

IPPC
(PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATE
DELL'INQUINAMENTO)

DECRETO LEGISLATIVO 372/1999 (art. 3, comma 2)
DECRETO LEGISLATIVO 59/2005 (art. 4, commi 1 e 2)

ELEMENTI PER L'EMANAZIONE DELLE LINEE GUIDA PER
L'IDENTIFICAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE
DISPONIBILI

Categoria IPPC 6.7: Impianti per il trattamento di superficie di materie, oggetti o prodotti utilizzando solventi organici, in particolare per apprettare, stampare, spalmare, sgrassare, impermeabilizzare, incollare, verniciare, pulire o impregnare, con una capacità di consumo di solvente superiore a 150 kg all'ora o a 200 tonnellate all'anno.

INDICE DEL DOCUMENTO

A. PREMESSA	7
B. IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE.....	10
C. RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE	12
DEFINIZIONE DI SOLVENTE	12
LE PRODUZIONI CHE SONO INTERESSATE ALL'USO DI SOLVENTI	14
<i>Processi di stampa.....</i>	<i>16</i>
<i>Verniciatura di autoveicoli.....</i>	<i>20</i>
<i>Verniciatura di veicoli industriali</i>	<i>24</i>
<i>Verniciatura del legno.....</i>	<i>28</i>
<i>Coil Coating</i>	<i>33</i>
<i>Produzione suole in gomma, poliuretano, termoplastico.....</i>	<i>37</i>
<i>Verniciatura degli aerei</i>	<i>40</i>
<i>Cantieristica navale.....</i>	<i>42</i>
D. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI	46
PROCESSI DI STAMPA	46
<i>Ciclo produttivo flessografico</i>	<i>46</i>
<i>Stampa rotocalcografica per pubblicazioni</i>	<i>48</i>
<i>Ciclo produttivo rotocalco imballaggi</i>	<i>52</i>
<i>Stampa offset</i>	<i>55</i>
<i>Altri cicli produttivi</i>	<i>57</i>
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	<i>61</i>
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni.....</i>	<i>65</i>
<i>Emissioni in atmosfera</i>	<i>65</i>
VERNICIATURA DI AUTOVEICOLI	70
<i>Descrizione dell'impianto di verniciatura scocche per singola attività</i>	<i>70</i>
<i>Pretrattamento.....</i>	<i>71</i>
<i>Cataforesi</i>	<i>72</i>
<i>Sigillatura</i>	<i>74</i>
<i>Applicazione protettivo sottoscocca</i>	<i>74</i>
<i>Fondo.....</i>	<i>74</i>
<i>Revisione fondo</i>	<i>75</i>
<i>Smalti.....</i>	<i>76</i>
<i>Revisione smalti e delibera finale.....</i>	<i>77</i>
<i>Protettivo ceroso per scatolati</i>	<i>78</i>
<i>Finizione</i>	<i>78</i>
<i>Attività collegate all'impianto di verniciatura</i>	<i>78</i>
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	<i>80</i>
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni.....</i>	<i>81</i>
VERNICIATURA DI VEICOLI INDUSTRIALI	85
<i>Pretrattamento.....</i>	<i>86</i>
<i>Applicazione cataforetica</i>	<i>86</i>

<i>Applicazione PVC sottoscocca</i>	88
<i>Sigillatura</i>	89
<i>Revisione della cataforesi</i>	89
<i>Pulizia</i>	90
<i>Applicazione fondi e smalti</i>	90
<i>Controllo finale e delibera</i>	93
<i>Ritocchi in linea</i>	93
<i>Centrale vernici</i>	93
<i>Ritocchi al reparto finizione / collaudo</i>	94
<i>Verniciatura degli altri componenti del veicolo (telaio, motore, ponte o assale)</i> ..	98
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	100
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni</i>	101
VERNICIATURA DEL LEGNO	102
<i>Descrizione delle fasi di lavorazione</i>	102
<i>Lavorazioni meccaniche</i>	103
<i>La sbianca</i>	105
<i>La tinteggiatura</i>	105
<i>L'essiccazione del legno tinteggiato</i>	106
<i>La seconda essiccazione</i>	107
<i>La carteggiatura</i>	107
<i>L'applicazione della finitura</i>	107
<i>Assemblaggio e montaggio dei pezzi</i>	107
<i>Tappezzeria</i>	107
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	110
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni</i>	110
COIL COATING	113
<i>Tipica sequenza operativa del processo di verniciatura con p.v. liquidi</i>	113
<i>Sezione di pretrattamento</i>	114
<i>Sezione di verniciatura</i>	114
<i>Tipica sequenza operativa del processo di verniciatura con p.v. in polvere</i>	116
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	118
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni</i>	119
PRODUZIONE DI ABRASIVI FLESSIBILI	121
<i>Supporti</i>	121
<i>Adesivi</i>	122
<i>Abrasivi</i>	122
<i>Fabbricazione</i>	123
<i>Magazzinaggio</i>	123
<i>Utilizzo di solventi organici nella produzione di abrasivi flessibili</i>	123
PRODUZIONE DI SUOLE IN GOMMA, POLIURETANO, TERMOPLASTICO	124
<i>Materie prime e prodotti</i>	124
<i>Descrizioni delle principali lavorazioni</i>	126
<i>Altre lavorazioni collegate al ciclo produttivo</i>	129
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	130
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni</i>	131
VERNICIATURA VELIVOLI	133
<i>Premessa</i>	133
<i>Tecniche e processi per l'applicazione di vernici</i>	133

<i>Costruzione velivoli</i>	134
<i>Revisione velivoli</i>	136
<i>Caratteristiche dei prodotti</i>	136
<i>Consumo materie prime</i>	137
<i>Consumo energetico</i>	139
<i>Risorse idriche</i>	139
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	140
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni</i>	142
CANTIERISTICA NAVALE	143
<i>Descrizione delle principali lavorazioni</i>	143
<i>Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni</i>	151
<i>Principali indicatori di consumi ed emissioni</i>	152
E. DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF	154
CONCETTO GENERALE DI MIGLIORI TECNICHE	154
MIGLIORI TECNICHE E TECNOLOGIE NEL SETTORE DELL'UTILIZZO DI SOLVENTI	155
<i>Tecniche di gestione ambientale</i>	155
<i>Progettazione dell'impianto, costruzione ed esecuzione</i>	161
<i>Monitoraggio</i>	166
<i>Gestione dell'acqua</i>	172
<i>Gestione dell'energia</i>	175
<i>Gestione delle materie prime</i>	177
<i>Processi di rivestimento e impianti</i>	182
<i>Sistemi di verniciatura</i>	184
<i>Processi di applicazione delle vernici e impianti</i>	191
<i>Processi di rivestimento e impianti - Tecniche di gestione dell'overspray</i>	202
<i>Essiccazione</i>	208
<i>Tecniche di lavaggio</i>	215
<i>Sostituzione</i>	218
<i>Progettazione, ottimizzazione e gestione delle tecniche di abbattimento</i>	222
<i>Trattamento emissioni gassose - Pretrattamento, filtrazione e scrubbing</i>	229
<i>Trattamento emissioni gassose - Condensazione</i>	241
<i>Trattamento emissioni gassose - Adsorbimento</i>	243
<i>Trattamento emissioni gassose - Assorbimento</i>	245
<i>Trattamento emissioni gassose - Tecniche di abbattimento degli NOx</i>	247
<i>Trattamenti delle acque reflue</i>	249
<i>Minimizzazione e trattamento dei rifiuti</i>	253
<i>Abbattimento polveri</i>	262
<i>Abbattimento odori</i>	262
<i>Abbattimento rumori</i>	262
F. APPROFONDIMENTO, OVE NECESSARIO, DELLE TECNICHE ANALIZZATE NEI BREF COMUNITARI E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONI DELLE DIVERSE TECNICHE	263
VERNICIATURA DI AUTOVEICOLI E VEICOLI COMMERCIALI E INDUSTRIALI	263

VERNICIATURA DEL LEGNO	264
PRODUZIONE DI SUOLE IN GOMMA, POLIURETANO, TERMOPLASTICO	265
VERNICIATURA VELIVOLI	273
G. IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONI DI TALI TECNICHE.....	276
H. DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN ITALIA.....	277
LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE	278
<i>Tecniche di gestione ambientale.....</i>	278
<i>Progettazione dell'impianto, costruzione ed esecuzione.....</i>	278
<i>Monitoraggio.....</i>	279
<i>Gestione dell'acqua.....</i>	279
<i>Gestione dell'energia.....</i>	279
<i>Gestione delle materie prime.....</i>	280
<i>Minimizzazione dei consumi di materia prima.....</i>	280
<i>Pretrattamenti prima della verniciatura.....</i>	280
<i>Sistemi di verniciatura.....</i>	281
<i>Processi di applicazione delle vernici e impianti.....</i>	282
<i>Tecniche di gestione dell'overspray.....</i>	284
<i>Tecniche di trattamento delle acque reflue.....</i>	285
<i>Processi di evaporazione.....</i>	285
<i>Tecniche di lavaggio.....</i>	286
<i>Sostituzione.....</i>	287
<i>Progettazione, ottimizzazione e gestione delle tecniche di abbattimento.....</i>	287
<i>Trattamento emissioni gassose - Pretrattamento, filtrazione e scrubbing.....</i>	289
<i>Trattamento emissioni gassose - Condensazione.....</i>	290
<i>Trattamento emissioni gassose - Adsorbimento.....</i>	290
<i>Trattamento emissioni gassose - Assorbimento.....</i>	291
<i>Trattamenti delle acque reflue.....</i>	291
<i>Minimizzazione e trattamento dei rifiuti.....</i>	292
<i>Trattamento fanghi.....</i>	292
DEFINIZIONE DEL RANGE DI PRESTAZIONI.....	294
<i>Calcolo delle emissioni in aria – I metodi.....</i>	295
<i>Calcolo delle emissioni totali di COV con il metodo del bilancio di massa.....</i>	297
<i>Calcolo delle emissioni convogliate di COV con il metodo del bilancio di massa</i>	297
<i>Esempi numerici di calcolo delle emissioni di COV.....</i>	300
<i>Calcolo delle emissioni di COV con speciazione.....</i>	302
<i>Calcolo delle emissioni di PM/PM10 utilizzando il metodo del bilancio di massa</i>	303
<i>Calcolo delle emissioni di PM/PM10 con speciazione.....</i>	304
<i>Calcolo delle emissioni di COV utilizzando i fattori di emissione.....</i>	305
PRESTAZIONI CONSEGUIBILI CON L'ADOZIONE DELLE MTD	306

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENCALE AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE.....	309
APPLICABILITÀ DELLE TECNICHE AD IMPIANTI ESISTENTI.....	309
<i>La dimensione dell'impianto</i>	309
<i>L'età dell'impianto</i>	309
<i>Le materie grezze impiegate</i>	309
<i>Il contesto locale</i>	309
<i>La chiusura dei cicli idrici</i>	310
<i>La legislazione nazionale e regionale</i>	310
CRITERI DI APPLICABILITÀ DELLE MTD AI SETTORI INTERESSATI.....	310
<i>Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel settore della stampo</i>	311
<i>Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel trattamento delle superfici con solventi per gli autoveicoli ed il legno</i>	316
<i>Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel trattamento delle superfici con solventi per il coil coating e per il lavaggio e verniciatura suole gomma, poliuretano e termoplastico</i>	322
<i>Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel trattamento delle superfici con solventi nella verniciatura degli aerei</i>	327
<i>Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nella cantieristica navale</i>	332
CRITERI DI MONITORAGGIO	337
<i>Indicazioni generali per la redazione del piano di monitoraggio</i>	337
<i>Gli aspetti di monitoraggio nel decreto ministeriale 16 gennaio 2004, n. 44</i>	337
<i>Parametri rilevanti per il monitoraggio nel settore dell'utilizzo di solventi</i>	339
K. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE ED UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI	342
CONSIDERAZIONI GENERALI	342
CRITERI DI INDIVIDUAZIONE ED UTILIZZO	343
L. GLOSSARIO	346
DEFINIZIONI.....	346
ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI	347
L3 UNITÀ DI MISURA E FATTORI DI CONVERSIONE	348
<i>Grandezze fondamentali del Sistema Internazionale</i>	348
<i>Grandezze derivate del Sistema Internazionale</i>	348
<i>Unità non Sistema Internazionale per alcune grandezze derivate</i>	349
<i>Fattori di conversione di unità di misura di Energia e di Potenza</i>	349
FATTORI DI EMISSIONE.....	349
M. BIBLIOGRAFIA	351
ALLEGATO I - RASSEGNA DELLA NORMATIVA RILEVANTE.....	352

A. PREMESSA

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99 (recepimento della direttiva 96/61/CE nota come IPPC), per la redazione delle linee guida per l'individuazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionale e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).

La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, tredici gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei tredici settori ritenuti al momento prioritari.

Questo documento presenta la proposta del GTR "Trattamenti di superficie con solventi", istituito il 24/06/2005 con la seguente composizione:

- ing. Alfredo Pini (APAT, coordinatore), designato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott. Roberto Monguzzi (ASSOGRAFICI)
- ing. Roberto Selvestrel (FIAT AUTO)
- dott. Luigi Zoccola (IVECO)
- dott. Pierluigi Gorani (FEDERLEGNO)
- dott. Maurizio Manigrasso (ISPESL), designato dal Ministero della salute
- dott. Gianni Marsili (ISS), designato dal Ministero della salute.

Ai lavori del GTR "Trattamenti di superficie con solventi" hanno preso parte anche funzionari delle amministrazioni interessate ed esperti nel settore. In particolare hanno contribuito, a vario titolo:

- dott.ssa Margherita Tiberio e dott. Franco Bulian (CATAS)
- ing. Franco Campanella (IVECO)
- dott.ssa Annalisa Oddone (CONFINDUSTRIA)
- dott.ssa Claudia Silvestro (ASSOCIAZIONE INDUSTRIALI UDINE)
- dott.ssa Paola Bara (CONFINDUSTRIA MACERATA)
- ing. Gino Cioni, dott. Giuseppe Dedonato e dott. Alberto Pratesi (AICC)
- ing. Antonella Cugliadolo e ing. Daniela Peyrot (ALENIA AERONAUTICA)
- dott. Giovanni Andreani (FINCANTIERI, ASSONAVE)
- ing. Alessandro Casula, ing. Roberto Borghesi ed ing. Francesco Andreotti (APAT)
- sig.ra Anna De Luzi (APAT) per la segreteria del gruppo.

Nelle sue prime riunioni il GTR "Trattamenti di superficie con solventi" (d'ora in poi semplicemente GTR) ha inteso delineare gli scopi e gli obiettivi del proprio lavoro che si possono così sintetizzare:

- gli elementi che il GTR propone alla Commissione Nazionale MTD hanno la valenza di strumento per l'approfondimento delle conoscenze tecnologiche nel settore sia ad uso dell'industria che dovrà presentare domanda di autorizzazione integrata ambientale sia ad uso del funzionario dell'autorità competente che dovrà istruire il procedimento e rilasciare l'autorizzazione;

- in quanto strumento di approfondimento delle conoscenze questo documento non contiene indicazioni su “limiti di emissione”, essendo questi ultimi il risultato di un processo di valutazione che deve tenere in conto aspetti specifici dell’industria che si autorizza e del sito su cui tale industria opera; la proposta di linea guida del GTR contiene piuttosto un’elencazione di tecniche disponibili ritenute le migliori oggi utilizzabili sia dal punto di vista tecnico che economico e delle prestazioni ambientali che sono conseguibili con le tecnologie proposte; le prestazioni saranno indicate sotto forma di intervalli di valori, in analogia con quanto fatto nel BRef comunitario;
- questo documento non contiene indicazioni sulla documentazione che dovrà essere prodotta dal richiedente al fine della richiesta dell’autorizzazione, ritenendo che tale aspetto debba essere trattato in altra sede;
- questo documento contiene invece gli elementi del monitoraggio e controllo degli aspetti ambientali significativi e dei parametri operativi specifici del settore, lasciando gli elementi generali per la definizione del piano di monitoraggio e controllo dell’azienda alla linea guida generale sui “sistemi di monitoraggio”.

