si liberano gradatamente della componente volatile per evaporazione della stessa e rimangono depositate sul supporto come film sottile e continuo. Il passaggio dallo stato liquido iniziale a quello solido finale è però molto complesso e governato da numerosi fenomeni che tra loro si intrecciano e si influenzano. La pittura appena applicata possiede viscosità bassa, il legante polimerico è diluito e le molecole di solvente che si trovano sulla o in prossimità della superficie libera godono di ampia libertà di movimento: quelle in superficie possono facilmente evaporare senza significativi impedimenti causati dalle molecole delle altre sostanze diluite che si trovano nelle vicinanze ed essere subito rimpiazzate dalle molecole di solvente sottostanti che, a loro volta, tenderanno a lasciare la superficie per evaporazione. Man mano che il fenomeno procede, la concentrazione della componente solida della pittura aumenta, la pittura diviene sempre più viscosa, i movimenti delle molecole divengono sempre più difficoltosi e anche l'influenza di numerosi legami secondari dovuti alla polarità delle diverse molecole diventa sempre più marcata. Come risultato si ha che le molecole di solvente che stanno al di sotto della superficie libera trovano sempre più difficoltà a raggiungere la superficie stessa, la quale si concentra più che la parte sottostante e diviene prima appiccicosa e poi solida precedentemente a quest'ultima. A questo punto il fenomeno di rilascio del solvente volatile rimasto intrappolato nel film, solvente che sarà tanto più abbondante quanto più scorretta sarà la formulazione dello stesso e più elevato lo spessore del film, sarà sempre meno governato dalle leggi della evaporazione e sempre più da quelle della diffusione. Come si sa la diffusione è un fenomeno molto lento che, nel caso di un solvente intrappolato in un film, consente a quest'ultimo di raggiungere la superficie libera e abbandonarla per evaporazione solo dopo tempi lunghi che possono durare anche molti mesi.

Una variante con qualche complicazione in più a questo schema di filmazione si ha nel caso di una pittura all'acqua in cui il legante è costituito da un polimero termoplastico in emulsione acquosa. L'emulsione è costituita da tante goccioline di polimero disperse nell'acqua. Il polimero, per poter formare un film solido, sufficientemente compatto, duro e aderente deve necessariamente essere solido. Ma se si deposita uno strato sottile di questa emulsione, quando l'acqua sarà evaporata, il deposito rimasto non potrà essere che un insieme di tante minutissime goccioline solide incoerenti e di nessuna consistenza meccanica e protettiva. Per ottenere un film compatto è necessario che le goccioline di polimero, quando vengono a contatto tra di loro durante la fase di evaporazione dell'acqua, possano saldarsi e compenetrarsi così saldamente da assicurare una perfetta continuità in tutto lo strato applicato. Ciò si ottiene abbassando considerevolmente la temperatura di transizione vetrosa del polimero mediante l'aggiunta di volatili con tensione di vapore piuttosto bassa e eventualmente con plastificanti compatibili con il polimero e solubili in acqua. Le goccioline di polimero risultano così molto plastiche appiccicose a temperatura ambiente: quando si compattano aderiscono tra di loro e la formazione di un film continuo diviene possibile. Il fenomeno ora descritto prende il nome di COALESCENZA ed è presente allo stesso modo anche in una pittura formulata con legante polimerico in emulsione acquosa. I solventi volatili coalescenti aggiunti per rendere possibile la filmazione lasciano poi il film secondo i meccanismi più sopra descritti e il film acquisterà nel tempo le caratteristiche finali tipiche come previste dalla formulazione.

Filmazione per ossidazione del legante

Gli oli siccativi (il classico esempio è l'olio di lino che da secoli è utilizzato per fare pitture) contengono nella loro molecola doppi legami che vengono aperti abbastanza facilmente dall'ossigeno dell'aria. L'ossigeno si addiziona alle molecole semplici degli oli facendo da ponte tra di esse collegandole mediante legami stabili. Si realizza così una nuova struttura molecolare molto complessa e sviluppata a reticolo nelle tre dimensioni dello spazio. Il risultato evidente è che uno strato sottile di olio siccativo da liquido si trasforma in solido. Formulando opportunamente un olio siccativo si può dunque ottenere una pittura che filma per semplice ossidazione.

Pitture di questo tipo, tuttavia, hanno limiti applicativi e prestazioni mediocri. Per migliorarle si interviene accrescendo il peso molecolare degli oli mediante prepolimerizzazione degli stessi (oli cotti) o usandoli per la modificazione di resine alchidiche o resine fenoliche che altrimenti non potrebbero dare una filmazione soddisfacente. Ma accrescere il peso molecolare significa aumentare la viscosità e, nel caso delle resine alchidiche o fenoliche, la viscosità aumenta a tal punto che quasi sempre ci si trova di fronte a prodotti solidi. Per essere utilizzati come leganti di pitture gli oli cotti, e, a maggior ragione, le resine alchidiche e fenoliche modificate con oli siccativi devono essere sciolte in solventi. Le pitture che ne risultano, e tra queste le più note sono quelle cosiddette "sintetiche", filmano quindi per mezzo di due meccanismi concomitanti: evaporazione della parte volatile e ossidazione del legante.

Filmazione per reazione dei componenti il legante

Resine che contengono gruppi capaci di reagire in particolari condizioni tra di loro o con altri gruppi forniti da opportuni partner di reazione sono ampiamente utilizzate come leganti di pitture perché, scegliendo opportunamente i materiali, i polimeri che si ottengono sono di tipo termoindurente, cioè a struttura tridimensionale. Tra quelle che possono polimerizzare a temperatura ambiente le più impiegate sono le epossidiche, le poliuretaniche e alcune loro modificazioni.

La maggior parte delle pitture che utilizzano queste resine come leganti contengono solventi a causa della elevata viscosità o dello stato solido dei componenti di base.

Esse pertanto filmano contemporaneamente sia per evaporazione dei volatili che per reazione chimica.

Soltanto le resine epossidiche liquide a basso peso molecolare, eventualmente modificate con diluenti reattivi o plastificanti a bassa viscosità, e polioli liquidi uniti ad addotti isocianici poco vistosi idonei alla formazione di resine poliuretaniche, vengono utilizzate per formulare pitture senza solventi che filmano esclusivamente per reazione chimica.

Classificazione in funzione del tipo di protezione

La protezione con pitture di una superficie nei confronti di agenti aggressivi che ne causerebbero la corrosione può essere ottenuta con cicli protettivi che adottano uno dei seguenti due mezzi:

**INIBIZIONE DELLA
CORROSIONE**

**CREAZIONE DI UNA
BARRIERA IMPERMEABILE**

I cicli che proteggono il supporto inibendo o rallentando il processo corrosivo sono in genere quelli formati da più strati, di solito tre o più, realizzati con pitture a solvente. Questi cicli sono i più diffusi e in essi si possono sempre riconoscere pitture differenti. Ogni pittura ha una sua specifica funzione e serve a realizzare uno strato a cui è affidato un preciso compito nell'insieme del ciclo.

Vale la pena notare che questi cicli sono i più diffusi perché sono quelli che consentono la più ampia possibilità di manovra per l'ottenimento delle più varie combinazioni di caratteristiche. Infatti il formulatore in questo caso ha ampia possibilità di scelta dei materiali per poter combinare per esempio facilità di applicazione con adesione, eccellente aspetto estetico con resistenza agli agenti atmosferici, flessibilità con buona resistenza chimica, basso spessore con rapidità di essiccazione, ecc.

Molto più limitanti, da questo punto di vista, sono i rivestimenti ad alto spessore che proteggono il supporto perché creano su di esso una barriera impermeabile isolandolo dal possibile contatto con l'agente aggressivo. In questo caso è opportuno non ricorrere al termine "ciclo" perché di solito il rivestimento si realizza con l'applicazione di uno o due strati di uno stesso prodotto che può essere una pittura senza solventi o ad alto contenuto solido. Questo tipo di rivestimento in genere è di non facilissima applicazione e spesso necessita di apparecchiature speciali. Lo spessore ottenibile il più delle volte può variare da un minimo di 350-400 μ m fino a un massimo di 2 mm. In generale il rivestimento si presenta compatto, senza porosità e piuttosto rigido. Le possibilità estetiche sono limitate ma in compenso la resistenza agli aggressivi chimici è di solito molto alta.

Classificazione in funzione dell'ecologia

Si può dire che da sempre lacche, vernici, pitture e solventi sono stati guardati con sospetto per la potenziale offesa alla salute dell'uomo e per il pericolo di infiammabilità. Più di recente a tutto questo si è aggiunta la preoccupazione per i rischi di inquinamento ambientale dovuti a un improprio uso dei prodotti vernicianti. Per questi motivi e per il fatto che la legislazione in materia diviene via via più restrittiva, le considerazioni relative agli aspetti della sicurezza della manipolazione dei prodotti vernicianti e del loro influsso sull'ambiente acquistano una sempre maggiore importanza nella scelta di un prodotto o di un ciclo.

Da questo punto di vista occorre valutare quali sono i fattori che rappresentano una possibile fonte di pericolo durante la fabbricazione e l'applicazione e quali un rischio a lungo termine. In base alla valutazione sarà possibile classificare una pittura sotto l'aspetto della nocività sulle persone e sull'ambiente.

I fattori caratterizzanti una pittura dal punto di vista dell'ecologia e della nocività sull'uomo sono:

1. Durante la fabbricazione e l'applicazione:

- Le sostanze organiche volatili sono indubbiamente i componenti di una pittura che maggiormente concorrono a rendere la pittura stessa sia potenzialmente pericolosa per la salute durante la produzione e l'applicazione che inquinante l'atmosfera. È importante, quindi, favorire i prodotti con un contenuto in sostanze organiche volatili il più basso possibile e, comunque, contenenti solventi appartenenti alle classi IV e V (Tabella D, D.M. del Ministero dell'Ambiente, 12/7/1990). Meglio ancora, se il tipo di impiego lo consente, pitture all'acqua o senza solventi.
- I componenti reattivi di alcuni leganti presentano rischi per la salute degli operatori durante la produzione o l'applicazione. Per esempio le resine epossidiche con peso molecolare inferiore a 700 e i loro diluenti reattivi sono irritanti della pelle e sensibilizzanti, gli indurenti amminici delle stesse sono da irritanti a corrosivi della pelle e sensibilizzanti, gli isocianati, componenti delle resine poliuretaniche, sono nocivi per inalazione così come lo stirene, presente nelle resine poliestere insature.