Il GTR ha inoltre discusso e concordato un’impostazione relativa all’analisi costi-benefici delle MTD che saranno valutate. In una visione del rapporto costi-benefici che include i costi ed i benefici sia per le industrie che per la collettività, il GTR ha ritenuto che la fattibilità economica sia per definizione una valutazione che deve essere effettuata caso per caso e da colui che ha la competenza per l’individuazione della specifica tecnica. Il GTR ha individuato molte ragioni a sostegno di questo assunto. Vale la considerazione che una fattibilità economica non può prescindere dalla realtà aziendale che viene trattata (quanto meno per la dimensione dell’azienda), non può prescindere dalla collocazione territoriale degli impianti (per la definizione dei costi ovvero dei benefici sociali e per la valutazione della presenza di infrastrutture sul territorio che consentono determinate scelte aziendali). Poiché il prodotto richiesto al GTR è il complesso degli elementi per la definizione di una “linea guida”, si ritiene che esso possa comprendere solo alcune indicazioni propedeutiche all’effettuazione dell’analisi di fattibilità del tipo costi/efficacia.

Nel seguito del testo, infine, si farà ripetutamente cenno al documento comunitario noto come “BRef”. Si tratta del documento di riferimento per l’identificazione delle migliori tecniche, edito dall’ufficio IPPC della UE sito in Siviglia.

L’Unione Europea, infatti, si è attrezzata per favorire l’attuazione della direttiva IPPC creando un apposito ufficio, operante presso il Centro comunitario di ricerca di Siviglia. L’ufficio “IPPC” coordina una serie di gruppi tecnici che sono incaricati della redazione di documenti di riferimento per l’individuazione delle migliori tecnologie, i cosiddetti *Best Available Techniques Reference documents (BRefs)*. L’Italia ha attivamente contribuito ai lavori dei gruppi tecnici, con il coordinamento del ministero dell’Ambiente.

Per il settore dei trattamenti superficiali con utilizzo di solventi è oggi disponibile il draft del documento “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Draft Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents - Final Draft - November 2006” disponibile sul sito dell’ufficio IPPC di Siviglia all’indirizzo <http://eippcb.jrc.es>.

Nei riferimenti al BRef, nel seguito di questo documento, si farà uso dell'acronimo inglese BAT per indicare le *Best Available Techniques*; nel resto del testo si utilizzerà altresì l'acronimo italiano MTD ad indicare la migliore tecnica disponibile (al singolare) o le migliori tecniche disponibili (al plurale).

Per comodità viene qui richiamata la definizione di Migliore Tecnica Disponibile di cui all'art. 2 del D.Lgs 59/2005.

Migliori Tecniche Disponibili: la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. Nel determinare le migliori tecniche disponibili, occorre tenere conto in particolare degli elementi di cui all'allegato IV.

Si intende per:

- 1) tecniche: sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;
- 2) disponibili: le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli;
- 3) migliori: le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

Questo documento è stato redatto in funzione delle attività più diffuse nel nostro Paese. Per tali lavorazioni, nel seguito, si individuano ed analizzano tutti gli aspetti inerenti l'applicazione in Italia delle MTD.

Eventuali informazioni per altre produzioni nazionali, potranno essere comunque trovate nel testo del BRef comunitario e nel capitolo di questo documento dedicato ai processi comuni.

B. IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

Nell'allegato I è proposta una ricognizione normativa che ha lo scopo di indirizzare il lettore verso le norme rilevanti della vigente legislazione ambientale, in relazione allo specifico settore dei trattamenti di superficie con solventi, con particolare riferimento a quelle norme che prevedono autorizzazioni ambientali.

L'elenco che viene presentato non ha alcuna pretesa di completezza né può essere adottato nei procedimenti autorizzativi come riferimento unico ed esauriente, tanto più che esso non comprende una parte di normativa, quella di genesi regionale, che comunque deve essere presa in considerazione e rispettata nell'esercizio delle attività suddette.

Si nota inoltre che parte della normativa ambientale riportata nell'allegato I è stata abrogata, venendo coordinata in un testo unico dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, in attuazione della legge 25 dicembre 2004 n. 308. Tuttavia, al momento della scrittura di questa linea guida, lo schema di D. lgs. del 30 giugno 2006 ha fissato la riscrittura delle regole in materia di acque e rifiuti contenute nel D. lgs. 152/2006 entro il 30 novembre 2006 e il decreto correttivo del D. lgs. 3 aprile 2006 n. 152 entro la fine del gennaio 2007.

Con tale premessa e per ragioni di brevità, di tale elenco vengono di seguito richiamati soltanto alcuni riferimenti legislativi che rivestono particolare specificità per il settore trattato.

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 16 gennaio 2004 n. 44 si colloca nel contesto definito dal D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 (norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali), dal D.M. 12 luglio 1990 (linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi e massimi di emissione), dal D.M. 21 dicembre 1995 (disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali), dal D. lgs. 4 agosto 1999, n. 372 (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento) e dal D. lgs. 3 febbraio 1997, n. 52 e successive modifiche (classificazione, etichettatura e l'imballaggio delle sostanze pericolose). Esso recepisce la Direttiva Europea 1999/13/CE, ed ha come scopo principale la riduzione delle emissioni dei Composti Organici Volatili (COV) derivanti dall'esercizio delle attività individuate nel suo allegato I, qualora esse superino le soglie di consumo di solvente indicate nell'allegato stesso. Gli impianti che svolgono tali attività sono tenuti al rispetto dei valori limite di emissione negli scarichi gassosi e dei valori limite di emissione diffusa indicati nell'allegato II, oppure dei valori limite di emissione totale individuati ai sensi dell'allegato II o dell'allegato III. Per il raggiungimento di tale risultato il D.M. 44/2004 indica l'applicazione delle migliori tecniche disponibili, l'utilizzo di materie prime a ridotto o nullo tenore di solventi organici, l'ottimizzazione dell'esercizio e della gestione degli impianti e, ove necessario, l'installazione di idonei dispositivi di abbattimento. Il D.M. 44/2004 impone inoltre la sostituzione, quanto prima, delle sostanze e preparati cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione (frasi di rischio R45, R46, R49, R60).

Il D. lgs. 27 marzo 2006, n. 161, in attuazione della direttiva 2004/42/CE, determina, per le pitture, le vernici e i prodotti per carrozzeria, elencati nel suo allegato I, il contenuto massimo dei composti organici volatili (COV) ammesso ai fini dell'immissione sul mercato, allo scopo di prevenire o limitare l'inquinamento atmosferico derivante dagli effetti dei COV sulla formazione dell'ozono troposferico. Detti prodotti possono essere immessi sul mercato solo se provvisti di un'etichetta riportante il tipo di prodotto di cui all'allegato I, il relativo valore limite in g/l, di cui all'allegato II e il contenuto massimo di COV nel prodotto pronto all'uso. Il D. lgs. 161/2006 indica inoltre, nel suo allegato III, i metodi da adottare ai fini della verifica della conformità del contenuto di COV.

C. RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE

Definizione di solvente

I solventi sono composti capaci di dissolvere altre sostanze e, per la maggior parte delle applicazioni, sono liquidi a temperatura ambiente e a pressione atmosferica.

I solventi che si trovano comunemente in commercio sono organici, ossia sostanze chimiche che contengono carbonio.

Esistono molte definizioni di solvente organico, ma in questa sede si è scelto di riportare quella contenuta nella Direttiva 1999/13/CE sulla limitazione delle emissioni di composti organici volatili dovute all'uso di solventi organici in talune attività e in taluni impianti, secondo cui solvente organico è “... qualsiasi COV usato da solo o in combinazione con altri agenti al fine di dissolvere materie prime, prodotti o materiali di rifiuto, senza subire trasformazioni chimiche o usato come agente di pulizia per dissolvere contaminanti oppure come dissolvente, mezzo di dispersione, correttore di viscosità, correttore di tensione superficiale, plastificante o conservante ...”.

Un solvente organico, in realtà, può essere costituito da, o può contenere, composti organici volatili (COV), la cui definizione sempre secondo la Direttiva di cui sopra è: “... qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni d'uso particolari ...”.

Un'altra definizione di COV si può trovare nella Direttiva NEC (art. 3, lettera k) relativa ai limiti nazionali di emissione “ ... Composti Organici Volatili (COV) sono tutti i composti organici che provengono dall'attività umana, eccetto il metano, che sono capaci di produrre ossidanti fotochimici tramite reazioni con gli ossidi di azoto in presenza di luce solare ...”.

I solventi sono derivati direttamente dall'industria petrolifera e creati da produttori consolidati.

In Europa vengono vendute ed usate 4,5 milioni di tonnellate di solventi e finora la domanda maggiore proviene dall'industria della verniciatura e dei rivestimenti. Tra il 1998 e il 2003, la domanda è calata da circa il 46% al 27%, e ciò è stato probabilmente dovuto al diffuso passaggio a solventi a base d'acqua e a tecnologie in polvere, quando tecnicamente fattibile. Del rimanente, il 7% viene utilizzato nelle formulazioni di inchiostro da stampa e il 4% nelle formulazioni di adesivo. Non è possibile fornire un'ulteriore analisi di queste cifre, poiché i produttori non sanno, per esempio, in che tipo di formulazione i solventi vengono usati (se per la pulizia, ecc.) (CITARE FONTE)

I solventi vengono generalmente classificati in classi di prodotti. Le classi più importanti sono:

- solventi ossigenati: tra cui gli esteri, i chetoni, gli alcoli e gli eteri glicolici (ed i loro derivati acetati);

- solventi idrocarburici: aromatici (per esempio il toluene e gli xileni), gli alifatici ed i solventi idrocarburici paraffinici;
- solventi alogenati (che contengono almeno un atomo di bromo, cloro, fluoro o iodio per molecola).

A causa della loro natura combustibile, dei loro effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori e spesso per i loro odori aggressivi, i solventi vengono controllati e captati nei processi che li utilizzano al fine di evitarne la diffusione negli ambienti di lavoro e in atmosfera.

Molti solventi, inoltre, possono essere pericolosi per l'ambiente acquatico (acque di superficie e sotterranee), e possono potenzialmente contaminare il suolo.

Negli ambienti di lavoro, l'esposizione ai solventi avviene essenzialmente attraverso le vie di assorbimento inalatoria, e cutanea. L'assorbimento attraverso il tratto gastrointestinale è dovuto all'ingestione di acqua ed alimenti contaminati.

La natura e l'entità degli effetti dei solventi sulla salute umana e sull'ambiente dipendono dalla struttura chimica di ciascun composto.

In relazione alla loro classificazione (Dir 67/48/CEE), essi possono essere:

- Tossici, come il benzene (cancerogeno di categoria 1), l'1,2-dicloroetano (cancerogeno di categoria 2) e il tetracloruro di carbonio (cancerogeno di categoria 3);
- Nocivi, come il diclorometano (cancerogeno di categoria 3) il cloroformio (cancerogeno di categoria 3), il tetracloroetilene (cancerogeno di categoria 3), l'1,1,1-tricloroetano e il toluene;
- Irritanti come l'acetato di etile e, l'acetato di propile;
- Pericolosi per l'ambiente, come il tetracloruro di carbonio, il tetracloroetilene l'1,1,1-tricloroetano, l'1,1-dicloro-1-fluoroetano.

Gli effetti sulla salute umana possono essere acuti, in seguito ad esposizioni di breve durata a concentrazioni relativamente alte, come anche cronici, in conseguenza di esposizioni a lungo termine a concentrazioni più basse. Essi possono essere locali (dermatiti, irritazione oculare e delle vie respiratorie) e nei casi più gravi, sistemici, come gli effetti a carico del fegato, dei reni, del sistema nervoso centrale e periferico e del sistema cardiovascolare. Alcuni solventi sono classificati come cancerogeni, mutageni, tossici per la riproduzione.

La gestione dei rischi connessi con gli ambienti di lavoro è regolamentata dal Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n.626. In particolare tale decreto, definisce e fornisce i valori limite di esposizione professionale per alcuni composti. Per gli agenti cancerogeni (categorie 1 e 2) e mutageni (categorie 1 e 2) esso impone la sostituzione con composti di minore pericolosità o, ove ciò non sia tecnicamente possibile, l'utilizzazione in un sistema chiuso. Nel caso non sia tecnicamente possibile operare con un sistema chiuso, il livello di esposizione dei lavoratori deve essere ridotto al più basso valore tecnicamente possibile e comunque deve essere inferiore al rispettivo valore limite di esposizione professionale.

L'utilizzo di solventi in ambienti confinati, in relazione alla loro infiammabilità, comporta inoltre il rischio di formazione di atmosfere esplosive, quando la concentrazione dei loro vapori in aria è maggiore del loro limite inferiore di esplodibilità (LEL) e minore del limite superiore di esplodibilità (UEL).

I COV sono inoltre responsabili di:

- danni ai materiali;
- formazione dello smog fotochimico;
- riduzione dell'ozono stratosferico;
- cambiamenti climatici;
- odori.

Allo stesso tempo, i COV hanno un effetto dannoso diretto ed indiretto sulle piante e gli animali, e sugli ecosistemi in generale. E i COV più persistenti presentano un impatto potenziale sulla salute per via del trasporto attraverso i media ambientali, per esempio attraverso la contaminazione del ciclo naturale dell'acqua.

Oltre all'impatto diretto, i COV hanno un effetto indiretto sulla salute dovuto alla formazione in aria degli ossidanti fotochimici che provengono dalle reazioni che avvengono tra i COV e gli NO_x in presenza di luce solare. Tali ossidanti fotochimici comprendono ozono, nitrati perossiacilici, perossidi, ecc. Questi composti possono essere dannosi per la salute e sono dannosi anche per le piante e i materiali.

I COV hanno inoltre un ruolo importante anche nella riduzione dell'ozono stratosferico e troposferico.

Quasi tutti i COV hanno il potenziale di contribuire direttamente al riscaldamento globale per via dell'assorbimento della radiazione infrarossa riflessa dalla terra. In generale maggiore è la complessità del COV e maggiore è la capacità di assorbire la radiazione infrarossa, sebbene la maggior parte dei COV abbiano una vita nell'atmosfera molto breve e siano abbattuti da reazioni atmosferiche. In generale, le eccezioni alla regola sono costituite dagli idrocarburi leggeri saturi e dai composti alogenati. I COV contribuiscono anche indirettamente al riscaldamento globale influenzando la concentrazione di ozono, che è un potenziale gas a effetto serra.

Molti COV hanno inoltre un odore aggressivo ed in alcune circostanze le emissioni di COV possono aumentare i fastidi olfattivi a livello locale.

Le produzioni che sono interessate all'uso di solventi

Il settore oggetto della presente Linea Guida non è in alcun modo riducibile ad una singola produzione. Afferiscono alla categoria IPPC 6.7, piuttosto, molte produzioni nazionali che sono qui di seguito brevemente riassunte:

- processi di stampa: sono individuabili alcuni sottosectori, tutti al momento attivi in Italia;
- verniciatura di veicoli: settore di sicuro interesse in Italia e che sarà trattato nel seguito distinguendo tra autoveicoli, veicoli industriali, navi, treni ed aerei;

- industria del legno; industria di grande importanza e significatività nel panorama italiano;
- coil coating; ovvero la verniciatura di nastri sottili metallici che è attiva in Italia e sarà affrontata nel seguito;
- produzione di nastri flessibili e abrasivi: è un settore che non vede alcuna azienda in Italia superare la soglia IPPC e dunque verrà trattato nel seguito solo in termini di descrizione del ciclo produttivo;
- industria calzaturiera che utilizza solventi in diverse fasi di produzione e che vede nell'area di Macerata uno dei comparti più importanti a livello europeo;
- la verniciatura degli aerei;
- la cantieristica navale.

Le produzioni interessate all'utilizzo di solvente sono sinteticamente descritte nel seguito.

Processi di stampa

Dati sulla produzione

Fanno parte del settore tutte le imprese le cui attività sono: stampa di libri, giornali, opuscoli pubblicitari, bollette, ecc., rilegatura e finitura libri, composizione e fotoincisione.

Vengono considerate anche le grandi aziende specializzate nella stampa di giornali appartenenti a grandi gruppi editoriali.

All'interno del vasto universo composto da circa 19.000 piccole e medie imprese grafiche con meno di 5 milioni di euro di fatturato, che rappresentano il 95% del totale delle aziende, la Società per gli studi di settore, costituita dal Tesoro e dalla Banca d'Italia, ha individuato ben 21 categorie di gruppi di imprese che sono omogenee per ricavi, struttura e mercato che possono ulteriormente essere riaccorpate in:

- stampatori di piccole e piccolissime dimensioni: sono in prevalenza delle ditte individuali concentrate nella sola fase di stampa, che soddisfano le esigenze espresse da una clientela locale articolata fra industria, artigiani, enti, commercianti al dettaglio e privati
- stampatori di dimensioni medio-piccole: sono imprese specializzate nell'attività di stampa, con marginali attività di pre stampa, legatoria e finitura che vengono affidate, per una quota rilevante, ad altre aziende che lavorano per conto terzi. La gamma dei prodotti è composta da stampati pubblicitari (cartoline, calendari, opuscoli, volantini, manifesti e cataloghi), da stampati commerciali (biglietti da visita, buste, moduli, inviti/cartoncini, lettere, etichette e cartellini) e da prodotti editoriali, in particolare libri, riviste e periodici. La tipologia della clientela è rappresentata dall'industria, dall'editoria, da enti pubblici e da artigiani
- aziende specializzate in singole fasi produttive che operano per conto terzi: le grandi fluttuazioni nella richiesta di composizione di testi, di preparazione, di illustrazione, di allestimento, favoriscono la diffusione di aziende che devono la loro esistenza alla capacità di offrire i propri servizi specialistici agli editori ed agli stampatori. Tali aziende sono costituite, salvo alcuni casi, da unità produttive di dimensioni ridotte. Tuttavia nel caso delle legatorie le dimensioni aziendali sono più consistenti date le lavorazioni che devono affrontare.

Personale impiegato e dati macroeconomici

Il mercato italiano dell'industria grafica, sulla base delle stime di Assografici, vale 11.771 milioni di euro nel 2004, con un aumento del 3% rispetto al 2003.

Variabili	Unità di misura	2001	2002	2003	2004
Fatturato	Milioni	11.827	11.520	11.428	11.771
Esportazioni	Milioni	1.444	1.427	1.382	1.369
Importazioni	Milioni	609	602	524	549
Saldo commerciale	Milioni	835	825	858	820
Produzione	Variazioni %	1,9	-2,0	1,8	3,6
Utilizzazione impianti	%	77,9	75,8	75,4	76,0

Fonti: Assografici/Istat/Isae

La domanda ha più componenti, con caratteristiche e dinamiche diverse:

- editoria di giornali e periodici
- editoria di libri e riviste
- editoria di cataloghi e directory
- pubblicità e promozioni: brochure, opuscoli pubblicitari
- amministrazione: moduli continui, bollette

Il numero di addetti è riassunto nella tabella seguente.

Industria grafica	Imprese	Addetti	Addetti/Impresa
Fino a 19 addetti	18.952	73.447	4
20-49addetti	765	22.297	29
50-99addetti	162	10.935	68
100 e oltre	80	20.608	258

Fonte: Censimento Istat, anno 2001

Il nanismo delle piccole e medie imprese grafiche è più accentuato rispetto alla media dell'industria nazionale ed europea.

Il 95% delle aziende ha meno di 20 dipendenti. Le aziende che occupano più di 500 addetti sono poche e, se si eccettua il Poligrafico dello Stato, appartengono in parte agli storici gruppi editoriali integrati a monte e in parte a più recenti concentrazioni di imprese che hanno aggregato rilevanti capacità di produzione.

E' interessante notare che ben il 35% delle aziende, sulle 19.000 PMI grafiche, operano in conto terzi e che il fatturato medio di tali piccole e medie imprese, secondo i dati elaborati dalla SO.SE nel 2002 era di 401.668,00 euro per azienda.

Le aziende al di sopra dei 5 milioni di euro di fatturato possono essere classificate per fattori dimensionali e modalità organizzativa nei seguenti tre raggruppamenti:

1. grandi aziende editoriali verticalmente integrate presenti nel settore dell'informazione, che operano a contatto diretto con il grande pubblico, orientate a realizzare i loro prodotti in aziende grafiche controllate, mediante l'impiego di impianti di stampa di elevata capacità produttiva
2. grandi aziende di stampa per conto terzi: che non dispongono di una propria attività editoriale a monte, in grado di saturare la capacità produttiva. Oltre che alle imprese editoriali, si rivolgono anche a primarie società di altri settori con servizi specializzati (cataloghi di vendita per corrispondenza, di viaggi, ecc.)
3. stampatori di medie dimensioni: imprese dotate di impianti roto-offset di piccolo e medio formato generalmente pluricolore. Si trovano imprese specializzate nella stampa di libri illustrati, stampatori di periodici e cataloghi a media tiratura, aziende operanti prevalentemente nel segmento commerciale.

In particolare, come in tutti i settori frammentati, le piccole e medie imprese si sono orientate verso strategie di nicchia o di integrazione del territorio, avendo come figura centrale l'imprenditore. In queste imprese le scelte operative e le decisioni strategiche dipendono in larga misura proprio dall'imprenditore che ha un forte legame con la

famiglia. Infatti ben il 77% delle circa 20.000 imprese grafiche sono gestite da società di persone o sono ditte individuali.

Per quanto riguarda il posizionamento competitivo tali aziende si caratterizzano per il fatto di operare su ambiti competitivi ristretti, si concentrano su specifiche categorie di clienti con una strategia di focalizzazione, poiché non dispongono delle risorse umane, finanziarie, tecnico-commerciali, necessarie per potersi impegnare su fronti competitivi più ampi. Tali comportamenti trovano una loro ragione nel profilo strutturale dell'industria italiana e dei mercati in cui le piccole e medie aziende grafiche sono impegnate.

Distribuzione geografica delle imprese

Nelle regioni del Nord, al 55,5% di aziende grafiche corrisponde l'aliquota più elevata del 67,1% di addetti. Ciò costituisce il primo sintomo della diversa ampiezza degli stabilimentinelle varie aree del paese.

La Lombardia si conferma il principale distretto di aziende grafiche con quasi ¼ delle imprese ed il 28% degli addetti totali. In termini di imprese, al secondo posto viene il Lazio seguito da Veneto, Emilia Romagna e Piemonte mentre in termini di addetti è secondo il Veneto, seguito da Emilia Romagna, Piemonte e Lazio.

Le regioni nelle quali si notano complessi produttivi di taglia mediamente più elevata sono Veneto, Trentino Alto Adige, Piemonte, Lombardia ed Emilia Romagna (8 addetti per azienda). Hanno dimensioni medie più piccole, sempre in termini di addetti, gli stabilimenti grafici ubicati in Calabria, Sicilia e Sardegna (3 addetti per azienda).

Regioni	Imprese	%	Addetti	%
Piemonte	1.654	8,3	12.958	10,2
Valle d'Aosta	38	0,2	177	0,1
Lombardia	4.664	23,4	36.153	28,4
Trentino Alto Adige	318	1,6	2.603	2,0
Veneto	1.832	9,2	15.361	12,1
Friuli Venezia Giulia	382	1,9	2.695	2,1
Liguria	509	2,6	1.993	1,6
Emilia Romagna	1.680	8,4	13.413	10,5
Toscana	1.270	6,4	6.795	5,3
Umbria	374	1,9	2.342	1,8
Marche	575	2,9	3.421	2,7
Lazio	2.004	10,0	12.632	9,9
Abruzzo	393	2,0	1.786	1,4
Molise	68	0,3	244	0,2
Campania	1.277	6,4	4.566	3,6
Puglia	932	4,7	3.698	2,9
Basilicata	137	0,7	665	0,5
Calabria	410	2,1	1.336	1,0
Sicilia	1.098	5,5	3.342	2,6

Sardegna	344	1,7	1.107	0,9
Totale	19.959	100,0	127.287	100,0
<i>Nord</i>	<i>11.077</i>	<i>55,5</i>	<i>85.353</i>	<i>67,1</i>
<i>Centro</i>	<i>4.223</i>	<i>21,2</i>	<i>25.190</i>	<i>19,8</i>
<i>Sud</i>	<i>4.659</i>	<i>23,3</i>	<i>16.744</i>	<i>13,1</i>

Le aziende italiane associate ad Assografici sono ripartite come segue:

- aziende che stampano rotocalco: 33
- aziende che stampano flexografia: 130
- aziende che stampano offset: 399
- aziende che stampano digitale: 143
- aziende che stampano in serigrafia: 66
- aziende che stampano in tampografia: 8.

La recente congiuntura sfavorevole

Dalla ricerca di Prometeia intitolata “Il posizionamento competitivo del Sistema Grafico Cartotecnico Trasformatore Italiano” appare che l’industria grafica italiana ha presentato negli ultimi vent’anni un elevato dinamismo dei propri ritmi produttivi, decisamente superiore all’industria italiana: di fronte ad una crescita medio annua delle imprese manifatturiere nel loro complesso pari a circa 1 punto e mezzo percentuale, le aziende grafiche hanno registrato, in media, tassi di sviluppo annui nell’ordine dei 3 punti e mezzo.

Nel corso degli anni più recenti, il ritmo di sviluppo dell’industria grafica ha registrato un brusco rallentamento, passando dal +4,1% medio annuo del quinquennio 1996-2000 all’1,4% del quadriennio più recente, 2001-2004.

Ad incidere in modo decisivo su tale risultato è stata la forte battuta d’arresto sperimentata dagli investimenti pubblicitari del canale stampa, che, in un contesto congiunturale comunque fattosi difficile per il mercato pubblicitario nel suo complesso (-1,2% medio annuo, a prezzi correnti, nel periodo 2001-2004), hanno evidenziato, rispetto ai canali alternativi, le penalizzazioni maggiori (-3%). Negli ultimi quattro anni, la quota di investimenti pubblicitari veicolati attraverso la carta stampata è diminuita di quasi 5 punti percentuali, a vantaggio del mezzo televisivo.

Sulla base della già citata ricerca di Prometeia, l’industria grafica italiana ha evidenziato, a partire dalla seconda metà degli anni ’90, un progressivo deterioramento della propria redditività operativa: il ROI (Return on Investment) del settore si è infatti dimezzato, scendendo da un livello prossimo all’11% al 5,4% del 2003. Tale evidenza discende dall’analisi di un campione di bilanci, relativo al periodo 1990-2003, di circa 1600 imprese operanti nel settore.

Una simile riduzione della redditività industriale, benché in parte fisiologica, dato un contestuale abbassamento del costo del denaro, appare un fenomeno più pronunciato di quanto sperimentato dalla media dell’industria italiana e con caratteristiche di pervasività all’interno del settore.

Verniciatura di autoveicoli

Dati sulla produzione

Nell'ambito della verniciatura dell'autoveicolo in Italia, il settore presenta un'azienda leader con stabilimenti dislocati su tutto il territorio Nazionale, più altre realtà che si differenziano per produzioni che sono caratterizzati da produzioni di nicchia.

La verniciatura dell'autoveicolo interessa la produzione di:

- scocche di autovetture
- scocche di furgoni

Relativamente alle diverse categorie di veicoli di seguito sono riportate le produzioni complessive degli stabilimenti italiani nel corso dell'anno 2004:

- autoveicoli circa 850.000 unità/anno
- furgoni circa 195.000 unità/anno.

Indicazioni sulla distribuzione territoriale

La tabella seguente riporta la distribuzione geografica dei siti produttivi e le rispettive produzioni per l'anno 2004.

Regione	Siti produttivi	Manufatti verniciati	Produzioni
Nord Italia (Piemonte, Emilia Romagna)	4	Autoveicoli	Circa 249.000 unità
Centro Italia (Lazio, Abruzzo)	2	Autoveicoli / Furgoni	Circa 303.000 unità
Sud Italia ed Isole (Campania – Basilicata e Sicilia)	3	Autoveicoli	Circa 493.000 unità

Personale impiegato e dati macroeconomici

Il numero delle persone impiegate nelle varie unità varia tra i diversi siti produttivi da 150 a 700 addetti. Il numero totale delle persone impiegate nell'attività in Italia è di circa 5000 addetti.

Il fatturato complessivo alla produzione degli stabilimenti italiani sopracitati nel 2004 è stato di circa 93 M€.

Life-cycle degli Impianti

Poiché tutte le linee di verniciatura sono modulari, non si può classificare la vita media di un impianto in toto, generalmente le varie linee produttive vengono rimpiazzate dopo

Pertanto risulta arduo fare confronti fra i diversi impianti del settore.
I range tipici sono:

Acqua industriale (lt/m²)	Acqua demineralizzata (lt/m²)	Metano (Nm³/m²)	Energia termica (Mcal/m²)	Energia elettrica (kWh/m²)
35 ÷ 55	10 ÷ 20	0,4 ÷ 0,6	3 ÷ 8	3 ÷ 4

Emissioni

Emissioni in atmosfera

Le emissioni di solventi organici provenienti dal settore della verniciatura degli autoveicoli corrisponde a circa il 90 % del totale riferito all'intero settore automobilistico in Italia.

In termini di fattore di emissione risultano vincolanti alcune caratteristiche peculiari ai requisiti produttivi:

- i bassi volumi produttivi rendono gli investimenti per il contenimento delle emissioni di solventi organici più elevati in relazione all'unità di solvente rimossa, rispetto al settore caratterizzato da volumi produttivi superiori;
- alcune produzioni sono caratterizzate da gamme colori molto più elevata rispetto a quanto previsto normalmente nel settore delle automobili, tale situazione comporta una serie di ricadute sul piano tecnologico:
 - una maggior numero spurghi di cambi colore, poiché non è possibile la verniciatura per grandi lotti di colore
 - necessità di smaltire le quantità residue di vernici non utilizzate (nel caso di verniciatura per piccoli lotti di colore);
- le particolari esigenze qualitative richieste da alcuni mercati per determinati prodotti (vetture di alta gamma e di piccole produzioni) comportano incremento dei consumi di materiali vernicianti.

Scarichi idrici

Gli scarichi idrici degli impianti di verniciatura degli autoveicoli sono generati, in larga parte, dalle fasi di pretrattamento delle superfici e solo parzialmente da quelle di applicazione della vernice. Pertanto i volumi di acqua scaricata sono fortemente influenzati dal tipo di ciclo produttivo adottato, che dipende dal livello di finitura richiesto per il manufatto. Inoltre, a parità di ciclo, essi variano in relazione alla configurazione impiantistica, dipendente da molteplici fattori, tra cui l'età dell'impianto e la disponibilità di spazio.

Dal punto di vista qualitativo, gli inquinanti veicolati negli scarichi idrici sono essenzialmente:

- pretrattamento: tensioattivi, COD, oli, fosfati, metalli pesanti
- cataforesi: COD, solidi sospesi
- spruzzatura fondo/smalto: COD, solidi sospesi.

Rifiuti

I rifiuti generati dalla verniciatura del veicolo industriale sono:

- imballaggi dei prodotti vernicianti (fusti, latte)
- fanghi di verniciatura
- solventi organici esausti
- vernici e sigillanti di scarto
- carta di mascheratura
- stracci, materiali assorbenti, indumenti a perdere
- filtri e secco delle cabine di verniciatura
- acque di verniciatura (se non inviate ad un impianto di trattamento acque reflue)
- bagni di pretrattamento esausti (se non inviati ad un impianto di trattamento acque reflue).

Verniciatura di veicoli industriali

Dati sulla produzione

Il settore del veicolo industriale in Italia è caratterizzato dalla presenza di una azienda leader con stabilimenti su tutto il territorio nazionale, per la produzione di tutte le gamme di veicoli: leggeri con peso totale a terra (PTT) fino a 6 t (furgoni o cabinati), medi e pesanti stradali, off – road e speciali, bus urbani ed extraurbani e motori a partire da 40 kW fino a 1600 kW di potenza, per applicazioni stradali, marine e per generazione di energia.