2. A lungo termine

- I pigmenti contenenti metalli pesanti come piombo e cromo, che eventualmente fossero stati usati nella formulazione di una pittura, nella pittura applicata rimangono e sicuramente col tempo andranno a inquinare l'ambiente. Si può ricordare che in passato vennero impiegati in grandissime quantità per le loro eccellenti prestazioni anticorrosive pigmenti come il minio di piombo, i cromati di zinco, il solfocromato basico di piombo, ecc. e che ancora oggi per ottenere finiture dai colori giallo, arancio, rosso e verde si impiegano nella assoluta maggioranza dei casi i gialli e gli aranci cromo (solfocromato di piombo e solfo-cromo-molibdato di piombo).

Descrizione, caratteristiche e applicazioni dei più noti tipi di pitture

Vediamo ora più in dettaglio i tipi di pittura maggiormente diffusi dando anche una valutazione di massima delle principali caratteristiche, ben sapendo però che le possibili varianti e modificazioni nella formulazione sono tali e tante da poter causare in alcuni casi notevoli scostamenti dal comportamento approssimativamente tipico di ogni classe presa in esame.

Pitture con legante termoplastico

Sono pitture monocomponenti che essiccano per evaporazione della componente volatile e il cui legante è costituito da molecole polimeriche complesse ad alto peso molecolare. Generalmente hanno un contenuto in sostanze organiche volatili piuttosto elevato e sono sensibili al calore.

Pitture bituminose

Le pitture bituminose comprendono sia quelle a base di bitumi derivati da petrolio o da asfalti che quelle derivate da catrame di carbon fossile e da pecci. In questo caso siamo di fronte quindi a prodotti solidi a temperatura ambiente e dalla struttura chimi-

ca non ben definita in quanto in essi sono presenti un grande numero di composti complessi e con peso molecolare piuttosto elevato. Nel caso dei bitumi i composti di gran lunga predominanti sono idrocarburi alifatici e ciclici saturi, mentre nel caso dei catrami predominano i composti aromatici.

Le pitture bituminose possono essere applicate a caldo previa la loro fusione o a freddo sciolte in solvente o emulsionate in acqua.

In passato questi prodotti sono stati ampiamente usati per la protezione dell'acciaio e del calcestruzzo a causa del loro basso prezzo e del buon potere impermeabilizzante.

I loro rimarchevoli limiti sono dovuti alla grande sensibilità al calore per cui i rivestimenti ottenuti sono molto fragili a freddo e rammolliscono già a temperature moderate, all'infragilimento nel tempo a causa del rilascio dei componenti che possiedono una volatilità ancora significativa con la conseguente comparsa di fessurazioni nel rivestimento stesso e la pessima resistenza all'irraggiamento solare.

Attualmente sono scarsamente impiegate nel settore dell'anticorrosione e in particolare una materia prima come il catrame è ormai abbandonato a causa della sua pericolosità per la salute.

Ancora possibilità d'impiego si hanno quando il legante bituminoso viene modificato con altre resine per attenuarne i difetti, mentre particolari bitumi trovano favorevole applicazione nella modifica di alcune resine "nobili" come le epossidiche o le poliuretaniche per abbassarne il prezzo senza peggiorare, anzi talvolta aumentandone, le caratteristiche di impermeabilità.

Pitture al clorocaucciù

Il "clorocaucciù" è una sostanza utilizzabile come legante per pitture che si ottiene per clorurazione delle gomme "crude" naturali o sintetiche. Il cloro si addiziona alle molecole della gomma aprendo i doppi legami in esse presenti. Per successive reazioni, che prevedono prima l'espulsione di acido cloridrico dalla molecola e poi l'addizione di altro cloro, ci si può spingere fino alla massima possibilità di assorbimento di cloro. Quando questo avviene il prodotto risultante ne contiene circa il 68% in peso. I tipi commerciali che normalmente vengono impiegati nella produzione di pitture contengono oltre il 50% di cloro.

Il clorocaucciù è una sostanza termoplastica, solubile in molti solventi organici con l'esclusione degli idrocarburi alifatici e gli alcoli, e prodotta in una gamma piuttosto ampia di pesi molecolari. Con i tipi a basso peso molecolare si possono produrre pitture con un residuo secco abbastanza elevato (fino a un massimo di circa il 50%), mentre i tipi a alto peso molecolare danno soluzioni viscosse già a concentrazioni piuttosto basse. Di conseguenza le pitture formulate con questi secondi tipi di clorocaucciù, pur possedendo caratteristiche generalmente superiori a quelle formulate con i primi, avranno un alto contenuto in volatili e gli spessori ottenibili per strato saranno bassi.

Tra le proprietà tipiche del clorocaucciù, proprietà che, di conseguenza, sono comuni alle pitture con esso formulate, sono:

- la buona resistenza agli alcali, agli acidi, all'acqua e alle soluzioni saline,
- la pessima resistenza ai solventi con l'eccezione degli idrocarburi alifatici e degli alcoli,
- la non buona resistenza al calore, temperature di esercizio superiori a 60°C cominciano ad essere critiche, sopra i 120°C la degradazione è molto rapida,
- la considerevole fragilità che deve essere corretta ricorrendo all'impiego di consistenti quantità di plastificanti del tipo paraffine clorate,
- l'adesione che sull'acciaio può essere considerata da moderata a sufficiente,
- la buona resistenza all'abrasione,

- la sufficiente resistenza ai raggi UV purché pigmentato, cioè sotto forma di pittura,
- l'assoluta ininfiammabilità,
- la facile manutenzione nel tempo.

Con il clorocaucciù si possono, quindi, formulare sia pitture di fondo che di finitura e realizzare così dei cicli omogenei che trovano applicazione nella protezione di impianti industriali, gru, ponti, impianti chimici, capannoni, costruzioni navali, silos e serbatoi esposti anche in ambiente industriale e marino.

A causa della loro resistenza agli alcali le pitture al clorocaucciù si applicano ampiamente anche su superfici di calcestruzzo e, in particolare, come rivestimento "anti-polvere" di pavimenti in cemento.

Spesso si usano le finiture al clorocaucciù con altri tipi di fondi, per esempio antiruggini oleofenoliche o epossidiche, realizzando così dei cicli misti.

Il clorocaucciù viene anche ampiamente usato per modificare altri leganti, in particolare le resine alchidiche e le oleofenoliche.

Pitture viniliche

Le resine viniliche derivano dalla polimerizzazione di monomeri che contengono il gruppo "vinile".

Il polimero risultante ha struttura lineare e l'accrescimento del suo peso molecolare dipenderà dal procedimento adottato per la reazione (es. catalizzatori, temperatura, pressione, ecc.).

Anche lo stirene contiene il gruppo vinile, ma il polimero risultante, il polistirene, non viene considerato un polimero vinilico, così come i derivati dall'acido acrilico o metacrilico si considerano i capostipiti di una differente classe di resine: le acriliche.

Nel caso delle pitture viniliche non si utilizzano praticamente mai dei polimeri derivati da un solo monomero ossia degli "omopolimeri", ma dei "co-polimeri", derivati cioè dalla reazione tra due monomeri scelti in opportuni rapporti, o addirittura dei "ter-polimeri", dove i monomeri di partenza sono tre. Questo perché le pitture ottenute da un omopolimero non sono quasi mai del tutto soddisfacenti. Utilizzando più tipi di monomero e variando il loro rapporto si possono costruire polimeri dalle caratteristiche mirate al fine di ottenere prestazioni interessanti per la formulazione di pitture. In questo caso i monomeri più usati sono proprio il cloruro di vinile e l'acetato di vinile. Si possono anche inserire nella struttura della molecola alcuni gruppi particolari in modo da esaltare alcune specifiche caratteristiche come, per esempio l'adesione, la compatibilità con altre resine, la solubilità, ecc.

Come le pitture al clorocaucciù, anche le viniliche, derivando da polimeri termoplastici, contengono quantità piuttosto elevate di solventi volatili e essiccano per evaporazione degli stessi.

Caratteristiche tipiche delle pitture viniliche sono:

- la buona resistenza agli alcali, agli acidi, all'acqua, agli oli minerali e alle soluzioni saline,
- la scadente resistenza ai solventi con l'eccezione degli idrocarburi alifatici e degli alcoli,
- la non buona resistenza al calore, temperature di esercizio superiori a 65°C, cominciano ad essere critiche, sopra i 120°C, la degradazione è rapida,
- la eccellente flessibilità, intrinseca anche senza il contributo di plastificanti,
- la buona adesione al supporto, purché il legante sia costituito da un polimero modificato con gruppi molto polari,
- la buona resistenza all'abrasione,

- la buona resistenza all'esposizione solare,
- l'autoestinguenza,
- la facile manutenzione nel tempo.

Anche con le resine viniliche si possono formulare cicli omogenei che trovano applicazione su manufatti sottoposti all'atmosfera aggressiva degli ambienti industriali o marini, nella pitturazione di strutture immerse come le carene delle navi e nella protezione di impianti chimici. Tuttavia le pitture viniliche possono essere utilizzate anche in opportuni cicli misti.

Alcune particolari resine viniliche vengono prodotte in emulsione acquosa. Con questi prodotti si possono formulare pitture all'acqua con caratteristiche molto interessanti anche per applicazioni nel campo dell'anticorrosione.

Le resine viniliche trovano pure ampia applicazione come modificanti di altri leganti. Molto note e applicate, per esempio, sono le pitture bicomponenti epossiviniliche. Le resine viniliche modificate in modo che contengano gruppi ossidrilici reattivi con isocianati possono anche essere utilizzate per preparare pitture bicomponenti viniluretaniche di eccellente flessibilità.

Pitture acriliche

Le resine acriliche che fungono da legante nelle pitture acriliche derivano dalla polimerizzazione di esteri dell'acido acrilico o dell'acido metacrilico.

Gli esteri utilizzabili sono numerosi e, pertanto, poiché, come per le resine viniliche, si usano praticamente solo dei copolimeri, numerose sono le resine che possono essere sintetizzate, ciascuna con sue caratteristiche peculiari.

Per quanto concerne la rilevante quantità di solventi necessari per rendere applicabile una pittura acrilica valgono le stesse considerazioni fatte per le resine acriliche termoplastiche e delle pitture con esse formulate sono:

- la eccellente durabilità all'esterno,
- la estrema chiarezza che non altera la tonalità delle tinte,
- il mantenimento della brillantezza all'esterno nel tempo,
- la buona flessibilità,
- la buona resistenza ai fumi acidi, agli alcali e all'acqua,
- la scarsa idoneità alla immersione continua,
- la scarsa resistenza ai solventi,
- buona resistenza al calore (100% circa),
- la mediocre adesione all'acciaio.

Come conseguenza delle proprietà sopra elencate, si può dire che, nell'anticorrosione, le pitture acriliche trovano soprattutto applicazione come finiture nel caso in cui, oltre alla protezione, si desiderano dal rivestimento anche prestazioni estetiche di elevata qualità.