La verniciatura del veicolo industriale si articola nella verniciatura dei suoi componenti fondamentali, che vengono poi assemblati per formare il veicolo finito:

- cabina del conducente (o scocca, per i furgoni)
- telaio
- ponte e assale
- motore
- autotelaio del veicolo completo (verniciatura di finizione).

Per ottimizzare qualità e costi di produzione, gli impianti di verniciatura del telaio, del motore e del gruppo ponte + assale sono accentrati in alcuni siti produttivi, dai quali i componenti verniciati vengono inviati agli altri stabilimenti, italiani ed esteri, per l'assemblaggio finale del veicolo.

Relativamente alle diverse categorie di veicoli industriali e dei loro componenti, di seguito sono riportate le produzioni complessive degli stabilimenti italiani nel corso dell' anno 2004:

- | | | |
|--|---------------|-------------|
| • veicoli (gamme leggera, media, pesante e speciale) | circa 96.500 | unità/anno |
| • motori (gamme media e pesante) ¹ | circa 135.000 | unità/anno |
| • componenti (telai e ponti/assali) | circa 190.000 | unità/anno |
| • bus | circa 1.000 | unità/anno. |

Indicazioni sulla distribuzione territoriale

La tabella² seguente riporta la distribuzione geografica dei siti produttivi e le rispettive produzioni per l' anno 2004:

¹ I motori della gamma leggera non vengono verniciati

² Sono esclusi gli stabilimenti che effettuano solo lavorazioni meccaniche e i relativi montaggi, nei quali non vengono effettuate verniciature

Regione	Siti produttivi	Manufatti verniciati	Produzioni
Nord Italia (Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Emilia Romagna)	6	Cabine o scocche (gamme leggera, media, pesante e speciale)	96.500
		Componenti (Telai, Ponti/assali)	circa 190.000
		Motori gamme media e pesante	circa 135.000
Sud Italia (Campania)	1	Bus urbani ed extraurbani	1.000

Personale impiegato e dati macroeconomici

Il personale complessivamente impiegato nei siti produttivi citati al punto precedente è di circa 9.250 unità (rif. anno 2004).

Il fatturato complessivo alla produzione degli stabilimenti italiani sopraccitati nel 2004 è stato di circa 2.870 M€.

Impatto ambientale del settore

Consumi

Il settore della verniciatura del veicolo industriale (compresi i bus) ha utilizzato complessivamente nel 2004 le seguenti quantità di prodotti di protezione superficiale :

- Prodotti di pretrattamento circa 530 t/a
- Prodotti vernicianti
(vernici, solventi, sigillanti e protettivi sottoscocca) circa 4.900 t/a

La quantità complessiva di solventi contenuta nei suddetti prodotti vernicianti è stata di 1.400 t/a.

I consumi medi specifici variano in relazione ai diversi manufatti verniciati; pertanto i valori sottoriportati sono puramente indicativi, in quanto sono il riflesso di cicli di verniciatura e configurazioni impiantistiche diversi tra loro. Si possono comunque individuare tre tipologie di manufatto verniciato:

- cabina o scocca (nel caso del furgone), per le quali si effettua un ciclo di verniciatura complesso, funzionale all'aspetto estetico richiesto;
- gli altri componenti del veicolo (telaio, motore, ponte/assale), per i quali i cicli di verniciatura sono più semplici; le quantità specifiche indicate sono in questo caso dipendenti dall'estensione del manufatto;
- il bus.

Cabina o Scocca	Consumo medio specifico (g/m²)
• Prodotti di Pretrattamento	50 - 60
• Prodotti vernicianti in genere (vernici, solventi, sigillanti e protettivi sottoscocca)	275 - 330

Altri componenti del veicolo (telaio, motore, ponte e assale)	Consumo medio specifico (g/manufatto)
• Prodotti di Pretrattamento	100 - 300
• Prodotti vernicianti in genere (vernici, solventi, sigillanti e protettivi sottoscocca)	2.000 - 3.000

Bus	Consumo medio specifico (kg/bus)
• Prodotti di Pretrattamento	6
• Prodotti vernicianti in genere (vernici, solventi, sigillanti e protettivi sottoscocca)	170

Come per i prodotti vernicianti, i consumi di acqua industriale e di vettori energetici degli impianti di verniciatura del settore sono fortemente influenzati dalla complessità del ciclo di verniciatura, dal tipo di manufatto verniciato e dalla configurazione dell'impianto. Pertanto risulta arduo fare confronti fra i diversi impianti del settore.

Si riportano nel seguito gli intervalli di valori dei consumi specifici, riferiti all'unità di superficie verniciata, degli impianti di verniciatura delle cabine di autocarri e scocche di furgoni, certamente più significativi e caratterizzati da un processo di rivestimento più complesso rispetto agli impianti per gli altri manufatti.

Acqua industriale (l/m²)	Metano (Nm³/m²)	Energia termica (Mcal/m²)	Acqua demineralizzata (m³/m²)	Energia elettrica (kWh/m²)
35 ÷ 100	0,7 ÷ 1	2 ÷ 10	10 ÷ 40	4 ÷ 4,5

Emissioni

Emissioni in atmosfera

Le emissioni di solventi organici provenienti dal settore della verniciatura dei veicoli industriali corrisponde a circa il 10 % del totale riferito all'intero settore automotive in Italia.

In termini di fattore di emissione esse risultano superiori rispetto a quelle relative alla verniciatura delle automobili, per una serie di ragioni strutturali:

- i bassi volumi produttivi rendono gli investimenti per il contenimento delle emissioni di solventi organici più elevati in relazione all'unità di solvente rimossa, rispetto al settore della verniciatura delle automobili;
- il grado di automazione è minore a causa dei costi di investimento elevati in rapporto ai volumi produttivi; inoltre le superfici da verniciare sono più ampie e la loro geometria è in genere più complessa rispetto a quella di una scocca di automobile, e ciò determina conseguentemente una riduzione dell'efficienza di trasferimento e un maggior livello di emissione di solventi;

- l'ingombro dei veicoli da verniciare richiede l'installazione di cabine e forni di cottura di ampie dimensioni, con la conseguenza che i volumi d'aria da trattare sono molto grandi e l'adozione di sistemi di abbattimento risulta economicamente onerosa;
- le tecniche disponibili per la verniciatura delle automobili spesso non sono disponibili o richiedono di essere adattate con costi di installazione molto alti a causa delle grandi dimensioni dei veicoli e dei volumi ridotti;
- la gamma dei colori richiesti dal mercato è molto più elevata rispetto al settore delle automobili, anche a causa delle richieste particolari da parte delle flotte (si va dalle 300 alle 800 tinte disponibili per il cliente finale); tale situazione comporta una serie di ricadute sul piano tecnologico:
 - una maggior numero spurghi di cambi colore, poiché non è possibile la verniciatura per grandi lotti colore
 - la modalità di verniciatura per piccoli lotti di colore, determina la necessità di smaltire le quantità residue di vernici non utilizzate
 - l'adozione di vernici all'acqua non è disponibile per impianti che devono garantire un elevato numero di tinte;
- le ampie superfici dei veicoli industriali sono più soggette, rispetto a quelle di una scocca di automobile, al rischio di danneggiamenti o difettosità, pertanto si riscontrano maggiori percentuali di veicoli ritoccati o riverniciati.

Scarichi idrici

Gli scarichi idrici degli impianti di verniciatura dei veicoli industriali sono generati, in larga parte, dalle fasi di pretrattamento delle superfici e solo parzialmente da quelle di applicazione della vernice. Pertanto i volumi di acqua scaricata sono fortemente dipendenti dal tipo di ciclo protettivo adottato, che dipende dal livello di finitura richiesto per il manufatto. Inoltre, a parità di ciclo, essi variano in relazione alla configurazione impiantistica, dipendente da molteplici fattori, tra cui l'età dell'impianto e la disponibilità di spazio.

Dal punto di vista qualitativo, gli inquinanti veicolati negli scarichi idrici sono essenzialmente :

- pretrattamento: tensioattivi, COD, oli, fosfati, metalli pesanti
- cataforesi: COD, solidi sospesi
- spruzzatura fondo/smalto: COD, solidi sospesi.

Rifiuti

I rifiuti generati dalla verniciatura del veicolo industriale sono:

- imballaggi dei prodotti vernicianti (fusti, latte)
- fanghi di verniciatura
- solventi organici esausti
- vernici e sigillanti di scarto
- carta di mascheratura
- stracci, materiali assorbenti, indumenti a perdere
- filtri e secco delle cabine di verniciatura
- acque di verniciatura (se non inviate ad un impianto di trattamento acque reflue)
- bagni di pretrattamento esausti (se non inviati ad un impianto di trattamento acque reflue).

Verniciatura del legno

Dati sulla produzione

Nell'ambito del macro-settore Legno il settore più consistente (oltre il 55% degli addetti) è quello dei Prodotti in legno per l'edilizia che comprende imprese che producono beni intermedi e prodotti finiti destinati all'edilizia residenziale e non residenziale. Si tratta prevalentemente di imprese di piccole e piccolissime dimensioni, diffuse in modo pressoché uniforme su tutto il territorio nazionale. Un secondo nucleo è costituito dai produttori di materiali, semilavorati e componenti per l'arredamento. Un insieme variegato di beni intermedi a base di legno, che presenta alcuni comparti estremamente concentrati come quello dei pannelli truciolari. I comparti delle prime lavorazioni hanno ormai un peso relativamente contenuto.

Dimensioni del Macro-settore Legno³

	Dati 2005	Peso% sul sistema L-A
Imprese	45.000	56%
Addetti	178.000	43%
Fatturato	15 miliardi	41%
Export	1 miliardo	8%
Saldo commerciale	-1 miliardo	negativo

Fonte: Centro Studi Cosmit/Federlegno-Arredo

Dimensioni del Macro-settore Arredamento⁴

	Dati 2005	Peso% sul sistema L-A
Imprese	36.000	44%
Addetti	232.000	57%
Fatturato	22 miliardi	59%

³ **Macro-settore Legno:** comprende le prime lavorazioni, tutte le produzioni rivolte all'edilizia e alla finitura d'interni (porte, finestre, parquet, ecc.), tutti i materiali di base (compensati e pannelli ecc.), semilavorati e componenti destinati all'industria del mobile e dell'arredamento in genere.

⁴ **Macro-settore Arredamento:** comprende tutti i tipi di mobili (di qualsiasi materiale) per uso domestico e collettivo, gli apparecchi per illuminazione e un aggregato di complementi vari d'arredamento.

Export	11 miliardi	92%
Saldo commerciale	9 miliardi	Attivo

Fonte: Centro Studi Cosmit/Federlegno-Arredo

Il macro-settore dell'Arredamento affonda le radici nella trasformazione del legno ma ormai abbraccia anche molti altri materiali ed ha ampliato notevolmente l'offerta merceologica. Il settore del mobile rappresenta oltre l'85% degli addetti del macro-settore e raggruppa comparti specializzati quali gli Imbottiti, le Cucine, l'Ufficio ecc. Negli altri prodotti d'arredamento il peso maggiore è detenuto dal settore degli apparecchi per l'illuminazione.

Dati macroeconomici.

La rilevanza per l'economia italiana del sistema Legno-Arredamento si può sintetizzare in pochi dati:

- contribuisce per quasi il 20% all'avanzo commerciale dell'industria manifatturiera italiana;
- occupa l'8% degli addetti del settore manifatturiero, senza considerare i consistenti effetti occupazionali in termini di indotto;
- è un bacino di imprenditorialità diffusa. Infatti con il 15% delle imprese del settore manifatturiero rappresenta il secondo settore italiano per numero di imprese.

Il sistema italiano del Legno-Arredamento è caratterizzato da un complesso di produzioni molto aperte verso l'estero, ad alta intensità di innovazione e design, e in larga misura localizzate nei distretti industriali. Fra le imprese dei vari comparti della filiera sussistono fitte relazioni di mercato, di collaborazione, di alleanza strategica, ecc. Il sistema si caratterizza per i legami notevoli a monte, con il mondo delle risorse forestali e boschive e con i settori fornitori di tecnologia, in particolare le macchine per la lavorazione del legno, e per i rilevanti legami a valle con il settore distributivo e con il settore delle costruzioni.

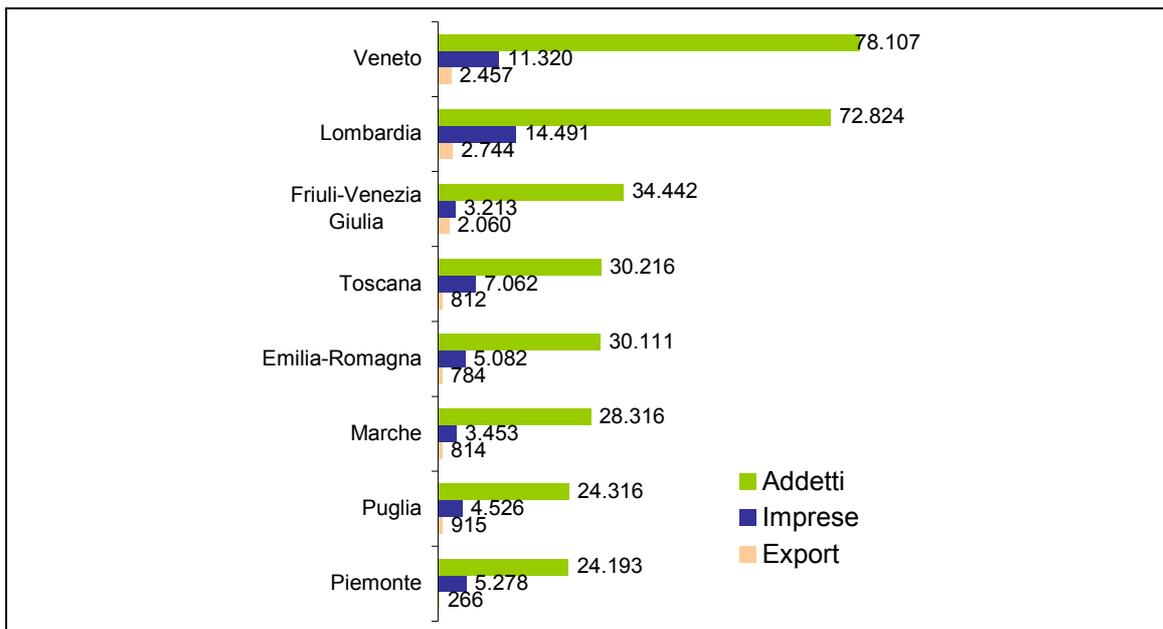
Alle importanti interconnessioni settoriali si aggiunge la forte ed articolata matrice territoriale, essendo la dimensione locale un elemento caratteristico dell'organizzazione industriale settoriale.

Personale impiegato e indicazioni sulla distribuzione territoriale

Veneto e Lombardia rappresentano circa il 40% del sistema Legno-Arredo in termini di addetti e soprattutto in termini di export. In Veneto l'industria del Legno-Arredo occupa oltre il 10% degli addetti totali dell'industria regionale, in Lombardia circa il 5%.

Il Friuli Venezia Giulia si caratterizza per l'elevata propensione all'export ed infatti nel 2005 ha realizzato il 17% delle esportazioni totali del sistema con l'8% degli addetti.

Nella figura seguente si riporta la distribuzione regionale delle imprese, addetti ed esportazioni del sistema Legno-Arredo, con dati 2005 (esportazioni in Milioni di euro).



Fonte: Stime Centro Studi Cosmit/Federlegno-Arredo

Impatto ambientale della filiera del mobile

Risorse idriche

Le principali fonti di approvvigionamento idrico sono acquedotto pubblico e pozzi privati, con pretrattamento di addolcimento delle acque tramite deionizzazione; le attività che maggiormente richiedono l'utilizzo di acqua sono: la preparazione del pannello nobilitato (per la preparazione della colla), i trattamenti superficiali massello e pannello (per la preparazione delle tinte e delle vernici), la manutenzione degli impianti (alimentazione centrali termiche, abbattimento polveri e COV, consumo nelle cabine di verniciatura a velo d'acqua, raffreddamento degli impianti, alimentazione della rete antincendio), attività d'ufficio, uso produttivo (umidificazione dei tronchi stoccati all'esterno per la vaporizzazione del legno in ingresso).

Scarichi idrici

Le acque reflue derivanti dalle attività delle aziende della filiera del mobile possono essere ricondotte a tre tipologie:

- acque di processo: acque delle cabine di verniciatura a velo d'acqua, acque di ricambio scrubber, acque di lavaggio delle spalmatrici di colla ureica o vinilica, acque di condensa di aria compressa, raccolte in serbatoi a tenuta e gestite come rifiuti;
 - acque reflue dei servizi igienici e mense: proporzionale al numero dei dipendenti;
 - acque meteoriche: provenienti dal dilavamento dei piazzali e delle strutture coperte.
- Tali acque possono essere occasionalmente contaminate in conseguenza di eventi accidentali come sversamento di sostanze pericolose.

Contaminazione del suolo

La valutazione di tale aspetto non può prescindere dal fatto che l'eventualità della contaminazione del suolo rappresenti una condizione di emergenza o comunque una anomalia rispetto alla normale conduzione delle attività aziendali. E' lecito tuttavia

ipotizzare che la presenza di serbatoi interrati non ispezionabili o non dotati di sistemi automatici di rilevamento perdite per lo stoccaggio del gasolio o il semplice utilizzo di sostanze pericolose quali vernici, solventi, diluenti o colle, rappresentino le potenziali sorgenti di contaminazione del suolo. Infatti durante le operazioni di scarico, movimentazione, stoccaggio ed uso di prodotti pericolosi possono verificarsi delle situazioni di rischio per la caduta accidentale di fusti o lattine in aree dello stabilimento non dotate di adeguati sistemi di contenimento ed evitare che vi sia contaminazione delle acque meteoriche.

Rifiuti

La produzione di rifiuti riguarda essenzialmente i seguenti codici CER:

03- rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone;

08 - rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di rivestimenti (pitture, vernici e smalti vetrati), adesivi, sigillanti e inchiostri per stampa;

10 - rifiuti provenienti da processi termici;

12 - rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastica;

13 - oli esauriti e residui di combustibili liquidi;

15 - rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti, e indumenti protettivi;

20 - rifiuti urbani (domestici o assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali) inclusi i rifiuti di raccolta differenziata.

La quasi totalità dei rifiuti speciali prodotta risulta essere non pericolosa. I rifiuti pericolosi prodotti in maggiore quantità sono costituiti da oli esausti di lubrificazione da oli idraulici esausti, oltre che da solventi, da morchie e soluzioni acquose di scarto.

Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera prodotte dalle attività delle aziende della filiera del mobile sono da ascrivere a quattro categorie principali:

- emissioni di polveri di legno, provenienti dalle attività di lavorazione meccanica di massello, tranciati e truciolari (sezionatura, scorniciatura, levigatura, calibratura, foratura): polveri di legno, polveri di legno trattato, particelle di vernice catalizzata dalla levigatura del manufatto verniciato.
- Emissioni di COV di vario tipo e di polveri provenienti dalle attività connesse all'utilizzo di sostanze contenenti solventi (verniciatura, incollaggio, recupero solventi mediante distillazione); sono costituite da varie tipologie di solventi organici (idrocarburi, alcoli, chetoni ed esteri), captati dal sistema di aspirazione nella cabina o nella linea di verniciatura per essere avviati al punto di emissione. Possono essere anche marginali flussi di emissioni diffuse per l'impossibilità pratica di catturare interamente i vapori di solvente durante l'intero ciclo di stoccaggio, impiego dei prodotti vernicianti.
- Prodotti della combustione (NO_x SO_x CO, polveri) provenienti dalle attività di produzione di calore per le fasi di nobilitazione dei pannelli, verniciatura, essiccazione, riscaldamento dei locali
- Emissioni in atmosfera provenienti da attività di trasporto (PM, CO, CO₂, SO₂, NO_x) sia delle materie prime in ingresso sia di uscita dei semilavorati e prodotti finiti in uscita da ogni azienda.

Risorse energetiche

Sono legate principalmente all'utilizzo di tre tipi di combustibile:

- combustibili tradizionali (olio combustibile denso, olio combustibile fluido 3/5 e soprattutto metano), usati per l'alimentazione delle centrali termiche per il riscaldamento dei locali, e per le operazioni di pressatura a caldo per incollaggio dei film di nobilitazione sui pannelli e per la essiccazione delle vernici;
- combustibili ausiliari (gasolio e GPL), usati per l'alimentazione dei mezzi di movimentazione dei materiali all'interno delle aziende e per le spedizioni di prodotti finiti;
- combustibili alternativi (residui legnosi di lavorazione e scarti in legno definiti rifiuti), impiegati per l'alimentazione delle centrali termiche e per gli utilizzi sopra descritti.

È da rilevare anche il consumo di energia elettrica per il funzionamento degli impianti industriali e civili e in tutte le attività di processo primario e di supporto tecnologico e organizzativo.

Coil Coating

Dati sulla produzione

Questo termine, ormai diventato di uso comune, difficilmente traducibile con due sole parole nella nostra lingua, indica uno dei sistemi più moderni e tecnologicamente più avanzati per la produzione in continuo, di materiale decorativo e di rivestimento uniforme di alta qualità.

Il materiale è composto da un supporto metallico e da un uniforme rivestimento organico applicato in continuo sia sotto forma liquida o di polvere (prodotti vernicianti) o in forma di pellicola incollata (film in PVC o simili).

Questo “insieme”, prodotto sotto forma di “bobina” o “coil” può essere fabbricato in una grande varietà di tipi e può trovare una infinità di utilizzazioni.

L’idea di utilizzare la lamiera preverniciata e/o accoppiata per la fabbricazione di prodotti industriali è nata da una semplice considerazione: “è più facile pretrattare e prerivestire una lamiera grezza quando questa si presenta come una superficie piana e continua, piuttosto che quando essa è già stata trasformata in oggetti, quindi dotata di forme che presentano angoli, parti difficilmente raggiungibili, ecc.”

Ogni utilizzatore sa che la lamiera che esce dal laminatoio dovrà, in un modo o nell’altro, ricevere un trattamento superficiale che innanzitutto la protegga, e che le conferisca l’aspetto estetico desiderato.

La domanda che l’utilizzatore si deve porre è se il rivestimento può essere applicato prima o dopo la trasformazione della lamiera in prodotto finale e i relativi costi.

La tecnica del prerivestimento di lamiera in continuo, meglio conosciuto come “Coil-Coating” ha dato una precisa risposta a questa domanda: La lamiera deve essere prerivestita prima della sua trasformazione”.

Le prime linee di produzione di lamiera preverniciata e/o accoppiata vengono installate, sul finire degli anni trenta, negli Stati Uniti. È dopo la seconda guerra mondiale, a seguito dello sviluppo della tecnica in continuo per la laminazione dei metalli, che il prerivestimento in continuo trova la sua piena applicazione.

Anche l’evoluzione nel campo del pretrattamento e della tecnologia dei prodotti vernicianti ha contribuito notevolmente allo sviluppo del preverniciato.

Il “Coil-Coating” nasce in Italia verso la metà degli anni sessanta, con l’installazione presso lo stabilimento di Bresso dell’ALCAN ALLUMINIO della prima linea in continuo per la preverniciatura di nastri.

Dopo questo primo impianto, viene installata una linea per la verniciatura in continuo di fogli di lamiera zincata elettroliticamente presso lo stabilimento di Varzi della ZINCOR ITALIA.

Ma il deciso incremento è con l’installazione della prima linea presso lo stabilimento di Piombino de LA MAGONA D’ITALIA, destinata prevalentemente alla verniciatura, in continuo di acciaio zincato a caldo.

A queste prime linee, farà seguito successivamente l’installazione di nuove linee presso lo stabilimento di Porto Vesme della Comsal, oggi INDUSTRIE LAMINAZIONE ALLUMINIO, e presso lo stabilimento di Ascoli Piceno della PLALAM, quest’ultima particolarmente attrezzata anche per la produzione di metallo rivestito in continuo con pellicole incollate.

Contemporaneamente la Zincor Italia (oggi ILVA VARZI) installa, sempre presso lo stabilimento di Varzi, una nuova linea di verniciatura in continuo di nastri, e LA MAGONA D'ITALIA all'inizio degli anni ottanta installa nello stabilimento di Piombino una seconda linea che può raggiungere la velocità di 150 metri al minuto. Si aggiungono poi la linea della METECNO e della TUBISUD ITALIA e, per prima in Italia, la linea a polveri della OTEFAL SUD, seguita da quella della ALCAN ALLUMINIO.

Indicazioni sulla distribuzione territoriale

Nella tabella che segue sono riportate le linee di coil-coating con i nomi delle aziende produttrici, il tipo di supporto utilizzato (a questo proposito ricordiamo il diverso peso specifico tra acciaio 7,65 g/cm³ e l'alluminio 2,7g/cm³), la potenzialità annua, l'anno di inizio attività e la località dove trovasi l'installazione.

Nome Società	Tipo di Supporto	Potenzialità annua (t)	Anno inizio attività	Località
ARCELOR Linea 1	Acciaio Zincato	100000	1972	Piombino(Li)
ARCELOR Linea 2	“	150000	1982	Piombino (Li)
COMITAL SAIAG	Alluminio	20000		Nembro (Bergamo)
LAMPRE	Acciaio Zincato	130000	2000	Usmate(Mi)
ILA	Alluminio	10000		Porto Vesme (Ss)
NOVELIS linea 1	Alluminio	70.000	1969	Bresso (Mi)
NOVELIS linea 2	Alluminio	10.000 Polveri	1998	Bresso
MARCEGAGLIA	Acciaio Zincato	220000	2001	Ravenna
ILVACornigliano (Gruppo RIVA)	Acciaio Zincato	100000	2000	Genova
ILVA Varzi (Gruppo RIVA)	Acciaio Zincato	60000	1970	Varzi (Pv)
ARCELOR Avellino	“	70000	1990	Avellino
OTEFAL	Alluminio	30000 Liquido 12000 Polveri	1990	L'Aquila
Alusteel	Acciaio Zincato	50000	1991	Somaglia (Pc)
ARV	Acciaio Zincato	20000	1998	S.Giovanni Valdarno (Fi)
SIDERA	Acciaio Zincato	10000	2000	

Sono inoltre presenti altri piccoli produttori con capacità annua inferiore a 10000tons di acciaio, ne citiamo alcuni come esempio: Glorflex (Firenze), CEM, Beroy, Italgat, Newflex, O.C.M.

Personale impiegato e dati macroeconomici.

Fondata nel 1980, l'Associazione Italiana Coil Coating raggruppa attualmente le maggiori Aziende attive nella filiera della verniciatura industriale dell'acciaio e dell'alluminio, nella quale sono ampiamente impiegati prodotti chimici. Tale comparto industriale impiega attualmente oltre 4.000 persone, per un giro d'affari di circa 700 milioni di euro.

Impatto ambientale del settore

I prodotti vernicianti per il settore coil coating, vengono forniti, di norma, già alla viscosità di utilizzo e quindi non necessitano di ulteriori diluizioni, come accade per le vernici applicate con i sistemi tradizionali a spruzzo di vario tipo.

È inoltre noto che con i sistemi convenzionali citati, non tutto il prodotto si deposita sul manufatto da verniciare ma, in parte, viene perso. Queste perdite dette "overspray", in alcuni casi arrivano fino al 20 o al 30%. Esse rappresentano una perdita superiore al puro costo del prodotto, perché a questo va aggiunto il costo di abbattimento, quello di depurazione e quello di distruzione dei fanghi.

I solventi che evaporano nei forni durante la reticolazione delle vernici, rappresentano un'ulteriore perdita perché normalmente non vengono recuperati ma solo abbattuti nei camini, generando nuovi costi.

Su una linea coil coating non si hanno invece perdite di prodotto che inficiano la resa. L'evaporazione dei solventi avviene pressoché solo nei forni ed i solventi evaporati vengono convogliati ai post-bruciatori, dove sono impiegati come combustibile, permettendo così un recupero energetico e quindi di costi.

In ogni caso, i solventi evaporati da abbattere sono in quantità decisamente inferiori a quelli del caso precedente.

Per chiarire meglio la comparazione fatta, può servire la tabella seguente, dove sono confrontati una verniciatura a spruzzo tradizionale di lamiera ed un processo di applicazione a rullo su coils.

Indicatore	Unità di misura	Verniciatura a spruzzo	Coil Coating
Peso specifico	gr/l	1400	1350
Spessore applicato	micron	25 - 28	20
Resa allo spessore applicato	m kg	14,2 - 12,7	18,2
Perdite per overspray	%	20 - 30	0
Resa finale allo spessore applicato	m kg	11,4 - 8,9	18,2
Solventi reimpiegati nei post-bruciatori	%	0	36
Solventi persi e da abbattere	%	37,4 - 42,2	0

A vantaggio delle vernici per coil coating si può aggiungere che esse, facendo largo impiego di solventi altobollenti, riducono la possibilità di saturazione degli ambienti di lavoro e richiedono quindi una minore frequenza dei ricambi d'aria.

I processi chimici connessi con la produzione e finitura di componenti metallici, siano essi in forma di laminato o semilavorato già formato, comportano necessariamente problematiche di sicurezza sia nell'ambiente di lavoro che nell'ambiente esterno, come diretta conseguenza dell'uso di sostanze chimiche, che possono essere più o meno pericolose per l'uomo e l'ambiente naturale. Da questo punto di vista, grazie all'elevato grado di automazione degli impianti di dosaggio e controllo centralizzato dei prodotti chimici di processo, i rischi connessi con la manipolazione e movimentazione di tali prodotti da parte degli operatori sono stati ridotti al minimo.

Per quanto riguarda invece l'impatto ambientale, questo tipo di installazioni richiedono una particolare attenzione relativamente alla quantità e qualità dell'acqua che viene adoperata, e successivamente scaricata dopo l'utilizzo.

L'esigenza di salvaguardia dell'ambiente e delle risorse idriche impone infatti all'industria una sempre maggiore sensibilità verso un consumo più disciplinato dell'acqua, che si traduce direttamente in costi di prelievo e utilizzo sempre crescenti, e precise responsabilità in termini di qualità dell'acqua scaricata.

Di seguito viene affrontato il problema dell'inquinamento nel settore coil-coating, in confronto con quello di altri settori simili ed in particolare: una azienda terzista di medie dimensioni

Ipotizzando un processo coil coating con velocità del nastro di 80 m/min, larghezza di 1200 mm e produzione massima oraria pari a 11.520 m² superficie, si può stimare il seguente consumo di acqua

STADI DEL PROCESSO	VOLUMEVASCHE (m³)	SCARICHI CONTINUI (l/ora)
Pre sgrassaggio	10	200
Sgrassaggio	10	200
Lavaggio	3	3.200
Pre trattamento	7	100
Lavaggio	3	3.200
Passivazione	5	100
<i>Totale volumi</i>	<i>38</i>	<i>7.000</i>

Nel seguito si riporta anche una tabella di valutazione della gestione delle acque di scarico e relativi costi riferiti 1000 m² di superficie trattata.

Consumo di acqua (l)	607
Quantità di fanghi prodotti (kg)	7
Consumo prodotti per la depurazione (kg)	3
Costi medi di depurazione (€)Lit.	≈ 0,3
Costo smaltimento fanghi (€)	≈ 0,3
Totale costi (€)	≈ 0,6

Produzione suole in gomma, poliuretano, termoplastico

Dati sulla produzione

Nell'ambito del macrosettore calzature un settore importante è quello della fabbricazione dei componenti per la calzatura che comprende imprese che producono beni intermedi destinati ai fabbricanti di calzature. Si tratta prevalentemente di imprese di medie, piccole e piccolissime dimensioni, diffuse soprattutto nelle regioni Marche, Toscana, Veneto, Lombardia, Campania, Puglia ed Emilia Romagna, che coincidono sostanzialmente con le regioni produttrici di calzature.