Anche le resine acriliche termoplastiche vengono prodotte in emulsione acquosa. Sotto questa forma vengono ampiamente utilizzate per produrre idropitture di pregio per l'esterno di edifici.

Le resine acriliche possono anche essere prodotte in modo che nella molecola siano inseriti dei gruppi reattivi. Se questi sono gruppi ossidrilici, si possono preparare finiture bicomponenti acriluretaniche di eccellenti qualità estetiche.

Pitture con legante termoindurente per reazione con l'ossigeno dell'aria

Sono pitture monocomponenti che essiccano per evaporazione del solvente (tranne in alcuni casi particolari di pitture senza solvente a base di oli siccativi) e dell'avan-

zamento della polimerizzazione del legante per azione dell'ossigeno dell'aria che fa assumere al legante una struttura tridimensionale.

Pitture agli oli siccativi

Gli oli e i grassi sono composti risultanti dalla esterificazione della glicerina con gli acidi grassi e siccome una molecola di glicerina è trifunzionale, contiene cioè tre ossidrilici, si lega con tre molecole di acidi grassi. Per questo motivo gli oli e i grassi si chiamano anche trigliceridi. Gli acidi grassi, a loro volta, possono essere saturi, cioè senza doppi legami, o insaturi con uno, due o tre doppi legami. In natura esistono molti tipi di oli di origine vegetale o animale. Quelli formati da esteri della glicerina con acidi grassi saturi o contenenti un solo doppio legame in condizioni normali non reagiscono con l'ossigeno, all'aria rimangono liquidi e, quindi non essiccano: per esempio l'olio di oliva. Quelli invece che derivano da acidi grassi con due o tre doppi legami, reagiscono con l'ossigeno e all'aria passano dallo stato liquido a quello solido, cioè essiccano: per esempio l'olio di lino.

Il processo di essiccazione è pertanto il risultato dell'addizione di molecole di ossigeno dell'aria che apre i doppi legami e collega, facendo da ponte, le une alle altre le molecole di olio, dando origine a una struttura molecolare complessa e orientata nelle tre dimensioni dello spazio.

Le pitture antiruggine all'olio di lino da secoli hanno validamente protetto le superfici d'acciaio dalla corrosione atmosferica grazie all'azione dei saponi idrorepellenti che si formano sulla superficie di acciaio dalla reazione dell'olio con sali di piombo, zinco e ferro dispersi in esso durante la fabbricazione della pittura. Tuttavia oggi queste pitture non sono quasi più applicate a causa della lentezza del processo di essiccazione nonostante i catalizzatori della reazione di ossidazione (i cosiddetti essiccanti) che vengono aggiunti alla pittura e perché il minio di piombo non può più essere utilizzato per ragioni ecologiche.

Caratteristiche tipiche delle pitture all'olio sono:

- l'assenza di inquinamento e di pericolo per la salute degli applicatori, purché la pittura sia esente da pigmenti e additivi contenenti piombo o cromo,
- la possibilità di essere applicate su supporti non ben preparati e puliti perché, a causa della elevata bagnabilità dell'olio, la pittura riesce a penetrare in tutte le porosità,
- la scadente resistenza chimica che le rende inadatte per l'ambiente industriale e all'immersione,
- la buona ritenzione della brillantezza,
- la buona resistenza al calore, almeno fino a 90°C,
- l'elevato tempo di essiccazione,
- la buona possibilità di manutenzione.

Le pitture all'olio trovano applicazione per la protezione di strutture di acciaio, di cancellate e in carpenteria purché i manufatti rivestiti si trovino lontano da ambienti aggressivi per la presenza di agenti chimici.

Una modifica interessante degli oli siccativi che li rende ancora oggi utilizzabili è quella con resine fenoliche che li rende più resistenti all'acqua. Pitture oleofenoliche, soprattutto come antiruggini, si applicano per la protezione esterna di serbatoi e strutture metalliche con successo, e vengono spesso ricoperte con pitture di finitura al clorocaucciù.

Pitture alchidiche

Le pitture alchidiche, o convenzionalmente dette anche "sintetiche", si basano su un legante che deriva dalla modificazione chimica di un olio. Semplificando molto, questa modificazione consiste nella sostituzione di parte degli acidi grassi della molecola di un olio siccativo con un acido bifunzionale che generalmente è l'acido ftalico, usato nella sua forma disidratata che è l'anidride ftalica. È per questo motivo che spesso queste pitture si dicono anche "gliceroftaliche". L'acido, essendo bifunzionale, riesce a legare due molecole di olio, altro acido lega altre molecole di olio così che si costruisce un polimero di struttura complessa nella quale sono stati inseriti gruppi aromatici e nel quale sono ancora presenti doppi legami ossidabili.

Per schematizzare si usa ricondurre i tipi di resine alchidiche a tre classi:

1. quelle nelle quali la sostituzione degli acidi grassi è stata limitata e la loro presenza espressa come trigliceridi è superiore al 55% si dicono "lungo olio",
2. quelle nelle quali la sostituzione è stata più consistente e la loro presenza espressa come trigliceridi è compresa tra il 45% e il 55% si dicono "medio olio",
3. quelle in cui la sostituzione è stata elevata e la loro presenza espressa come trigliceridi è inferiore al 45% si dicono "corto olio".

La differenza tra queste classi consiste nel fatto che più diminuisce il contenuto in acidi grassi insaturi più ci si allontana dal comportamento tipico di un olio siccativo: le viscosità aumentano, i contenuti secchi diminuiscono e la velocità di essiccazione sarà sempre più influenzata dalla evaporazione dei solventi e sempre meno dall'ossidazione.

Caratteristiche tipiche delle pitture alchidiche, che possono esser formulate in modo da poter realizzare un ciclo omogeneo, sono:

- l'obbligo di applicare strati di spessore basso per avere la certezza di una buona ossidazione del legante anche in profondità,
- l'ottima adesione dell'acciaio,
- la scadente resistenza alla saponificazione, per cui non devono essere applicate su supporti basici come il cemento o su lamiere zincate,
- l'ottima durabilità, ritenzione della brillantezza e stabilità di colore all'esposizione in atmosfere rurali, marine e poco industriali per finiture correttamente formulate,
- la scadente resistenza agli alcali e ai solventi,
- la mediocre resistenza agli acidi,
- la inidoneità alla immersione continuata in acqua o in soluzioni saline,
- la buona durezza e tenacità,
- la buona resistenza al calore con temperature di esercizio fino a 90°-100°C,
- la facilità di manutenzione.

Le resine alchidiche si prestano a una notevole possibilità di modificazione con altri tipi di legante. Infatti si producono pitture:

alchidiche-clorocaucciù, che essiccano rapidamente e posseggono migliori resistenze chimiche,

alchidico-siliconiche, che sono particolarmente resistenti all'esterno e aumentano la resistenza al calore,

alchidico-fenoliche, con resistenza all'acqua nettamente migliorata, ma con scarsa stabilità di colore,

alchidiche stiremate, con elevata velocità di essiccazione e ottima brillantezza,

alchidiche uretanizzate, con durezza e flessibilità migliorate.

Le pitture alchidiche vengono diffusamente applicate per la protezione di impianti industriali, di manufatti metallici in edilizia e anche di oggetti metallici o di legno di uso domestico in ambiente rurale, mediamente industriale e marino.

Occorre infine ricordare che le resine alchidiche corto olio non siccative, cioè prodotte a partire da oli non siccativi, in combinazione con resine ureiche o melamminiche trovano ampia applicazione nella produzione di pitture monocomponenti a forno.

Pitture con legante termoindurente per reazione tra i componenti

Sono pitture che vengono preparate in due componenti da mescolare prima dell'uso o, se monocomponenti, hanno bisogno di un trattamento a caldo per poter polimerizzare.

Nel caso delle pitture bicomponenti, nella maggior parte dei casi, ci troviamo di fronte a un prepolimero con dei gruppi reattivi, in numero di due o più, inseriti nella struttura della molecola il quale funge da legante del componente base e di una sostanza con due o più gruppi capaci di reagire con quelli del prepolimero, che funge da partner di reazione e costituisce il componente indurente.

A questo schema sfuggono le resine poliestere insature e le resine acrilate, in cui si può dire che il prepolimero e il partner di reazione, sono miscelati e formano il legante stabile della pittura, mentre il secondo componente da aggiungere al momento dell'uso è un vero e proprio catalizzatore che attiva i gruppi reattivi del legante e del monomero e causa la loro copolimerizzazione.

Nel caso delle pitture monocomponenti i componenti reattivi sono già presenti miscelati nel legante ma, a temperatura ambiente, la velocità di reazione è talmente bassa e gli impedimenti sterici così alti che praticamente la reazione non procede. Perché si abbia reazione occorre fornire al sistema energia sufficiente affinché la velocità di reazione divenga accettabile dal punto di vista pratico. Di solito il metodo più semplice per fornire energia a un sistema è quello di elevarne la temperatura. In altri termini, nel nostro caso, di "cuocere" la pittura in forno.

Pitture epossidiche

Nel campo dell'anticorrosione le pitture epossidiche rappresentano una componente di primaria importanza. La causa di ciò risiede dal tipo di reazione tra prepolimero e indurente così spontanea e poco influenzabile da agenti esterni e dalla enorme possibilità di variazioni disponibili per la immaginazione del formulatore a causa della grande quantità di induritori e di modificanti della resina utilizzabili.

Nel caso della polimerizzazione a temperatura ambiente le poliammine sono i composti di generale impiego, talvolta vengono usati anche i polisolfuri.

È opportuno ricordare nel campo delle pitture vengono utilizzate soprattutto *resine epossidiche da bisfenolo*, ma trovano applicazione anche le *resine epossinovolacche* e le *resine epossidiche alifatiche*.

La resina epossidica da bisfenolo con il peso molecolare più basso si presenta come in liquido di viscosità medio-alta. All'aumentare del peso molecolare medio la viscosità delle epossidiche da bisfenolo aumenta e rapidamente si raggiunge la forma solida termoplastica con punto di fusione sempre più alto. Per produrre pitture sono disponibili resine da bisfenolo che vanno dal peso molecolare più basso in forma liquida, con la quale si producono pitture senza solvente, ai vari gradi di peso molecolare più alto in forma solida con le quali si preparano pitture con solvente.

Le resine epossi-novolacche si presentano in forma semisolida e con esse si producono pitture ad alto residuo secco.

Le resine epossidiche alifatiche sono liquide e si utilizzano come modificanti delle epossidiche liquide da bisfenolo.