Dimensioni del macro settore industria italiana dei componenti per calzatura

L'INDUSTRIA ITALIANA DEI COMPONENTI PER CALZATURA					
ANNO 2005					
- DATI NAZIONALI -					
	Addetti	Imprese	Fatturato mln di euro	Export mln di euro	Mercato interno mln di euro
Totale	30.921	3.024	1.645,5	1.029,6	615,9
<i>Var. 2005/2004</i>	<i>-3,7%</i>	<i>-2,8%</i>	<i>-4,6%</i>	<i>-1,5%</i>	<i>-3,3%</i>
- DETTAGLIO PER REGIONE -					
Regione	Addetti	Imprese	Fatturato mln di euro		
Marche	15.287	1.653	856,8		
Veneto	6.094	453	287,4		
Lombardia	2.876	242	142,3		
Toscana	2.257	251	128,3		
Emilia Romagna	1.373	108	66,0		
Campania	1.123	101	57,3		
Puglia	774	86	46,6		
Altre regioni	1.187	100	56,8		
Totale nazionale	30.921	3.024	1.645,5		

FATTURATO 2006 PREVISIONE (su dati aggiornati a giugno 2006)	
Tipologia	Var. 2006/2005
Suole/Tacchi	-1,1%
Altri componenti	3,1%
Totale industria	2,2%

Fonte: UNAC, elaborazioni UNAC su dati Istat - ANCI

UNAC - UNIONE NAZIONALE ACCESSORI E COMPONENTI
Servizio Economico

Un comparto del macro settore dell'industria dei componenti per calzatura è costituito dai produttori di soles che sono fabbricate in parte in cuoio ed in parte in materiale sintetico, a secondo della qualità e delle caratteristiche da raggiungere. Le soles in sintetico a loro volta possono essere fabbricate in gomma, in poliuretano, in gomma termoplastica, in eva (etilvinilacetato), in pvc (polivinilcloruro). Il comparto delle soles in sintetico rappresenta circa il 24% del totale dei volumi di fatturato del macro settore dei componenti per calzatura, ed occupa circa 4.000 dipendenti.

SUOLE E FONDI IN PLASTICA

Produzione e commercio estero italiano

1999 - 2005

	Produzione (milioni di paia)	Export (milioni di paia)	Import (milioni di paia)
1999	336,3	231,4	7,6
2000	371,6	258,0	10,9
2001	350,6	246,1	13,6
2002	303,6	202,6	14,7
2003	259,6	168,5	18,0
2004	233,7	145,7	18,6
2005	216,3	132,5	16,7

Descrizione dell'impatto ambientale tipico della fabbricazione di soles in plastica⁵

Risorse idriche

Le principali fonti di approvvigionamento idrico sono acquedotto e pozzi privati. Le attività che maggiormente richiedono l'utilizzo di acqua sono: il raffreddamento dei macchinari e degli impianti, il consumo nelle cabine di verniciatura a velo d'acqua, alimentazione delle reti antincendio, attività d'ufficio, uso produttivo (raffreddamento dei preformati in gomma, acqua per lo sgrassaggio delle soles dagli oli siliconici).

Scarichi idrici

Le acque reflue derivanti dalle attività delle aziende del comparto delle soles in plastica si possono così individuare:

- acque di processo quali le acque delle cabine di verniciatura a velo d'acqua, le acque provenienti dal processo di lavaggio delle soles, le acque emulsionate di condensa;
- acque reflue dei servizi igienici e mense in quantità proporzionale al numero dei dipendenti.

⁵ Soles poliuretano, gomma e TR

Rifiuti

La produzione di rifiuti riguarda essenzialmente le tipologie della tabella seguente che riporta anche le prime due cifre del codice CER corrispondente.

07	Rifiuti dei processi chimici organici
08	Rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di rivestimenti (pitture, vernici e smalti vetrati), adesivi, sigillanti e inchiostri per stampa
13	Oli esauriti e residui di combustibili liquidi (tranne oli commestibili, 05 e 12)
14	Solventi organici, refrigeranti e propellenti di scarto (tranne le voci 07 e 08)
15	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non altrimenti specificati)
16	Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco
17	Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati)

Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera prodotte dalle attività delle aziende del comparto suole in plastica sono rapportate principalmente alle seguenti categorie:

- polveri ed emissioni di COV di varie classi, derivanti da materie prime contenenti solventi utilizzate nelle operazioni di stampaggio, lavaggio, formulazione vernici e finissaggio; i COV sono captati dai sistemi di aspirazione specifici per i vari impianti e sono avviati ai punti di emissione; le polveri sono sempre captate dai sistemi di aspirazione ed abbattute in parte con i sistemi di filtraggio;
- emissione di polveri derivanti dalle operazioni di dosatura e miscelazione gomma; le polveri sono captate dai sistemi di aspirazione ed abbattute in parte con i sistemi di filtraggio;
- emissione di fumi e vapori e di distaccante siliconico delle operazioni di stampaggio suole;
- emissione di fumi di combustione derivanti dalle centrali termiche industriali.

Risorse energetiche

Sono legate principalmente all'utilizzo di combustibili tradizionali come olio combustibile denso, olio combustibile fluido e soprattutto metano, usati per l'alimentazione delle centrali termiche per il riscaldamento degli impianti, dei macchinari e dei locali. L'energia elettrica è utilizzata per il funzionamento degli impianti industriali e civili e in tutte le attività di processo primario e di supporto tecnologico ed organizzativo.

Verniciatura degli aerei

Dati di produzione

L'attività del settore aeronautico si articola in: progettazione, produzione, manutenzione e trasformazione di velivoli militari da difesa, da addestramento, velivoli civili, aerei a pilotaggio remoto ed elicotteri.

Le aziende italiane partecipano a numerosi programmi militari di livello internazionale e alla progettazione e produzione dei più moderni aerei di linea.

Le attività che richiedono l'impiego di solvente per il trattamento superficiale dei velivoli sono svolte in quasi tutti gli stabilimenti distribuiti sul territorio nazionale, interessando sia la superficie dell'intero velivolo o di segmenti di esso, che di manufatti in composito, tubi, lamiere e meccanica.

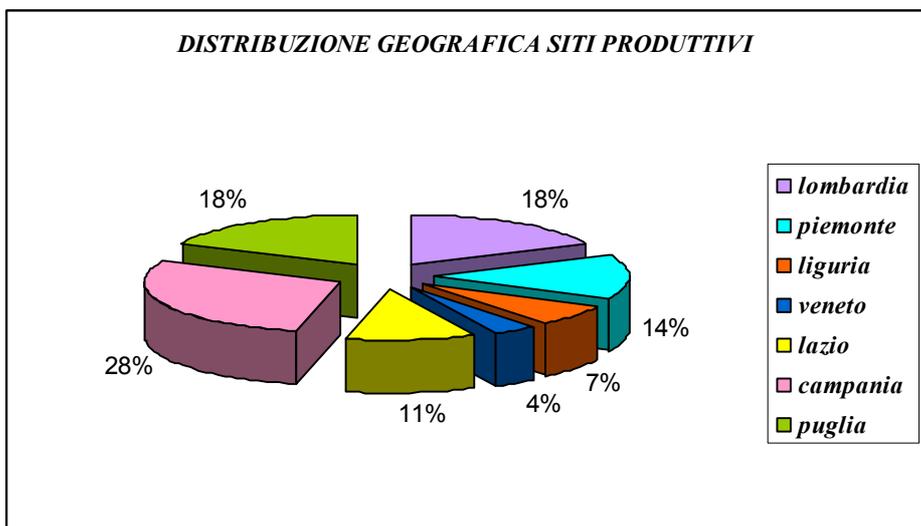
Nei capitoli successivi sono riportati i valori di consumo di solvente ricondotti all'unità di superficie di velivolo trattata, avendo individuato nelle operazioni di verniciatura, sverniciatura, sgrassaggio, e pulizia della del velivolo le condizioni più rappresentative dell'impiego di solventi.

Distribuzione geografica delle imprese

Il settore aeronautico italiano presenta la seguente compartimentazione:

- produzione di velivoli e parti di velivoli militari;
- produzione di parti di velivolo civile;
- modifiche e manutenzione di velivoli commerciali e militari;
- produzione di velivoli da addestramento;
- produzione di elicotteri.

Di seguito si riporta la distribuzione sul territorio nazionale degli impianti produttivi del settore.



Personale impiegato e dati macroeconomici

Il settore aeronautico italiano dà lavoro a circa 23000 persone, operanti in una trentina di siti distribuiti sul territorio.

Il fatturato annuo dell'intero comparto è pari a circa 4,5 miliardi di euro (dati riferiti a bilanci consolidati del 2005).

Impatto ambientale del settore

La quantità di solvente impiegata nei siti del settore aeronautico varia a seconda della tipologia di trattamento di superficie e delle modalità di applicazione del prodotto.

Anche gli aspetti ambientali sono funzione di queste due variabili.

Le emissioni di solvente organici provenienti dalle attività di trattamento superficiale con solvente costituiscono un'elevata percentuale delle emissioni totali relativi alle produzioni aeronautiche.

Le attività di miglioramento continuo per la riduzione di impatto ambientale sono volte all'introduzione a monte dei punti di emissione di sistemi di abbattimento sempre più avanzati, e soprattutto alla sostituzione delle vernici tradizionali con quelle a minor contenuto di solvente.

La sostituzione di questi prodotti, è però obbligatoriamente subordinata alla rispondenza a severe caratteristiche prestazionali e di sicurezza condivise o prescritte a livello internazionale.

I volumi di acqua reflua generati dall'attività di trattamenti superficiali sono generati principalmente dall'attività di pretrattamento della superficie piuttosto che da quella di verniciatura.

Inoltre i quantitativi variano a seconda delle dimensioni dell'impianto di trattamento superficiale, che varia a seconda del manufatto che deve ospitare, e del tipo di avanzamento tecnologico dell'impianto stesso.

Sui consumi delle risorse idriche, energia elettrica e termica incidono, non solo la tipologia dell'impianto per lo svolgimento delle attività in oggetto ma anche i relativi sistemi di abbattimento degli inquinanti.

Generalmente, i rifiuti prodotti dalle attività di verniciatura e pretrattamento superficiale con solvente sono, temporaneamente, depositati nel sito di produzione e, successivamente, dati in gestione ad aziende specializzate per il loro smaltimento.

Cantieristica navale

Dati sulla produzione

Fanno parte del settore tutte le imprese pubbliche e private che operano nel campo della costruzione e riparazione navale, motoristica navale, ricerca navale, nonché tutte le imprese fornitrici di impianti sistemi ed arredamenti navali che contribuiscono direttamente ed indirettamente alle attività di costruzione e riparazione di navi.

Le aziende più rappresentative che operano nel settore della Cantieristica Navale aderiscono ad Assonavi,

I dati di occupazione del settore cantieristico sono riportati nella tabella seguente sulla base di dati Assonave – 2006.

	Addetti
Occupazione Diretta	12.033
Occupazione a monte / a valle	14.747
Totale occupazione del settore cantieristico in Italia	26.780

Azienda di riferimento del Settore è Fincantieri, che opera su tutte le aree di business del comparto cantieristico. La Società, che ha sede a Trieste è uno dei più rilevanti e diversificati complessi cantieristici al mondo, occupa circa 9.400 dipendenti, è leader mondiale nella costruzione di navi da crociera e di grandi traghetti e ha un importante portafoglio ordini nel settore militare.

I due centri di progettazione sono a Genova e Trieste. La produzione è svolta in nove stabilimenti, che fanno capo a sei aree di business:

- navi da crociera, con i cantieri di Monfalcone (Gorizia), Marghera (Venezia) e Sestri Ponente (Genova);
- navi da trasporto, con i cantieri di Ancona, Castellammare di Stabia (Napoli) e Palermo;
- riparazioni e trasformazioni navali, con il cantiere di Palermo;
- navi militari, con i cantieri di Riva Trigoso (Genova) e di Muggiano (La Spezia);
- sistemi e componenti navali, con gli stabilimenti di Riva Trigoso e Bari;
- mega-yacht, con il cantiere di Muggiano.

Le altre realtà industriali presenti a livello nazionale nel comparto delle costruzioni navali italiane sono rappresentate dalla cantieristica navale privata Cantieri Appuania e Associazione Nazionale Cantieri Navali Privati aderenti all' ANCANAP - Associazione Nazionale Cantieri Navali Privati.

A.N.CA.NA.P. - Associazione Nazionale Cantieri Navali Privati

- Cantiere Navale De Poli
- Cantiere Navale di Pesaro
- Cantiere Navale F.lli Giacalone
- Cantiere Navale Palumbo
- Cantiere Navale Visentini
- Cantiere Navale Vittoria
- Costruzioni Navali
- Rosetti Marino
- T. Mariotti Cantiere Navale

La riparazione e trasformazione navale

Nell'ambito del Segmento produttivo riguardante le attività di riparazione e trasformazione navale oltre a Fincantieri presente sul territorio nazionale con lo stabilimento di Palermo, operano prevalentemente rappresentate da aziende private

- T. Mariotti Cantiere Navale
- Cantiere Navale di Trapani
- Cantiere Navale Noé
- Cantieri San Marco
- Naviravenna
- Palumbo
- Wärtsilä Navim Service
- Gennaro
- G.M.G. - General Montaggi Genovesi
- Gerolamo Scorza
- Ignazio Messina
- Lagomarsino Anielli
- La Nuova Meccanica Navale
- Navalimpianti
- Ferfrigor Porto
- Arredamenti Porto
- Nuova Vernazza Ponteggi Navali
- Ortec Industriale
- Sidem

Le novità introdotte dai nuovi regolamenti internazionali in materia di sicurezza della navigazione e tutela dell'ambiente, e la contestuale maggiore attenzione dei "registri" sono alla base della crescita (+ 3%) della domanda di interventi per riparazione navali, nonostante il persistente, sfavorevole cambio euro/dollaro.

In particolare risulta in crescita la domanda di interventi di riparazione e più ancora di trasformazione sulle navi passeggeri. A conferma delle tante ricadute del boom delle crociere, l'obiettivo di ampio respiro su cui sta puntando la cantieristica italiana è quello di poter seguire e assistere l'intera vita della nave. Anche nel settore dei traghetti, l'età media elevata degli scafi e una normativa sulla sicurezza più severa lasciano ipotizzare scenari di sviluppo.

Consistente anche l'attività nel settore delle unità offshore, in particolare per le trasformazioni in unità posatubi, la risistemazione di piattaforme petrolifere e di unità di appoggio.

Nel settore "militare", infine, discrete prospettive si aprono nel comparto del refitting, stante il crescente ricorso di alcune Marine al naviglio di seconda mano.

Dati - Macroeconomici

All'aggressività dei cantieri coreani, giapponesi e cinesi, l'Europa risponde puntando sulla supremazia tecnologica e si conferma al terzo posto in termini di tonnellaggio prodotto e al primo quanto al valore dello stesso. L'Italia spicca nella qualificatissima nicchia delle navi passeggeri, navi da crociera e traghetti oltre i 150 metri, con quote di mercato che superano il 40% del totale mondiale. Buona nel complesso anche la tenuta dei cantieri nazionali impegnati nella costruzione di naviglio di dimensioni minori.

Nel 2005 la cantieristica italiana ha completato 19 navi per complessive 398.000 tonnellate per un valore di 1,3 miliardi di euro. I nuovi ordini hanno riguardato 22 unità per 326.000 tonnellate. Del tonnellaggio acquisito, 67.500 tonnellate sono andate ai cantieri medio-minori riuniti nell'associata ANCANAP.

Nel primo semestre di quest'anno in totale il comparto ha registrato ordini per 696.000 tonnellate compensate, che hanno concorso a far salire il portafoglio ordini a 2,2 milioni di tonnellate, per un valore (che è il 5° al mondo) di ben 6,9 miliardi di euro, 4,8 dei quali (70%) per l'estero

ORDINI	N°	TSLC/000	Valore (mil€)
2004	32	1.285	4.000
2005	22	326	910
1° sem 2006	12	696	2.418
TOTALE	66	2.307	7.328

PRODUZIONE	N°	TSLC/000	Valore (mil€)
2004	27	635	2.200
2005	19	399	1.310
1° sem 2006	12	429	1.470
TOTALE	58	1.463	4.980

PORTAFOGLIO	N°	TSLC/000	Valore (mil€)
2004	41	1.902	6.187
2005	63	1.919	5.911
1° sem 2006	68	2.200	6.905

L'evoluzione del mercato

Dopo il boom degli ordini degli anni 2003-2004, anche il 2005 si è rivelato per la cantieristica mondiale un anno positivo: 41,7 milioni di tslc - tonnellate di stazza lorda compensata (in appresso t).