Il tipo di polimerizzazione che interessa per la formulazione di pitture anticorrosive avviene mediante l'apertura dell'anello epossidico causata dall'aggiunta di una poliammina o di un polisolfuro. Questo fatto trasforma la resina da liquido o da solido

lineare (termoplastico) in un solido duro e infusibile (termoindurente). Poiché, nel caso di indurimento con ammine o con polisolfuri, questi entrano a far parte della macromolecola finale, il rapporto in peso tra una resina epossidica e ogni indurente è fisso e caratteristico. Non solo, ma poiché l'indurente contribuisce a caratterizzare la macromolecola finale e a determinare le prestazioni è importante conoscerne i tipi.

Ammine alifatiche

Sono liquidi a bassa viscosità, corrosivi della pelle e irritanti delle mucose, dal caratteristico odore di ammoniaca. In genere sono molto reattive a temperatura ambiente, ma la loro reattività decresce rapidamente col diminuire della temperatura, tanto che al di sotto di 10°-12°C un soddisfacente indurimento è compromesso se non ci si avvale di opportuni acceleranti. Sono inoltre molto sensibili all'azione combinata dell'umidità e della anidride carbonica che le disattiva in superficie ed è causa di una caratteristica appiccicosità superficiale.

Per tutti questi difetti le ammine alifatiche sono raramente impiegate pure come indurenti di pitture epossidiche, ma almeno modificate.

Danno generalmente origine, in particolare con le resine a basso peso molecolare, a sistemi molto reticolati e poco flessibili, con transizione vetrosa piuttosto alta, con ottima resistenza ai solventi e agli alcali e buona resistenza all'acqua.

Addotti di ammine alifatiche

A causa dei difetti a cui danno origine, si è pensato di modificare le ammine alifatiche con la tecnica degli addotti. Un addotto è costituito da una o più ammine fatte pre-reagire con opportune sostanze (spesso con le stesse resine epossidiche) utilizzando un rapporto tra i reagenti tale che non conduca all'indurimento e che conservi ancora nel prodotto di reazione (l'addotto) dei gruppi amminici reattivi liberi. Questi gruppi saranno capaci di portare a compimento la polimerizzazione di una resina epossidica quando lo stesso addotto viene miscelato ad essa nei giusti rapporti.

Gli addotti sono sostanze che posseggono viscosità più elevate di quelle delle ammine o possono essere dei solidi se, per esempio, per la loro preparazione si usa una resina epossidica solida.

Rispetto alle ammine di partenza sono però meno sensibili all'umidità, meno irritanti e più reattivi a bassa temperatura. Le proprietà finali di solito molto simili a quelle ottenute con le ammine.

Resine poliamminoammidiche

Queste resine possono essere considerate come particolari addotti a base di ammine alifatiche e di acidi grassi. Esse vengono ampiamente utilizzate quando occorre formulare sistemi flessibili con ottime proprietà di adesione. Non a caso i primer epossi-poliammidici sono universalmente conosciuti come i primer per eccellenza.

La temperatura di transizione vetrosa non è molto alta, la resistenza agli alcali e all'acqua è buona, ai solventi forti mediocre, agli acidi diluiti discreta.

Ammine cicloalifatiche

Sono prodotti che posseggono tutti i difetti delle ammine alifatiche in misura, forse, anche maggiore. Esse, a temperatura ordinaria, non conducono a una reticolazione completa se non utilizzando delle epossidiche alifatiche. Modificando però opportunamente le ammine cicloalifatiche o facendone degli addotti si possono ottenere degli ottimi agenti di indurimento, in particolare per i sistemi senza solvente. I rivestimenti ottenuti con questi materiali hanno transizioni vetrose sufficientemente alte, eccellente aspetto, possibilità di ottenimento di tinte chiare con una relativa stabilità

di colore rispetto a quella scadente degli altri sistemi epossidici, ottima resistenza all'acqua e agli alcali, buona resistenza ai solventi e sufficiente agli acidi.

Ammine aromatiche

L'unica ammina aromatica utilizzabile come indurente per pitture epossidiche senza solventi è il 4,4-diammino-difenil-metano. Essendo un solido, esso trova applicazione soltanto nella sua forma di addotto liquido da combinarsi con le epossidiche liquide da bisfenolo. Di recente sono state poste delle restrizioni piuttosto severe a questo prodotto a causa della sua pericolosità per la salute degli applicatori quando viene utilizzato senza precauzioni. Tuttavia le caratteristiche dei rivestimenti epossidici senza solvente che su di esso si basano sono talmente interessanti che in alcune applicazioni risulta insostituibile. Per esempio, gli addotti a base di 4,4-diammino-difenil-metano sono insensibili all'umidità, tanto che i sistemi in cui sono impiegati possono indurire anche sott'acqua, reagiscono anche a bassa temperatura e i rivestimenti induriti posseggono un aspetto simile a quello di un rivestimento ceramico e la durezza è elevata. La temperatura di transizione vetrosa è media, elevata la fragilità, eccellente la resistenza al contatto continuo con alcali, acqua, soluzioni saline, acidi anche concentrati. A motivo della assenza di cessioni dei rivestimenti epossidici senza solvente ottenuti con questi indurenti, i rivestimenti di serbatoi in acciaio o in calcestruzzo per vino, acqua, birra, ecc. dalla fine anni '50 sono stati fatti praticamente tutti con questi sistemi.

Polisolfuri

Anche i polisolfuri, come le ammine, posseggono nella loro struttura degli idrogeni reattivi capaci di aprire l'anello epossidico e così causare la polimerizzazione delle resine epossidiche. In questo caso la reazione è un po' lenta e deve essere accelerata con opportuni acceleranti, in compenso i polisolfuri sono meno sensibili delle ammine all'umidità. Le pitture epossidiche a base di polisolfuri possiedono spiccate caratteristiche di elasticità e di adesione.

Isocianati

Le resine epossidiche solide con alto peso molecolare contengono nella loro struttura molecolare gruppi ossidrilici sufficienti per poter reticolare attraverso la reazione con isocianati. La polimerizzazione in questo caso avviene, quindi, attraverso l'apertura dell'anello epossidico ma per mezzo della reazione tipica delle resine poliuretaniche. Questa reazione è sfruttata in alcuni rari casi per la preparazione di *pitture epossidiche poliuretaniche*. Sono pitture bicomponenti le cui peculiari caratteristiche consistono nella elevata durezza unita alla flessibilità e buone resistenze chimiche generali compresa la resistenza ai solventi.

A causa della loro versatilità e flessibilità formulativa le pitture epossidiche *vengono applicate* in tutti i campi della protezione anticorrosiva: nella industria chimica e petrolifera per la protezione di impianti e il rivestimento di vasche e serbatoi, nell'industria alimentare per rivestimento interno e esterno di serbatoi di prodotti alimentari, nell'industria navale e nei trasporti per la protezione di cisterne, in edilizia per la protezione del calcestruzzo e l'impermeabilizzazione di ponti e viadotti.

Le prestazioni in cui le pitture epossidiche sono carenti sono quelle di natura estetica, esse infatti sotto l'azione dei raggi UV ingialliscono e perdono brillantezza. Quando l'aspetto decorativo deve essere preservato nel tempo è indispensabile ricorrere a cicli misti dove lo strato di finitura viene affidato a una pittura, per esempio alchidica o poliuretanica, che dia le necessarie garanzie di durabilità dell'aspetto.

Le resine epossidiche possono essere *modificate* secondo diversi criteri e per mezzo di diverse sostanze. Per esempio, la viscosità delle pitture senza solvente può esse-

re regolata modificando la resina liquida con limitate quantità di opportuni *diluenti reattivi*, sostanze di basso peso molecolare e di bassa viscosità contenenti nella loro molecola almeno un gruppo epossidico che, reagendo anch'esso con l'indurente, rimane legato chimicamente nella macromolecola finale e non può più abbandonare per evaporazione il rivestimento indurito.

Il prezzo, la reattività e la flessibilità delle pitture epossidiche con o senza solvente può essere modificata con una aggiunta anche consistente di modificanti non reattivi i più pregiati dei quali appartengono alla classe delle *resine cumaroniche*.

Un modificante largamente usato in passato è il *catrame di carbone fossile*. Di questo materiale si sono sfruttate le eccellenti proprietà impermeabilizzanti per formulare le notissime *pitture epossi-catrame* impiegate soprattutto per la protezione anticorrosiva di strutture in acciaio o in cemento a continuo contatto con acqua o soluzioni aggressive. Occorre ricordare al riguardo che, poiché resine epossidiche e catrame sono miscibili in tutti i rapporti ed essendovi un grande divario di prezzo tra i due materiali, pitture di questo tipo possono essere formulate in modo diverso. Maggiore è la quantità di catrame presente, tanto più la pittura epossi-catrame assomiglia a una pittura bituminosa, e viceversa.

Oggi il catrame da carbone è considerato una materia prima pericolosa per la salute e, di conseguenza le pitture epossi-catrame non sono facilmente proponibili. In alternativa si usano dei bitumi compatibili e si ottengono così le *pitture epossi-bituminose* le cui prestazioni però non sono pari a quelle delle epossi-catrame.

Una modifica delle resine epossidiche molto diffusa è quella con particolari resine viniliche compatibili. Con questa modifica si possono ottenere *pitture epossi-viniliche* a solvente più flessibili e, se finiture, più durabili all'esterno e più facilmente manutenibili.

Utilizzando particolari indurenti con caratteristiche emulsionanti, in genere di natura poliammidica, e resine epossidiche liquide si possono formulare *pitture epossidiche all'acqua* bicomponenti che trovano applicazione soprattutto nella pitturazione del calcestruzzo.

Un particolare tipo di resina epossidica, che menzioniamo qui perché unica della sua classe, anche se dovrebbe essere riportata tra i leganti che permettono di formulare prodotti che essiccano per semplice evaporazione del solvente, è la resina epossidica da bisfenolo a struttura lineare, termoplastica e ad altissimo peso molecolare chiamata anche *fenossidica*. Con questa resina si possono formulare delle ottime pitture "ricche di zinco" monocomponenti e dei buoni shop-primer.

Le *pitture epossi-fenoliche* sono pitture monocomponenti a solvente indurenti a forno che si ottengono combinando resine epossidiche solide a alto peso molecolare con resine fenoliche. Possiedono elevata durezza, elasticità, eccellenti resistenze verso l'acqua e le soluzioni alcaline, neutre e leggermente acide. Si impiegano all'interno di imballaggi metallici e per il rivestimento dei grandi scambiatori di calore.

Pitture poliuretatiche

Se si parte da un composto contenente due o più gruppi isocianici, un poliisocianato, e lo si fa reagire con un composto contenente due o più idrogeni attivi, si ottiene un poliuretano.

Come partner di reazione per i poliisocianati si usano soprattutto dei poliesteri saturi o dei poliesteri costruiti in modo che posseggano lungo la catena numerosi gruppi alcolici e ossidrilici - OH (poliolo). Queste resine fungono da legante nelle pitture poliuretatiche e i poliisocianati da indurenti.

Sebbene in modo meno abbondante, anche in questo caso, come per le epossidiche, le combinazioni possibili tra le numerose materie prime disponibili per la formu-

lazione delle pitture poliuretaniche, rendono queste ultime molto adattabili a svariate condizioni di esercizio.

Nell'anticorrosione alle pitture poliuretaniche viene soprattutto affidata la funzione di finitura a causa delle loro eccellenti proprietà decorative, di stabilità alla luce e di buona resistenza chimica. In particolare gli indurenti a base di *isocianati aromatici* esaltano le proprietà di resistenza chimica, mentre quelli a base di *isocianati alifatici* conferiscono alle pitture eccezionali caratteristiche di durabilità dell'aspetto estetico e di resistenza all'esposizione all'esterno. Il binomio fondi epossidici e finiture poliuretaniche a solvente è generalmente noto come uno dei migliori abbinamenti per la realizzazione di cicli protettivi di alta qualità.

Un limite piuttosto grave delle pitture poliuretaniche bicomponenti è dovuto alla elevata reattività degli isocianati nei confronti dell'acqua. Infatti, un film applicato su un supporto umido o bagnato dalla pioggia subito dopo l'applicazione indurisce in modo non corretto in quanto parte dei gruppi isocianici vengono sottratti dall'acqua alla reazione con il poliolo e inoltre rimangono su di esso vesciche e crateri dovuti allo sviluppo di anidride carbonica. Questo difetto non rappresenta un pericolo in officina dove le condizioni ambientali sono controllate, ma è da tenere in considerazione in applicazioni eseguite all'aperto, soprattutto in cantieri dove vengono trattate grandi superfici.

Questo fatto ostacola anche la formulazione di sistemi poliuretanici senza solventi, teoricamente possibili anche a bassa viscosità, in quanto non solo l'umidità esterna minaccia la loro applicazione, ma anche quella interna, dovuta all'umidità inevitabilmente presente nelle materie prime e non sempre praticamente neutralizzabile.

Tra le caratteristiche tipiche delle pitture poliuretaniche possono essere ricordate:

- le buone resistenze chimiche generali,
- le notevoli prestazioni estetiche,
- l'ottima durabilità all'esterno,
- l'elevata durezza unita a buona flessibilità e resistenza all'abrasione,
- le buone proprietà di adesione,
- la grande sensibilità all'acqua durante l'applicazione,
- la difficile manutenzione nel tempo.

Tra le principali *applicazioni* ricordiamo la protezione esterna di serbatoi, impianti chimici, impianti elettrici, mezzi di trasporto, strutture soggette all'abrasione, ecc.

Anche le resine poliuretaniche possono essere *modificate* e quindi prodotte:

pitture poliuretano-catrame in cui alle proprietà dei poliuretani si uniscono quelle impermeabilizzanti del catrame. Per queste combinazioni con il catrame da carbone valgono le stesse considerazioni fatte per le pitture epossidiche-catrame. A questa categoria appartengono anche sistemi senza solvente a rapido indurimento ampiamente utilizzati per ottenere elevati spessori nel rivestimento di tubazioni da interrare.

pitture vinil-uretaniche in cui la modificazione vinilica può essere reattiva o meno a seconda che contenga o non contenga gruppi idrossilici e che di solito serve per aumentare la flessibilità e migliorare le manutenibilità nel tempo.

Pitture siliconiche

Le resine siliconiche sono polimeri in cui la catena principale che forma lo scheletro del polimero stesso è costituita da atomi di silicio, contrariamente a tutti gli altri polimeri in cui è il carbonio l'elemento principale. Questo fatto rende ragione di una proprietà dei prodotti siliconici sfruttata nel campo delle pitture: la resistenza al calore. Con le resine siliconiche, infatti, si preparano esclusivamente pitture destinate alla protezione di strutture metalliche le cui condizioni di esercizio prevedono alte temperature.

Le pitture siliconiche essiccano a temperatura ambiente per evaporazione, ma a questo stadio le loro caratteristiche di adesione e durezza sono piuttosto scadenti. Quando portate a una temperatura sufficientemente alta, e questo avviene di solito durante l'esercizio, la polimerizzazione prosegue, il legante siliconico espelle le parti organiche del polimero e si formano legami trasversali tra lo scheletro inorganico delle molecole di partenza realizzando un polimero essenzialmente inorganico con elevata resistenza alla temperatura.

Nella formulazione delle pitture colorate bisogna tener conto della stabilità al calore dei pigmenti impiegati, comunque, anche limitando la gamma dei colori, non si riesce a ottenere pitture colorate stabili oltre i 400°C. Se invece si utilizzano pigmenti metallici come l'alluminio o lo zinco le pitture siliconiche possono sopportare temperature fino a 600°C.

Si formulano anche pitture siliconiche *modificate* soprattutto per ragioni economiche, si hanno in questo caso per esempio *pitture alchidico-siliconiche* o *acril-siliconiche* con caratteristiche intermedie ai polimeri di partenza.

Pitture epossidiche ed epossì-uretaniche

✓ **Pitture epossidiche**

Nel campo dell'anticorrosione le pitture epossidiche rappresentano una componente di primaria importanza.

Le pitture epossidiche generalmente sono a due componenti, che vanno miscelati fra loro prima dell'uso, ed induriscono per processo chimico.

Il tipo di polimerizzazione (indurimento) di questo tipo di pitture avviene mediante l'apertura dell'anello epossidico causata dall'aggiunta di una poliammina o di un polisolfuro.

Questo fatto trasforma la resina da liquido o da solido lineare (termoplastico) in un solido duro ed infusibile (termoindurente). Poiché, nel caso di indurimento con ammine o con polisolfuri, questi ultimi entrano a far parte della macromolecola finale, il rapporto in peso fra una resina epossidica ed ogni indurente è fisso e caratteristico.

Le pitture epossidiche hanno di norma le seguenti caratteristiche:

- ottima capacità di aderenza a svariati supporti dovuta alla particolare struttura della molecola della resina epossidica;
- resistenza a temperature di esercizio da -70 a +100°C;
- eccellente resistenza all'abrasione e all'impatto;
- elevata tenacità e, se debitamente formulate, buona flessibilità;
- elevata durezza (confrontabile con quella dei migliori smalti a forno alchidico-melamminici);
- buona inerzia chimica agli alcali, acidi, acqua, idrocarburi, solventi;
- buona resistenza agli agenti atmosferici, ma il loro aspetto estetico diventa ben presto insoddisfacente ("sfarinamento", ingiallimento).

Uno dei principali pregi di queste pitture risiede nel fatto che la reazione fra il prepolimero e l'indurente è spontanea e poco influenzabile da agenti esterni ed inoltre danno enormi possibilità di variazioni nella scelta di utilizzo di induritori e modificanti della resina epossidica.

Nell'industria alimentare le pitture epossidiche offrono ottima protezione per contenitori, apparecchiature e strutture a contatto con soluzioni zuccherine, alcoliche, acqua potabile, vino, birra, sidro, succhi di frutta, ecc.

La loro preferenza, nel settore alimentare, è dovuta al fatto che, se opportunamente formulate, tali pitture non danno né odore né sapore ai vari liquidi alimentari con i quali vengono a contatto.

✓ **Pitture epossi-uretaniche**

Una delle modificazioni sopra citate sono le pitture epossi-uretaniche che possono essere formulate con resine epossidiche solide con alto peso molecolare contenenti nella loro struttura molecolare gruppi ossidrilici sufficienti per reticolare attraverso la reazione con isocianati. La polimerizzazione in questo caso avviene, quindi, attraverso l'apertura dell'anello epossidico, ma per mezzo della reazione tipica delle resine poliuretaniche estremamente reattive e che possono dare origine a numerose e diverse reazioni usando dei poliesteri costruiti in modo che posseggano lungo la catena numerosi gruppi ossidrilici.

Le pitture epossi-poliuretaniche sono pitture bicomponenti le cui peculiari caratteristiche consistono nella elevata durezza unita alla flessibilità e buone caratteristiche chimiche generali compresa la resistenza ai solventi.

Pitture epossipoliamidiche tipo "surface tolerant"

Nel settore della manutenzione di strutture d'acciaio esistono aree critiche in cui, per svariati motivi (complessità dei manufatti, impossibilità di operare producendo polvere, agibilità limitata delle strutture, ecc.) molte volte non è possibile eseguire una preparazione accurata delle superfici.

In aggiunta alle limitazioni sopra accennate ne esistono altre che riguardano espressamente i prodotti vernicianti, che possono essere sia di natura ecologica (immissione di solventi nell'atmosfera, divieti all'uso di pigmenti anticorrosivi tossici, smaltimento di vecchi cicli applicati, ecc.) che di natura intrinseca del prodotto stesso (possibilità di ricoprire vecchie pitture di cui non si conosce la tipologia, tempi di ricopertura limitati nel tempo, possibilità di sopravverniciatura con top coats di diversa natura, ecc.).

Tutte le limitazioni sopra esposte hanno portato alla necessità di trovare delle soluzioni che permettessero di poter disporre di pitture adeguate alle più moderne esigenze del mercato.

I "SURFACE TOLERANT" rappresentano una soluzione efficace alle varie problematiche in caso di strutture destinate ad utilizzo in condizioni sia moderate che aggressive.

Normalmente questo tipo di prodotto è a base epossidica modificata in modo opportuna (vista la duttilità di questa resina) ed ha le seguenti tipiche caratteristiche:

- elevato potere bagnante (vecchie pitture, ruggine fissa, ecc.) con formazione di legami di tipo polare;
- eccellenti caratteristiche di adesione (parametro fondamentale);
- eccellente coesione;
- elevata resistenza alla corrosione;
- elevata inerzia chimica in atmosfere industriali aggressive (unica limitazione è la ridotta stabilità ai raggi ultravioletti a causa dello "sfarinamento" e viraggio di tinta);
- elevato spessore per strato;

- alto R.s.V. (residuo secco in volume) e quindi basso contenuto di S.O.V.(solventi organici volatili);
- resistenza a temperature di esercizio da -70 a +100°C;

Pitture poliuretaniche alifatiche

Nel settore delle nuove costruzione di strutture d'acciaio, non escludendo comunque il settore della manutenzione, esistono necessità di una buona protezione anticorrosiva unitamente ad un buon aspetto estetico che duri nel tempo.