Particolarmente incoraggiante è risultato il recupero (dal 9 al 16%) conseguito della navalmeccanica europea, grazie soprattutto al contributo del comparto high-tech (navi da crociera, traghetti, navi da lavoro, ecc.) che fa aumentare di molto l'incidenza dell'Europa in termini di valore della produzione.

In un mercato quanto mai concorrenziale come quello cantieristico, che vede la continua immissione di nuova capacità produttiva, i prezzi delle navi sono rimasti sugli elevati livelli del 2004, confrontandosi tuttavia con la lievitazione del costo di materiali, componenti e servizi di base (come l'acciaio e l'energia) e in presenza di un dollaro che ha conservato la sua debolezza.

La prolungata espansione del mercato navale sta rendendo decisamente impegnative le previsioni sul tempo e sull'intensità dell'inversione del naturale trend ciclico. Dal lato del fabbisogno di navi stanno in primo luogo le incertezze sulla tenuta dell'economia statunitense e sul consolidamento di quella europea. Quanto all'offerta, stupisce il rinnovato dinamismo della Corea, mentre diventano sempre più temibili i programmi espansivi della Cina, cui si aggiungono oggi quelli del Vietnam che si prefigge di divenire il 4° produttore mondiale entro il 2015.

Più vicino al business delle vacanze che a quello del trasporto, il settore delle crociere – dopo gli eventi di crisi mondiale dell'anno 2001 - ha ripreso a crescere ad un tasso medio annuo dell'ordine dell'8%, che dovrebbe essere mantenuto - secondo le più accreditate previsioni - fino al 2014 quando i crocieristi supererebbero i 27 milioni rispetto ai 15 del 2005.

Anche per i traghetti, specie per quelli oltre i 150 metri, si conferma il trend positivo stante: l'elevata età di talune flotte operanti nel Mediterraneo (specie di quella greca), gli stringenti vincoli normativi in tema di sicurezza, le iniziative volte a spostare sul mare - la modalità di trasporto meno costosa e inquinante - una quota crescente del traffico su gomma, che dovrebbe aumentare del 70% nell'Unione entro il 2020, con immaginabili benefici per l'ambiente e la sicurezza stradale.

Va rilevato con soddisfazione che già attualmente ben 1.200.000 camion (in termini annuali) hanno scelto in Italia la via del mare, l'equivalente giornaliero di 90 km di fila tolti dalle strade.

Entrambi i comparti delle navi passeggeri (cruise e ferry) sono stati, anche in quest'ultimo anno e mezzo, appannaggio pressoché esclusivo della cantieristica europea.

D. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Processi di stampa

Ciclo produttivo flessografico

Preparazione impianti

La preparazione degli impianti stampa (lastre) può essere interna all'azienda come anche può essere data fuori ad aziende specializzate.

In ogni modo al ricevimento del materiale grafico avviene un'elaborazione a computer per la separazione dei colori, la valutazione delle percentuali di stampa e la scelta dei retini di stampa.

Successivamente esistono due possibilità:

1. si producono delle pellicole che serviranno per l'impressione della lastra
2. con il sistema diretto (CtP: computer to plate) si passa alla scrittura della lastra.

Nel primo caso con apposita attrezzatura e con le pellicole ricavate (una per ogni colore da stampare) si passa all'esposizione della lastra per impressionarla, successivamente si passa allo sviluppo che può essere fatto a solvente, con acqua oppure a secco.

In questo modo si preparano le parti della lastra che saranno ricettive al colore e lo trasferiranno al supporto da stampare.

Dopo lo sviluppo, se necessario, si passa alla fase d'asciugatura e poi al post trattamento per ottenere la lastra pronta per la stampa.

Nel secondo caso dal computer arrivano le informazioni direttamente ad un sistema d'incisione laser che prepara la matrice pronta per la stampa.

Montaggio

Le lastre adesso devono essere montate su un cilindro od una manica per essere installate sulla macchina da stampa ed essere pronte a stampare.

Prima del montaggio vero e proprio si procede al rifilo meccanico per adattare al cilindro (manica) e poi si preparano perché possano aderire perfettamente al rullo in modo che non si muovano durante la stampa.

A questo punto con un'operazione che può essere manuale o mediante l'uso d'apposita macchina le lastre si montano sui cilindri (maniche).

L'attrezzatura così preparata passa al reparto stampa dove avverrà la stampa.

Stampa

Questo è un procedimento di stampa diretta mediante la quale si stampa in continuo un materiale (film polimerico, carta, cartoncino, alluminio, ecc.) in bobina oppure si stampano dei fogli di cartone ondulato (flexo a fogli).

I cilindri (maniche) montati sulla macchina da stampa flessografica attraverso le bacinelle che portano il colore trasferiscono l'inchiostro sul supporto da stampare.

Gli elementi essenziali per la stampa sono:

- supporto, è un materiale che si presenta sotto forma di bobina, di vario formato e di vario spessore secondo il tipo di prodotto da stampare; la sua natura è molteplice e può essere carta, cartoncino, film polimerico o alluminio; con una macchina diversa nella fase d'alimentazione e di raccolta del prodotto si possono stampare anche fogli che generalmente sono di cartone ondulato.
- inchiostro, trattandosi di una stampa a più colori (fino a 10) e su diversi supporti lo stampatore dispone di più inchiostri che si differenziano per pigmento (colore) e matrice polimerica (secondo il supporto da stampare); le tecniche di stampa si differenziano secondo il tipo d'inchiostro che si è scelto di usare:
 - a) inchiostro all'acqua, l'acqua è il solvente che tiene liquido l'inchiostro per essere trasferito al supporto. E' necessario che dopo la stampa l'acqua venga strappata via e ciò avviene mediante forni ad aria calda;
 - b) inchiostro a solvente, il solvente (generalmente acetato d'etile) serve a mantenere il sistema liquido alla giusta viscosità. Il solvente molto volatile assolve il compito di facilitare l'essiccazione del colore (quindi il fissaggio sul supporto) in tempi brevi. Si usano anche in questo caso i forni ad aria calda per strappare il solvente;
 - c) inchiostro UV, in questo caso la polimerizzazione dell'inchiostro viene attivata attraverso delle lampade UV sotto le quali passa il supporto stampato; è prevista comunque un'aspirazione per asportare l'aria calda che è satura di componenti volatili.

Per effetto della maggiore tensione superficiale del supporto rispetto alla lastra incisa l'inchiostro si trasferisce al supporto.

Il supporto così stampato può essere avviato al taglio oppure (soprattutto nei casi di supporti continui) andare prima all'accoppiamento con un secondo supporto mediante spalmatura di un adesivo

L'operazione avviene su una linea accoppiatrice dove il supporto precedentemente stampato viene accoppiato con un secondo film/supporto (accoppiatrice duplex) o con due film/supporti (accoppiatrice triplex).

L'adesivo usato, normalmente bicomponente, può essere a base solvente (acetato d'etile) oppure solvent-less (senza solvente). Per gli adesivi a solvente dopo la spalmatura sul supporto, mediante un cilindro inciso con cellette molto profonde, si deve ricorrere ad un forno per far evaporare il solvente ed avviare la polimerizzazione dell'adesivo stesso. Gli adesivi solvent-less polimerizzano solo per effetto della miscelazione dei due componenti.

Al termine dell'operazione di stampa i cilindri (maniche) vengono smontati e dopo opportuno lavaggio vengono riposte per essere riutilizzate in caso di ristampa.

Recupero solvente

Il sistema di recupero solvente convoglia tutte le emissioni aeriformi, generate dalle aspirazioni localizzate dei forni delle macchine da stampa e/o accoppiatrici e ricche di solvente, agli adsorbitori a carboni attivi.

L'aria ricca di solvente che passa attraverso i letti di carboni deposita il solvente sui carboni ed esce attraverso un apposito camino.

Generalmente l'impianto dispone di più letti di carboni in modo che, a rotazione, quello saturo di solvente vada in rigenerazione mentre gli altri sono in fase di adsorbimento.

Il solvente eventualmente recuperato può essere riutilizzato nel ciclo produttivo.

Taglio e confezionamento

Le bobine, se accoppiate, dopo aver atteso l'opportuno tempo per la maturazione dell'adesivo, vengono avviate al reparto taglio dove vengono ricavate le bobine figlie.

Dette bobine vengono confezionate, etichettate, pallettizzate ed inviate a magazzino pronte per essere spedite al cliente.

Per i fogli si passa attraverso una fustellatura che darà al prodotto il suo aspetto finale.

Stampa rotocalcografica per pubblicazioni

Reparto preparazioni fotografiche

Il reparto preparazioni fotografiche si occupa dello sviluppo delle immagini (fotografie) da riprodurre ed inserire sulle pagine delle riviste secondo l'impostazione decisa dalla redazione.

A tale scopo la redazione provvede a fornire i modelli ("menabo") cartacei di come la rivista (oppure una frazione di essa) dovrà essere riprodotta. Le immagini, fornite sotto forma di diapositive e/o foto su carta, verranno elaborate con particolari tipi di "scanner" (selettivi per colore) e, sempre attraverso elaborazioni a computer, impaginate secondo il modello ("menabo") della pagina.

In molti casi però (soprattutto per le pubblicità), tali immagini risiedono già (in forma digitale) nell'archivio del reparto, da cui all'occorrenza vengono richiamate per essere inserite nella rivista.

La fase di assemblaggio avviene attraverso supporto informatico (computer).

Reparto preparazioni cilindri

L'attività svolta nel reparto preparazione cilindri consiste nell'approntare la cosiddetta "matrice stampante" (ovvero i "cilindri da stampa") che serviranno (come spiegato nella sezione relativa al reparto stampa) per il processo di stampa rotocalco.

Il ciclo produttivo si articola secondo una serie di lavorazioni che si succedono seguendo una sequenza ben definita, all'interno delle due aree, "incisione" e "galvano", che compongono il presente reparto.

Incisione

I cilindri da stampa vengono prelevati da un deposito cilindri, vengono posizionati sui supporti delle macchine per incisione per essere incisi.

I cilindri da stampa sono costituiti da un'anima di acciaio rivestita esternamente di rame (spessore di alcune decine di "micron").

Le dimensioni dei cilindri da stampa ("formato") sono caratterizzate da due parametri e precisamente la "tavola" (larghezza del cilindro) e la circonferenza.

Il tipo di cilindro utilizzato (cioè il suo formato) dipende dal numero di pagine della rivista che vi dovranno essere incise (nel senso che, a parità di formato, quanto maggiore sarà la circonferenza tante più pagine vi potranno essere incise).

Ogni singola pagina viene incisa sulla superficie del cilindro in dimensioni reali (rapporto 1:1).

L'incisione diretta consiste nella digitalizzazione dei dati fotografici, memorizzazione su supporto magnetico e trasferimento di codesti dati alle macchine di incisione.

L'incisione dei cilindri da stampa (mediante le sopra menzionate macchine) avviene mediante l'ausilio di una serie di teste di incisione, attrezzate con piccoli diamanti sintetizzati industrialmente che, tagliati opportunamente, permettono di ottenere (quando vanno a colpire la superficie esterna in rame del cilindro) delle microscopiche incisioni (alveoli, non visibili ad occhio nudo) aventi profondità che variano dai 35 ai 40 micron.

Gli alveoli di cui sopra avranno la funzione (in fase di stampa) di ricevere l'inchiostro per poi trasferirlo sulla carta (quanto più grossi saranno tali alveoli, tanto più inchiostro verrà trasferito sulla carta in quel punto).

A questo punto i cilindri da stampa passano nella galvano.

Galvano

Le lavorazioni avvengono su due linee distinte :

- a) linea "CROMO" (prosecuzione della lavorazione sui cilindri provenienti dall'incisione);
- b) linea "RAME" (lavorazione sui cilindri di ritorno dal "reparto stampa", al termine del loro utilizzo).

Le lavorazioni sulle due linee sopra menzionate possono essere così riassunte.

Linea "CROMO"
SGRASSATURA: sgrassaggio elettrolitico della superficie (incisa) del cilindro, per eliminare eventuali impurezze di rame conseguenti all'incisione (tale lavorazione, eseguita automaticamente da apposita macchina, avviene con acido solforico e soda).
CROMATURA: questo processo elettrolitico serve a conferire (rivestendo il cilindro inciso su rame con uno spessore di "Cr" di circa 5 micron) una maggiore resistenza meccanica al cilindro medesimo. Durante la stampa, il cilindro potrà raggiungere velocità di rotazione fino a 30.000 giri/ora (circa). Se il cilindro non venisse cromato, con gli attriti cui lo stesso è sottoposto a quella velocità (con la carta, gli inchiostri, ecc.) la sua superficie di rame (metallo morbido) subirebbe deformazioni tali da alterare irreversibilmente le immagini incise sullo stesso (peggiorando conseguentemente anche la qualità del prodotto stampato).
LISCIATURA: questo processo serve a conferire, alla superficie del cilindro cromato, una certa microrugosità ideale per evitare, in fase di stampa, l'eventuale trasporto di inchiostro dovuto a rugosità più grossolane. Serve inoltre ad eliminare le eventuali irregolarità dovute a residui di cromo (conseguenti al processo di cui al punto precedente). Per questa operazione la superficie del cilindro viene passata con delle mole abrasive.
CORREZIONI : qualora si dovessero ravvisare, in fase di stampa, dei difetti sulla qualità dei cilindri da stampa, questi ultimi potranno subire delle correzioni che avverranno mediante apposite vasche. Queste correzioni consistono nell'utilizzo di lacche (per ridurre la profondità degli alveoli di incisione) oppure, in un processo elettrolitico sulla superficie di rame dei cilindri (dopo aver rimosso con soluzioni acide lo strato superficiale di cromo) per aumentare la profondità delle cellette.

Linea "RAME"
LAVAGGIO: prima di essere rilavorati in galvanico, i cilindri (provenienti dal reparto stampa) devono essere ripuliti dall'inchiostro.
SFOGLIATURA: questa operazione serve ad eliminare (da tutta la superficie del cilindro) quello spessore di rame (poche decine di micron) contenente le incisioni che ormai non servono più. Si incide il cilindro lungo tutta la sua lunghezza mediante una spatola di metallo e, facendo ruotare (meccanicamente) il cilindro, con apposite pinze viene tolta la sfoglia.
SGRASSATURA: questa operazione (eseguita automaticamente da apposita macchina) ha i seguenti scopi: <ul style="list-style-type: none"> • eliminare dalla superficie del cilindro eventuali tracce (sfridi) di rame (utilizzando acido solforico e soda); • far sì che si crei (utilizzando una proteina) su tutta la superficie del cilindro, una sottile pellicola la quale, durante l'operazione di ramatura (vedi punto successivo) permetta al rame di aderire alla superficie del cilindro ma senza creare un corpo unico con quello già presente sul cilindro stesso (favorire cioè la formazione di una sfoglia di rame).
RAMATURA: processo di tipo elettrolitico attraverso il quale si depositerà, su tutta la superficie del cilindro, un sottile (circa 80 micron) strato di rame, sotto forma di sfoglia. La soluzione utilizzata in codesta operazione (eseguita automaticamente da apposita macchina) è composta da acido solforico e solfato di rame.
LISCIATURA: serve a conferire alla superficie del cilindro quella rugosità ottimale per evitare problemi nel processo di incisione e per eliminare eventuali irregolarità dovute a residui di rame (conseguenti al processo di cui al punto precedente). Per questa operazione la superficie del cilindro viene passata con delle mole abrasive.

I cilindri, dopo aver eseguito tutte le lavorazioni sopra descritte (linea RAME), vengono stivati in apposito deposito cilindri pronti per essere nuovamente prelevati ed essere riutilizzati (avviati cioè al processo di incisione).