Molte volte queste due esigenze non sono compatibili fra loro in quanto ai prodotti vernicianti, ad esempio, sono richieste particolari inerzie chimiche ottenibili solo con resine che hanno ottime caratteristiche di resistenza, ma sono assolutamente aggredibili dai raggi U.V. per cui assumono un aspetto estetico piuttosto brutto.

In altri casi alcuni componenti usati in formulazione per migliorare od adattare alle diverse esigenze le caratteristiche estetiche del prodotto peggiorano, anche sensibilmente, le caratteristiche chimico-fisiche intrinseche del prodotto stesso.

La pittura a base poliuretanica con induritore alifatico rappresenta un valido compromesso fra una buona resistenza chimico-fisica ed una buona finitura estetica.

Normalmente questo tipo di prodotto è a base di resine contenenti gruppi isocianici (poliisocianati) che si fanno reagire con un composto contenente idrogeni attivi (solitamente poliesteri o polieteri) ottenendo così la opportuna polimerizzazione.

Le pitture poliuretaniche hanno, di norma, le seguenti caratteristiche:

- buone resistenze chimiche generali;
- notevoli prestazioni estetiche;
- ottima durabilità all'esterno;
- elevata durezza unita a buona flessibilità;
- buona resistenza all'abrasione;
- buone proprietà di adesione;
- grande sensibilità all'acqua in fase applicativa;
- generalmente creano problematiche di manutenzionabilità nel tempo;
- resistenza a temperature di esercizio da -50 a +130°C;

Solventi e diluenti

Nella descrizione dei costituenti una pittura abbiamo già dato un elenco delle classi dei solventi utilizzabili nella formulazione di una generica pittura, tuttavia non tutti i solventi elencati sono utilizzabili come "veri" solventi di ogni pittura particolare. Infatti ogni polimero termoplastico viene sciolto solo da alcuni ben determinati solventi e non da altri. Occorre allora considerare cosa si intende per solvente nel campo delle pitture.

Un solvente è un composto chimico liquido, con peso molecolare piuttosto basso, viscosità bassa e tensione di vapore sufficientemente elevata da causarne l'evaporazione in tempi brevi o medio-brevi quando steso in strato sottile, che è capace di inserirsi tra le molecole di un polimero termoplastico e di tenerle separate. Questa attitudine è regolata da complicate leggi termodinamiche che coinvolgono numerosi fattori chimico-fisici come legami secondari, legami idrogeno, dipoli, ecc. che vengono condensati nella teoria dei parametri di solubilità. Non possiamo qui discutere di

questo complicato aspetto della materia, ma almeno qualche cenno ai suoi risultati finali conviene farlo.

Ogni solvente possiede un suo caratteristico parametro di solubilità che può essere determinato con precisione. Ogni polimero possiede una regione di solubilità che può essere determinata e riportata su un opportuno diagramma. Se il valore del parametro di solubilità di un determinato solvente cade nella regione di solubilità di un polimero, quel solvente è solvente "vero" di quel polimero, cioè può essere aggiunto al polimero in tutti i rapporti senza che vi sia separazione del polimero dalla soluzione. Se un solvente ha un parametro di solubilità che sta ai confini o appena al di fuori della regione di solubilità di un polimero, quel solvente sarà un solvente "parziale" o diluente di quel polimero, cioè può essere aggiunto al polimero in quantità limitata al di là della quale si ha la precipitazione di parte del polimero dalla soluzione. Se un solvente ha un parametro di solubilità che cade in un punto distante dalla regione di solubilità di un polimero, quel solvente è un non solvente di quel polimero.

Si può determinare anche il parametro di solubilità di miscele di solventi. Una miscela di solventi può, a sua volta, essere solvente vero, diluente o non solvente di un polimero o, nel nostro caso, di un legante di una pittura in dipendenza da dove si colloca il valore del parametro di solubilità della miscela stessa. È interessante notare che una miscela di solventi può essere solvente vero pur contenendo dei diluenti purché la somma dei contributi parziali dei parametri di solubilità dei componenti la miscela dia un valore del parametro di solubilità complessivo che cade nella regione di solubilità del polimero. Addirittura può anche verificarsi il caso di una miscela composta da diluenti che risulta essere solvente: basta che sia calcolata in modo corretto.

È in ogni caso importante essere certi che in una pittura il solvente più lento di evaporazione, cioè il solvente che lascia per ultimo il film durante l'essiccazione, sia un solvente vero, al fine di evitare la precipitazione parziale del legante nel film applicato con conseguenze disastrose sulla adesione, il colore e la brillantezza.

La fabbricazione delle pitture

Una pittura viene prodotta incorporando e disperdendo finemente nel veicolo la parte solida composta dai pigmenti e dalle cariche. Questa operazione si svolge in tre fasi concettualmente distinte ma che in pratica si sovrappongono l'una all'altra più una finale che va considerata a parte:

- 1) **Umettamento:** consiste nella sostituzione dell'aria e di altri contaminanti (es. l'acqua) adsorbiti sulla superficie delle particelle di pigmento con il veicolo della pittura possibilmente coadiuvato da agenti umettanti. Buona parte di questo processo si realizza nella premiscelazione o impasto eseguito di solito in impastatrici a planetario.
- 2) **Macinazione:** consiste nella rottura meccanica degli aggregati di particelle di pigmento con la loro separazione in particelle primarie. Questa azione si esegue in macchine diverse, anche funzionanti secondo diversi principi. Tra le principali ricordiamo gli antichi mulini a palle, le raffinatrici a tre cilindri, i mulini a microsfere e i dispersori tipo Cowles.
- 3) **Dispersione:** consiste nel movimento delle particelle solide umettate all'interno del veicolo liquido che ne garantisce la separazione permanente. Questa fase è ottenuta attraverso l'azione delle stesse macchine menzionate al punto precedente e stabilizzata nella fase successiva.
- 4) **Allungamento e diluizione:** è una fase di cui alcuni prodotti non necessitano, ma presente nella maggior parte dei casi, che serve a completare la formulazione fino a raggiungere il rapporto pigmento/legante previsto e la viscosità di fornitura

previsti dalla formulazione. Contemporaneamente si completa anche la dispersione perché questa operazione è di solito condotta in dispersori tipo Cowles.

Una volta prodotta, la pittura viene collaudata. Se si tratta di una pittura dell'assorbimento di normale produzione, le caratteristiche che vengono controllate sono relativamente poche e dipendono dal tipo di pittura e dalle scelte dei responsabili della qualità della ditta produttrice. Se si tratta di una nuova pittura ancora nella fase di studio in laboratorio, i controlli su di essa saranno più approfonditi al fine di indagarne le caratteristiche prima della sua eventuale immissione sul mercato e per poter stilare una scheda tecnica.

Diamo di seguito un elenco delle prove di collaudo che di solito si eseguono sulle pitture di normale produzione e su quelle aggiuntive che si eseguono sulle pitture nuove allo studio in laboratorio. Non citiamo né le norme, né le apparecchiature normalizzate per queste prove perché ciò sarà oggetto di una successiva lezione.

Collaudi eseguiti su una pittura di normale produzione

- **Peso specifico o massa volumica:** è la massa occupata dal volume unitario a una data temperatura. In una pittura è un dato importante, assieme al residuo secco in volume, per le valutazioni economiche.
- **Residuo secco in peso e in volume:** indica il rapporto tra la parte volatile e la parte fissa di una pittura.
- **Viscosità:** indica la consistenza di un prodotto a una temperatura fissata, ne suggerisce la modalità di applicazione ed è un buon parametro per giudicare la ripetibilità delle produzioni.
- **Grado di dispersione:** valuta le dimensioni delle particelle di pigmenti e cariche dispersi nella pittura.
- **Punto di tinta:** verifica la concordanza del colore del film di pittura applicata e essiccata con un colore di riferimento. Il paragone può venir fatto da un tecnico specializzato: il colorista, o da uno strumento: il colorimetro.
- **Brillantezza:** misura la quantità di luce incidente che viene riflessa.
- **Tempo di essiccazione:** indica quale è il tempo minimo affinché uno strato di un dato spessore di una data pittura a una data temperatura e umidità essicca al grado di "fuori polvere" (cioè quando granelli di polvere sparsi su di esso non rimangono aderenti), o al grado di "secco al tatto" (cioè quando sulla pittura non rimangono impronte dopo un contatto), o al grado di "duro in profondità". Queste dizioni evidentemente risentono del fatto che la maggior parte delle pitture sono del tipo monocomponente. Per i prodotti bicomponenti possono essere accettate accontentandosi dell'approssimazione. Per i bicomponenti senza solventi ci si può riferire con grande precisione alla determinazione dell'avanzamento della polimerizzazione attraverso l'analisi al calorimetro differenziale.

Prove eseguite su una pittura nella fase di studio in laboratorio

- **Potere coprente:** dice quale è lo spessore minimo e, di conseguenza, la quantità minima per unità di superficie che occorre applicare perché la pittura nasconda qualunque colore sottostante.
- **Elasticità o flessibilità:** valuta l'allungamento a rottura di un film depositato su un supporto sottoposto a deformazione per stiramento in condizioni stabilite.
- **Resistenza all'urto:** è la massima energia fornita per urto in certe condizioni a una pittura applicata su un dato supporto che non ne causa la rottura.

- **Resistenza all'abrasione:** misura la quantità di pittura asportata da un corpo abrasivo o da una caduta di sabbia in condizioni definite.
- **Durezza:** indica la resistenza della pittura a lasciarsi scalfire e penetrare da un altro materiale.
- **Aderenza:** permette di valutare la capacità di adesione di una pittura al supporto su cui è stata applicata. La valutazione viene fatta attraverso metodi indiretti o direttamente misurando la forza necessaria per staccare la pittura dal supporto.
- **Resistenza all'invecchiamento accelerato:** viene valutata per mezzo di varie macchine che consentono di sottomettere pannellini rivestiti a diverse azioni aggressive: dall'irraggiamento con lampade che imitano la luce del sole, alla creazione di atmosfere chimicamente aggressive, dalla simulazione di piogge acide e no, ai cicli termici. Le macchine più semplici si limitano a una o due di queste operazioni, le più complesse a tutte con la possibilità di alternarle e di combinarle secondo programmi stabiliti. Queste macchine vanno dallo Xenotest, al QV, dal Kesternich al Weatherometer.
- **Resistenza alla nebbia salina:** è una prova universalmente nota e diffusa anche se piuttosto discussa e serve a valutare la capacità protettiva di una pittura nei confronti della corrosione dei metalli.
- **Resistenza catodica:** è un metodo elettrochimico che consente di valutare la capacità di un rivestimento ad opporsi alla propagazione della corrosione quando questa inizia da un punto scoperto o dove il rivestimento è debole.

La compatibilità tra le pitture

Per compatibilità tra le pitture si intende:

- la possibilità di sovrapporre uno strato di pittura su uno strato di pittura precedente di diversa natura chimica senza che lo strato sottostante venga danneggiato dall'applicazione di quello nuovo;
- la perfetta adesione del nuovo strato sullo strato precedente dopo la completa essiccazione o indurimento del primo.

La prima regola da osservare è quella di evitare la sovrapposizione di pitture che contengono solventi forti su pitture di cui a priori si conosce la scadente resistenza ai solventi. Per esempio, è sempre un grave errore applicare pitture come le epossidiche o le poliuretaniche su strati di pittura all'olio o alchidiche o termoplastiche perché queste ultime verranno inevitabilmente rimosse dai solventi delle prime.

La seconda regola è quella di considerare con estremo sospetto la sovrapposizione di nuove pitture su vecchi rivestimenti con finiture molto dure e lucide, soprattutto se appartenenti al tipo bicomponente a causa della possibile mancanza di adesione della nuova pittura sulla vecchia.

La reologia delle pitture

La reologia è la scienza che studia la deformazione e lo scorrimento dei materiali sotto forma di liquidi, di paste e di solidi. Più particolarmente la reologia è connessa con la caratterizzazione delle proprietà meccaniche sotto varie condizioni di deformazione e scorrimento. Come si vede essa studia fenomeni complessi che interessano tutta la materia e non è questa la sede per approfondire l'argomento. Noi ci interessiamo solamente di alcuni concetti base che possono servire a comprendere meglio il comportamento delle pitture durante l'applicazione.

I liquidi newtoniani

Newton, nei suoi studi sulla viscosità, assunse come punto fermo che la viscosità in un liquido è costante a temperatura costante indipendentemente dalla forza applicata al liquido.

Se immaginiamo un liquido come un insieme di strati aventi spessore infinitesimo, possiamo concepire la viscosità come lo sforzo di taglio necessario per fare scorrere a una determinata velocità uno strato sugli altri, i quali, a loro volta, saranno trascinati nel movimento con velocità inversamente proporzionale alla distanza dal primo strato. In altre parole, per Newton la relazione tra sforzo di taglio e gradiente di velocità è lineare, cioè la viscosità è indipendente dal gradiente di velocità. Per esempio: un gradiente di velocità doppio genera uno sforzo di taglio doppio.

In natura non esistono liquidi perfettamente newtoniani, ma liquidi come l'acqua, i solventi organici e gli oli hanno un comportamento molto prossimo a quelli dei liquidi ideali a cui Newton faceva riferimento.

I liquidi non newtoniani

Tutti i liquidi si discostano dalla legge di Newton, in particolare quelli in cui sono significativamente coinvolti materiali liquidi nei quali sono presenti composti ad alto peso molecolare e solidi finemente dispersi come nel caso delle pitture.

Il comportamento delle pitture è quasi sempre, poco o tanto, un comportamento di tipo tixotropico. La tixotropia è un fenomeno secondo cui la viscosità, mantenendo costante il gradiente di velocità, decresce durante l'applicazione dello sforzo e immediatamente aumenta di nuovo appena lo sforzo cessa. Questo fenomeno è causato dagli aggregati formati dai pigmenti bagnati dalle grandi molecole dei polimeri che vengono gradatamente distrutti dallo sforzo di taglio, ma che immediatamente si ricompongono appena lo sforzo di taglio cessa. Il comportamento tixotropico risulta prezioso nella applicazione delle pitture perché, nelle condizioni opportune, ne consente l'applicazione in verticale senza pericolo di colature. È evidente che più è marcato il comportamento tixotropico, più è possibile applicare spessori elevati in verticale senza colature. I rivestimenti ad alto solido e quelli senza solvente utilizzano abbondantemente la tixotropia.

Le schede tecniche delle pitture

Ogni produttore correda i suoi prodotti con schede tecniche che ne illustrano le caratteristiche.

Ogni produttore si regola al riguardo come meglio crede, ma è ovvio che quanto più una scheda è concisa e nello stesso tempo ricca di informazioni per l'applicazione e di dati sulle caratteristiche allo stato di fornitura e dopo essiccazione del prodotto, tanto più facilitato è il lavoro dell'utilizzatore.

Negli allegati sono riportate come esempio le schede tecniche di due prodotti: una pittura epossidica a solvente e una pittura epossidica senza solvente. Nella prima pagina, dopo una breve descrizione del prodotto, si notano quattro sezioni: la prima con i dati relativi alle caratteristiche di fornitura, la seconda con i dati relativi all'applicazione, la terza con alcune prestazioni tipiche, la quarta relativa al magazzinaggio. Nella seconda pagina sono riportate in forma discorsiva le proprietà, le caratteristiche protettive e di resistenza e i consigli per l'applicazione. Per il prodotto senza solventi vengono anche riportati l'avanzamento della polimerizzazione nel tempo e la transizione vetrosa come sua funzione.

✓ **Scheda tecnica**

ECO SILICOFINISH Alluminio

Codice **4905/9000**

DESCRIZIONE DEL PRODOTTO: Pittura di finitura anticorrosiva a base di resina siliconica idrodiluibile a rapida essiccazione.

USO RACCOMANDATO: Elevata resistenza alle alte temperature e buone proprietà protettive di strutture e manufatti metallici posti in condizioni di esercizio che prevedono temperature fino a 400 C. Il prodotto contiene soltanto una minima quantità (< 3%) di sostanze organiche volatili (S.O.V.) ed è diluibile esclusivamente con acqua. Per cicli protettivi di opere nuove.

INFORMAZIONI TECNICHE:

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| Tipo di prodotto | : | Finitura |
| Colore | : | alluminio |
| Solidi in volume (% +/- 2) | : | 43 |
| Peso specifico (g/litro +/- 50) | : | 1200 |
| Punto d'infiammabilità (°C +/- 2) | : | > 75 |
| Aspetto | : | opaco, liscio |
| Resistenza alla temperatura (°C) | : | 400 (a secco) |
| Utilizzo consigliato | : | atmosfera industriale e marina e temperature fino a 400 C. |
| Utilizzo sconsigliato | : | immersione in genere o soggetti a spruzzi e vapori aggressivi. |

| | | Spessore del film per mano in micron | | Resa teorica m ² /l |
|---------------------------|---|--------------------------------------|----------|--------------------------------|
| | | Secco | Bagnato | |
| Parametri di applicazione | : | 40 - 80 | 93 - 186 | 10,7 - 5,4 |
| Tipico | : | 50 | 117 | 8.6 |

DATI APPLICATIVI:

| | | | |
|--------------------------------|---|---|-------------|
| Metodi di applicazione | : | Airless, spruzzo convenzionale, pennello, rullo | |
| Rapp. di miscelaz. | : | in peso - | in volume - |
| Pot life | : | - | |
| Diluyente/Solvente per pulizia | : | acqua dolce | |
| Parametri guida per airless | : | | |
| pressione all'ugello | : | 15 Mpa (150 kp/cm ² , 2100 psi) | |
| diametro dell'ugello | : | 0,46 - 0,58 mm (0,018 - 0,023") | |
| Temperatura ambiente | : | min 10°C | Max 40°C |
| Umidità relativa | : | min 5 % | Max 70 % |

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI:

le superfici devono essere perfettamente pulite, esenti da contaminanti vari. Olii e grassi devono essere completamente rimossi mediante l'impiego di appropriati solventi

Ti.Pi.Ci. di Pinto Claudio

Via Trento, 43/2 – 16145 GENOVA – Telefono (010) 362.25.25 r.a. – Fax (010) 31.69.58

P.IVA 03534860105 – C.F. PNTCDM57B21D969U – e-mail: tipici@tin.it

ECO SILICOFINISH Alluminio

Codice: 4905/9000

CONDIZIONI DURANTE L'APPLICAZIONE:

la temperatura del supporto non dovrebbe essere inferiore a 10 °C e superiore di almeno 3 °C al punto di rugiada dell'aria, con misurazione della temperatura e dell'umidità relativa effettuata in prossimità del supporto.

TEMPO DI ESSICCAZIONE:

I tempi di essiccazione dipendono generalmente da circolazione d'aria, temperatura, spessore del film e numero di mani. I numeri riportati nella tabella sottostante si riferiscono alle seguenti condizioni: buona ventilazione (esposizione all'esterno o libera circolazione dell'aria), spessore del film raccomandato, una mano di pittura applicata su un supporto inerte.

| Temperatura del supporto | Fuori polvere ¹ | Al tatto ² | Profondità ³ | Tempo di ricopertura ⁴ | |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | | | Minimo ⁵ | Massimo ⁶ |
| 10°C | | 2 h | 48 h | 18 h | - |
| 20°C | | 1,5 h | 24 h | 10 h | - |
| 30°C | | 1 h | 24 h | 8 h | - |

1 Dato fornito su esperienze di laboratorio e pratiche.

4 Dato fornito per la ricopertura con lo stesso tipo generico di pittura.

5 Nel caso di applicazioni di più mani, il tempo di essiccazione ne risulterà influenzato dal numero di mani in sequenza, e dallo spessore totale raggiunto.

6 La superficie dovrebbe essere asciutta e libera da contaminazioni prima dell'applicazione della mano successiva.

I dati forniti devono essere considerati solamente indicativi. Il tempo di essiccazione effettivo deve essere stabilito in loco, tenendo conto dell'età del ciclo di pitturazione esistente, del tipo generico di pittura, del numero di mani, della diluizione, temperatura, ventilazione, ecc.

CONFEZIONE E STOCCAGGIO:

STOCCAGGIO : il prodotto deve essere immagazzinato in conformità con i regolamenti nazionali. Le migliori condizioni per lo stoccaggio consistono nel tenere le confezioni in spazi asciutti provvisti di idonea ventilazione.

DURATA : 12 (teme il gelo) mesi in contenitori sigillati

CONTENUTO : 20 kg

IGIENE E SICUREZZA:

per informazioni dettagliate sui pericoli per l'igiene e la sicurezza, e sulle precauzioni per l'uso di questo prodotto, consultare la Scheda di Sicurezza del materiale.

NOTE: *Le informazioni contenute nella presente scheda tecnica vengono fornite in base alle migliori conoscenze basate su ricerche di laboratorio e sull'esperienza pratica. Non assumiamo responsabilità sui danni che possono derivare anche da fattori non dipendenti dalla qualità del prodotto. Ci riserviamo il diritto di cambiare le informazioni date, senza preavviso.*

La scheda di sicurezza delle pitture

Il Decreto Ministeriale del 28/01/1992 ha recepito la Direttiva CEE 91/155 secondo cui tutti i prodotti denominati "preparati", perché ottenuti mediante miscelazione di materie prime diverse, devono essere muniti di scheda di sicurezza in sedici punti che descrive gli eventuali pericoli per la salute di chi li manipola e per l'ambiente e devono essere etichettati secondo precise disposizioni.

Negli allegati riportiamo la scheda di sicurezza di una pittura particolarmente pericolosa in modo da servircene nella spiegazione punto per punto.

- Punto 1:** Non necessita di particolari spiegazioni salvo la notazione che la denominazione del prodotto deve essere identica a quella che compare sull'etichetta.
- Punto 2:** Devono essere riportate le sostanze: a) molto tossiche o tossiche con una concentrazione $\geq 0,1\%$; b) corrosive, nocive o irritanti con una concentrazione $\geq 1\%$; c) per le quali esistono dei limiti di esposizione ma non previste dal D.M. 555/87.
- Punto 3:** Si devono indicare in modo chiaro e succinto i rischi più importanti che presenta il preparato. In particolare i principali rischi per la salute e per l'ambiente e gli effetti dannosi più importanti per la salute.
- Punto 4:** Si devono descrivere le misure di primo soccorso ricordando comunque se è necessaria una immediata consultazione medica. I sintomi e gli effetti devono essere descritti succintamente e le istruzioni devono indicare cosa si debba fare subito in caso di infortunio.
- Punto 5:** Nessun commento particolare.
- Punto 6:** Nessun commento particolare.
- Punto 7:** Bisogna considerare le precauzioni per una manipolazione sicura comprendenti informazioni sugli accorgimenti tecnici da adottare e le condizioni di un magazzinaggio sicuro.
- Punto 8:** Si devono indicare le necessarie attrezzature di protezione.
- Punto 9:** Nessun commento particolare.
- Punto 10:** Devono essere elencate le condizioni che possono provocare una reazione pericolosa e le sostanze pericolose prodotte in seguito alla decomposizione.
- Punto 11:** Devono essere descritti in maniera concisa, ma completa e comprensibile, i vari effetti tossicologici sulla salute che possono insorgere qualora l'utilizzatore entri in contatto con il preparato.
- Punto 12:** Bisogna fornire una valutazione sui possibili effetti, comportamento e trasformazione nell'ambiente del preparato.
- Punto 13:** Bisogna indicare se lo smaltimento del preparato comporta un rischio e i metodi di smaltimento idonei.
- Punto 14:** Bisogna indicare tutte le precauzioni particolari di cui l'utilizzatore deve essere consapevole.
- Punto 15:** Si devono riportare le informazioni che figurano sull'etichetta in applicazione della normativa sulla classificazione, sull'imballaggio e sull'etichettatura dei preparati pericolosi. Si deve anche ricordare l'esistenza di leggi nazionali che riguardano l'impiego del preparato.
- Punto 16:** Nessun commento particolare.

SCHEDA DI SICUREZZA

1. IDENTIFICAZIONE DEL PREPARATO E DELLA SOCIETÀ

Nome commerciale: nome prodotto
Codice commerciale: codice prodotto
Denominazione Società: nome ditta
Numero telefonico di emergenza extra orario d'ufficio: (0...)

2. COMPOSIZIONE / INFORMAZIONE SUGLI INGREDIENTI

Sostanze contenute pericolose ai sensi della direttiva 67/548/CEE:

Xilene, miscela di isomeri
TLV 100 ppm CAS: 1330-20-7
Concentrazione: 3,00 <= c < 3,50
Simboli: Xn - Nocivo
Xi - Irritante
Frase R: R20/21 - Nocivo per inalazione e contatto con la pelle
R38 - Irritante per la pelle

3. IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

INFIAMMABILE

4. MISURE DI PRIMO SOCCORSO

Contatto con la pelle:
rimuovere gli indumenti contaminati e lavare abbondantemente con acqua. Se l'irritazione persiste consultare il medico. Non usare diluenti o solventi organici

Contatto con gli occhi:
sciacquare immediatamente con acqua per almeno 15 minuti. Consultare immediatamente il medico.

Ingestione:
consultare immediatamente il medico. La decisione se indurre il vomito deve essere presa da un medico presente. Non somministrare liquidi o indurre il vomito se il paziente è in stato di incoscienza o ha le convulsioni.

Inalazione:
portare la persona contaminata all'aria aperta. In caso di irritazione all'apparato respiratorio, o delle mucose, o di malessere, consultare un medico.

5. MISURE ANTINCENDIO

Mezzi di estinzione appropriati:
acqua nebulizzata, CO₂, schiuma sintetica, polveri estinguenti.

Mezzi di estinzione non idonei:
acqua in getti.

Rischi da combustione:
la decomposizione termica o la combustione possono rilasciare ossidi di carbonio ed altri gas e vapori tossici.

Mezzi di protezione:
indossare indumenti protettivi per agenti chimici ed autorespiratore. Raffreddare i contenitori esposti al fuoco con acqua.

6. MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE

Precauzioni personali:
evitare il contatto con la pelle, gli occhi e gli indumenti. Non respirare i vapori. Evitare fonti di innesco di fiamma.

Precauzioni per l'ambiente:
contenere le perdite con terra o sabbia. Se il prodotto è defluito in un corso d'acqua in rete fognaria o ha contaminato il suolo o la vegetazione, avvisare le autorità competenti.

Metodi di pulizia:
se il prodotto viene a contatto con il suolo che lo assorbe, rimuovere lo strato contaminato. Se il prodotto viene a contatto con una superficie

impermeabile, assorbire con materiali inerti come sabbia terra vermiculite segatura etc.

7. MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO

Precauzioni manipolazione:
assicurare buona ventilazione ed un adeguato ricambio d'aria nel locale. Osservare l'igiene sul posto di lavoro. Proteggere le mani e gli occhi. Aprire con la dovuta cautela i tappi di chiusura in quanto i contenitori possono essere sotto pressione.

Materie incompatibili:
sostanze fortemente ossidanti

Condizioni di stoccaggio:
conservare in recipienti chiusi ermeticamente, a temperatura ambiente e lontano da fonti di ignizione. Tenere lontano da cibi e bevande.

Indicazioni per i locali:
freschi ed adeguatamente aerati. Impianto elettrico antideflagrante.

8. CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/PROTEZIONE INDIVIDUALE

Misure precauzionali:
aerare adeguatamente i locali dove il prodotto viene stoccato e/o manipolato.

Protezione respiratoria:
utilizzare una protezione respiratoria adeguata

Protezione delle mani e della pelle:
usare guanti impermeabili ed indumenti specifici in relazione al tipo di operazione da eseguire.

Protezione degli occhi:
in caso di possibilità di schizzi, usare occhiali di sicurezza/schermo facciale.

Visita di controllo:

9. PROPRIETÀ FISICHE E CHIMICHE

Aspetto: liquido viscoso colorato

Odore: di solvente

Intervallo di ebollizione:

Temperatura di decomposizione:

Punto di infiammabilità 29 °C

Tensione di vapore: 2,21 a 20 °C

Densità relativa: circa 1,450 g/cm³

Solubilità in acqua a 20°C: insolubile

Proprietà esplosive:

Proprietà comburenti:

Autoinfiammabilità

Punto di ebollizione:

Viscosità 60 secondi Ford 8

pH:

10. STABILITÀ E REATTIVITÀ

Condizioni da evitare: lo stoccaggio ad alta temperatura genera pressione all'interno dei contenitori ermeticamente chiusi con la conseguente possibilità di rottura dei contenitori stessi.

Lo xilene presente è stabile, ma può dare reazioni violente in contatto con ossidanti forti come acido solforico, nitrico, perclorati e simili. È biodegradabile in acqua e si decompone alla luce (fotodegradabile).

Acetato di n-butile: si decompone facilmente con l'acqua specie a caldo. L'acetato di n-butile non è biodegradabile.

Tlm/48 ore Daphnia: 44 ppm (40 mg/l) pertanto è R 52 (nocivo per gli organismi acquatici) e R 53 (effetti negativi a lungo termine per l'ambiente acquatico).

11. INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE

Inalazione:
i vapori di solvente assorbiti per inalazione possono provocare tossicità sistemica a danno del sistema nervoso centrale, con conseguente

astenia, sonnolenza, insonnia, mal di testa, eccitabilità nervosa ed incoscienza.

Ingestione:

l'ingestione del prodotto può irritare l'apparato digerente superiore con conseguenti effetti sistemici risultanti in spasmi addominali, mal di testa, giramenti di testa ed intontimento.

Contatto con la pelle:

causa sensibilizzazione, reazioni allergiche e dermatite con contatti frequenti e prolungati.

Contatto con gli occhi:

il prodotto è irritante per gli occhi.

Tossicità**12. INFORMAZIONI ECOLOGICHE**

i residui del preparato possono essere considerati poco pericolosi per la discarica, mentre lo smaltimento mediante incenerimento deve essere attentamente considerato a causa dei prodotti che si generano durante la combustione.

13. CONSIDERAZIONI SULLO SMALTIMENTO

L'incenerimento e lo smaltimento devono essere effettuati in accordo con le vigenti regole locali.

14. INFORMAZIONI SUL TRASPORTO

RID / ADR (strada e ferrovia): 3, 31 C - CEFIC 30G36

IATA:

IMDG:

Kemler:

Punto infiammabilità

15. INFORMAZIONI SULLA REGOLAMENTAZIONE

D.M. 28/01/1992 Classificazione ed etichettatura:

Simboli: Xn - Nocivo

Xi - Irritante

Contiene:

Disposizioni speciali: nessuna

Frasi di rischio:

R10 - Infiammabile

R20/21- Nocivo per inalazione e contatto con la pelle.

R38 - Irritante per la pelle.

Frasi di sicurezza:

D.M. 28 giugno 1989:

non disperdere il contenitore nell'ambiente.

Deliberazione 27 luglio 1984 del Comitato Interministeriale di cui all'art. 5 del D.P.R. 915/82: disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti.

Altre norme:

l'uso del prodotto è soggetto al rispetto delle norme contenute nel DPR 27 aprile 1955, n. 547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" e nel D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 "Norme generali per l'igiene del lavoro".

16. ALTRE INFORMAZIONI

Data: 31/03/98

Stesura: prima stesura

Bibliografia:

Note:

Questo prodotto deve essere immagazzinato, manipolato e usato in accordo con idonee pratiche di igiene industriale e in conformità con la legislazione vigente.

Le informazioni contenute nella presente scheda di sicurezza sono basate sulle conoscenze in nostro possesso e ritenute corrette, alla data di emissione della scheda, relativamente alle prescrizioni per la sicurezza e per il corretto uso del prodotto.

La ditta non assume alcuna responsabilità per impieghi del prodotto non ragionevolmente prevedibili, non corretti, incauti o impropri