Reparto stampa

Il procedimento di "stampa rotocalco" è una tipologia di "stampa diretta", con matrice stampante costituita da "cilindri da stampa" (aventi superficie esterna in "rame") che vengono preventivamente (prima cioè del processo di stampa) approntati ("incisi" e successivamente "cromati") nel reparto "preparazione cilindri".

Elementi essenziali affinché il processo di stampa sia possibile sono, ovviamente, la "carta" e "l'inchiostro".

CARTA: la carta utilizzata si presenta in bobine di vario formato e grammatura (che variano cioè a seconda del tipo di prodotto da stampare) che vengono rifornite dal reparto magazzino e montate sui porta bobine (appositi supporti) delle macchine da stampa.

INCHIOSTRO: trattandosi di stampa in quadricromia i tipi di inchiostro utilizzati sono "giallo", "rosso", "blu" e "nero". Gli inchiostri sono costituiti da (in percentuali variabili) una quota parte di pigmento (che conferisce la colorazione al supporto stampato) e la restante parte da solvente (toluene) che, essendo altamente volatile, assolve il compito di agevolare una rapida essiccazione (e quindi il fissaggio dell'immagine) del prodotto stampato.

I cilindri di uno stesso gruppo (elementi 1,2,3,4 o elementi 5,6,7,8) sono apparentemente uguali tra loro (nel senso che l'immagine che appare incisa su di essi è costante su tutti e 4 i cilindri), ma ogni singolo cilindro è opportunamente predisposto per essere utilizzato (in fase di stampa) con un ben preciso colore (giallo, rosso, blu, nero).

Nel dettaglio vediamo ora come avviene il trasferimento dell'immagine dal cilindro da stampa alla carta.

La bobina di carta, sostenuta dal portabobine, si srotola attraverso gli 8 elementi stampa grazie ad un complesso sistema di traini.

Il cilindro, ruotando su se stesso, riceve l'inchiostro attraverso un rullo inchiostatore (che pesca l'inchiostro dal sottostante calamaio); l'inchiostro in eccesso, rispetto a quello indispensabile per colmare le cellette presenti sul cilindro da stampa viene asportato (automaticamente dalla stessa macchina) dalla superficie del cilindro mediante la racla (lama di acciaio lunga quanto il cilindro da stampa).

A questo punto il cilindro, venendo a contatto con la carta (l'adesione di quest'ultima alla superficie del cilindro è agevolata da un rullo pressore) vi trasferirà l'immagine da esso supportata.

Per agevolare quest'ultima fase, su ogni elemento stampa è di solito stato installato un dispositivo di asservimento elettrostatico; quest'ultimo permette, caricando elettricamente la carta (prima che quest'ultima venga a contatto con il cilindro) di far sì che l'inchiostro venga attratto (verso l'esterno delle cellette in cui si trova) verso la carta medesima (questo è dovuto al fatto che inchiostro e carta vengono ad assumere polarità elettrica opposta).

Il foglio di carta, ultimata la stampa su entrambi i lati, entra nel castello di piega dove viene tagliato in molteplici strisce che, lo stesso apparato di piega, provvede poi a sovrapporre, tagliare e piegare (le suddette strisce tra di loro), dando così vita alla segnatura (frazione di rivista).

Recupero solventi

Il sistema di recupero del solvente prevede il convogliamento degli effluenti gassosi originati dalle aspirazioni localizzate delle rotative e della vasca lavaggio pezzi. Tale sistema è basato su adsorbitori a carboni attivi.

L'aria contenente vapori di toluolo, prodotti nelle zone di evaporazione delle rotative, viene aspirata per mezzo di ventilatori e convogliata all'interno degli adsorbitori dopo un processo di filtrazione (per proteggere le batterie dalle polveri atmosferiche) e raffreddata a 35 °C.

Il carbone attivo contenuto all'interno degli adsorbitori trattiene il solvente (ciclo di carico) mentre l'aria depurata viene emessa in atmosfera attraverso un apposito camino. Gli adsorbitori vengono caricati finché il solvente non ha saturato la massa di carbone con esclusione dello strato prossimo all'uscita.

L'adsorbitore saturo viene quindi rigenerato immettendovi vapore surriscaldato in contro corrente, rispetto a quella che è la direzione del flusso d'aria in entrata.

La miscela solvente-vapore, in uscita dal fondo degli adsorbitori, viene condensata e raffreddata tramite scambiatori con refrigerante ad acqua.

Il toluolo, non solubile in acqua, in funzione del diverso peso specifico, viene separato dalle condense in un apposito separatore e convogliato in serbatoi di stoccaggio.

Dopo il desorbimento, il carbone caldo e umido, contenuto nell'adsorbitore, viene essiccato e raffreddato prima di essere inserito in un nuovo ciclo di adsorbimento.

Detto impianto è essenzialmente composto da due sezioni di trattamento:

1. captazione , filtrazione, raffreddamento ed adsorbimento dell'aria satura di solvente
2. strippaggio , condensazione e separazione del toluolo dalle condense stesse.

Reparto lavaggio cilindri

I cilindri sporchi di inchiostro, al termine del processo di stampa, vengono avviati ad apposito impianto adibito al lavaggio in automatico (mediante toluene) dei medesimi.

Il suddetto impianto di lavaggio è così strutturato:

- vasca di lavaggio (il lavaggio avviene mediante irrorazione, con solvente pulito, della superficie dei cilindri mentre vengono fatti ruotare su se stessi) chiusa, che può ricevere contemporaneamente diversi cilindri stampa da lavare;
- serbatoio contenente il solvente pulito che l'impianto utilizza per il lavaggio;
- serbatoio contenente il solvente sporco proveniente dal lavaggio dei cilindri;
- impianto di "distillazione" che provvede alla distillazione del solvente sporco contenuto nel suddetto serbatoio (rimandando il solvente pulito nel serbatoio di cui al secondo punto e scaricando in apposito serbatoio le morchie di inchiostro che verranno smaltite o riutilizzate, versandole nelle bacinelle delle macchine da stampa, nel processo produttivo).

Reparto confezione

In questo reparto avviene l'assemblaggio delle varie frazioni di rivista (ovvero delle segnature) che andranno così a costituire il prodotto finito ovvero la copia così come la si troverà presso l'edicola.

Le segnature, in uscita dalle macchine da stampa, possono essere convogliate (mediante apposite catene di trasporto) a due distinte tipologie di macchine e precisamente:

- agli "stacker" (raccoltori ovvero palettizzatori): che hanno la funzione di formare le "stecche" (pile di segnature "reggiate") che, impilate automaticamente su pallet, verranno avviate (mediate rulliere di trasporto) al reparto confezione per le lavorazioni successive;
- alle stazioni "print-roll": che provvedono a raccogliere le suddette segnature su appositi supporti circolari (di metallo) dette "ruote", pronte per essere trasportate (con carrelli elettrici appositamente attrezzati per lo scopo) nel reparto confezione ed inserite direttamente sulle linee di confezionamento.

A questo punto, le riviste così confezionate, vengono avviate (prelevandole, alla fine delle linee di confezionamento, mediante carrelli elettrici) alla ribalta dove, caricate sugli autotreni, verranno avviate ai punti di distribuzione.

Ciclo produttivo rotocalco imballaggi

Preparazione cilindri

L'attività svolta nel reparto preparazione cilindri consiste nell'approntare le matrici stampanti (chiamate cilindri stampa) che serviranno, mediante la tecnica di stampa rotocalco, per stampare il supporto che può essere cartaceo, polimerico o metallico.

Il cilindro stampa è costituito da un'anima in acciaio sulla quale viene depositato un rivestimento in rame di diverse decine di micron di spessore. Questo rivestimento è

destinato all'incisione attraverso una lavorazione con una punta di diamante. Al termine dell'incisione il cilindro viene cromato per rendere la superficie più resistente e meno usurabile.

I cilindri stampa vengono identificati con due parametri geometrici essenziali che sono la tavola e lo sviluppo. La tavola rappresenta la larghezza del cilindro mentre lo sviluppo corrisponde alla circonferenza esterna del cilindro.

Il ciclo produttivo dei cilindri si articola su diverse fasi ben precise.

SFOGLIATURA

Il cilindro inciso che è già stato usato in stampa e deve essere re-inciso per una nuova lavorazione torna al reparto cilindri (presso il trasformatore) oppure all'incisore esterno dove per prima cosa viene lavorato per eliminare la vecchia incisione.

Quest'operazione, che serve ad eliminare lo spessore di rame inciso, avviene mediante sfogliatura (ramatura a foglia) oppure molatura (ramatura a spessore).

Nel primo caso la foglia di rame viene incisa per tutta la lunghezza del cilindro e rimossa dal cilindro stesso. Nel secondo caso, mediante delle mole abrasive, si asporta lo strato di rame inciso.

RAMATURA

Per esser inciso di nuovo, il cilindro, va ripristinato lo spessore originale di rame. Per questo si sottopone il cilindro ad una operazione di sgrassatura mediante un lavaggio in apposita macchina con acidi e basi forti. L'operazione serve ad eliminare eventuali impurezze e sfridi di rame che potrebbero ridurre l'adesione del rame alla base.

Successivamente il cilindro passa in un bagno elettrolitico che depositerà su tutta la superficie uno strato sottile di rame (circa 80 micron). L'operazione avviene in apposita macchina con soluzioni di acidi forti e sali di rame.

LISCIATURA

Mediante mole abrasive si liscia la superficie del cilindro ramato per portarlo alla rugosità superficiale ideale per essere inciso.

INCISIONE

Il cilindro viene posizionato sui supporti della macchina da incisione. L'incisione diretta consiste nella digitalizzazione di dati fotografici, memorizzazione su supporto magnetico e trasferimento dei dati alla macchina per incisione.

La macchina, con l'ausilio di teste di incisione attrezzate con punte di diamante sintetico, colpisce la superficie di rame creando delle microscopiche incisioni (alveoli profondi qualche decina di micron).

Queste cellette hanno la funzione durante la stampa di pescare l'inchiostro per poi trasferirlo sul supporto da stampare.

CROMATURA

Dopo un'operazione di sgrassatura elettrolitica (con acidi e basi forti) si passa ad un altro processo elettrolitico che serve a depositare uno spessore di cromo (circa 5 micron) sul rame inciso in modo da conferire alla superficie del cilindro una maggiore resistenza meccanica.

Durante la stampa un cilindro arriva a velocità di rotazione fino a 40000 giri/ora. Gli attriti, dovuti al contatto con la racla ed il supporto da stampare, sono elevati e se il

cilindro non fosse cromato il rame verrebbe deformato ed asportato con l'effetto di danneggiare irrimediabilmente la qualità della stampa.

LISCIATURA

Dopo la cromatura si passa ad una lisciatura finale mediante mole abrasive. Con questa operazione si conferisce alla superficie del cilindro una rugosità ottimale per evitare trasporti d'inchiostro non voluti ma dovuti ad una finitura superficiale grossolana.

CORREZIONE

Questa operazione non è sempre necessaria ma può essere fatta se si ravvisano piccoli difetti che possono essere eliminati con un processo elettrolitico sulla superficie del rame dopo avere rimosso il cromo superficiale con soluzioni acide.

A questo punto i cilindri sono pronti per la stampa rotocalco. Questo è un procedimento di stampa diretta mediante la quale si stampa in continuo un materiale (film polimerico, carta, alluminio, ecc.) in bobina.

Reparto stampa

Gli elementi essenziali per la stampa sono i seguenti.

1. Supporto: è un materiale che si presenta sotto forma di bobina, di vario formato e di vario spessore a seconda del tipo di prodotto da stampare; la sua natura è molteplice e può essere carta, film polimerico o alluminio.
2. Inchiostro: trattandosi di una stampa a più colori (fino a 10 o 11 colori) e su diversi supporti lo stampatore dispone di più inchiostri che si differenziano per pigmento (colore) e matrice polimerica (a seconda del supporto da stampare); tutti gli inchiostri sono poi diluiti con un solvente (generalmente acetato d'etile) che serve a mantenere il sistema liquido alla giusta viscosità. Il solvente molto volatile assolve il compito di facilitare l'essiccazione del colore (quindi il fissaggio sul supporto) in tempi brevi.

I cilindri stampa, montati uno per elemento stampa, durante la produzione girano su un albero pescando l'inchiostro da una bacinella sottostante; una racla (lama di acciaio affilata) asporta l'inchiostro in eccesso nelle cellette incise; il cilindro viene a contatto con il supporto che si srotola attraverso i gruppi stampa e viene tenuto a contatto dei cilindri mediante un rullo pressore.

Per effetto della maggiore tensione superficiale del supporto rispetto al cilindro inciso e cromato l'inchiostro si trasferisce dalle cellette al supporto.

Ogni elemento stampa è dotato di un forno di essiccazione dove, il supporto, dopo essere stato stampato, entra e lì l'inchiostro viene essiccato e si aggrappa definitivamente al supporto stesso.

Nel settore della produzione di imballaggio flessibile si possono distinguere due diversi tipi di macchine rotocalco che differiscono per la presenza o meno di un gruppo accoppiatore dopo la stampa.

In tale gruppo il supporto stampato viene accoppiato mediante un adesivo ad un secondo film che normalmente è di natura polimerica o è d'alluminio sottile.

L'adesivo, normalmente bicomponente, può essere a base solvente (acetato d'etile) oppure solvent-less (senza solvente). Per gli adesivi a solvente dopo la spalmatura sul supporto, mediante un cilindro inciso con cellette molto profonde, si deve ricorrere ad

un forno per far evaporare il solvente ed avviare la polimerizzazione dell'adesivo stesso. Gli adesivi solvent-less polimerizzano solo per effetto della miscelazione dei due componenti.

Se l'azienda non dispone di macchine con accoppiamento in linea con la stampa è possibile che abbia una linea accoppiatrice dove il supporto precedentemente stampato viene accoppiato in un secondo tempo con un secondo film/supporto (accoppiatrice duplex) o con due film/supporti (accoppiatrice triplex).

Gli adesivi e le tecniche sono le stesse descritte per l'accoppiamento in linea pertanto se l'adesivo è a solvente avremo il forno d'essiccazione con strippaggio del solvente.

Al termine dell'operazione di stampa i cilindri e le attrezzature sporche di inchiostro vengono avviate ad apposito impianto di lavaggio automatico con solvente. Il solvente sporco viene distillato e riutilizzato le morchie vengono mandate allo smaltimento.

Recupero solvente

Il sistema di recupero solvente convoglia tutte le emissioni aeriformi, generate dalle aspirazioni localizzate dei forni delle macchine rotocalco e/o accoppiatrici e ricche di solvente, agli adsorbitori a carboni attivi.

L'aria ricca di solvente (acetato d'etile in genere) che passa attraverso i letti di carboni deposita il solvente sui carboni ed esce attraverso un apposito camino.

Generalmente l'impianto dispone di più letti di carboni in modo che, a rotazione, quello saturo di solvente vada in rigenerazione mentre gli altri sono in fase di adsorbimento.

L'adsorbitore saturo, durante la rigenerazione, viene percorso, in controcorrente rispetto al flusso di aria, da una corrente di vapore surriscaldato o di azoto caldo che ha lo scopo di lavare i carboni dal solvente.

La miscela vapore (azoto) e solvente va alla condensazione ed alla separazione per ottenere vapore (azoto) da riutilizzare per la rigenerazione ed solvente da immettere nuovamente nel ciclo produttivo (stampa, accoppiamento).

I carboni rigenerati caldi vengono raffreddati e ritornano ad adsorbire.

Taglio e confezionamento

Le bobine, dopo aver atteso l'opportuno tempo per la maturazione dell'adesivo, vengono avviate al reparto taglio dove vengono ricavate le bobine figlie.

Dette bobine vengono confezionate, etichettate, pallettizzate ed inviate a magazzino pronte per essere spedite al cliente.

Stampa offset

L'OFFSET è un sistema di stampa indiretto (senza contatto tra la forma o matrice e il supporto di stampa) che si basa sull'interposizione di uno speciale cilindro rivestito con un tessuto gommato (detto "CAUCCIU") che effettua il trasferimento dei grafismi d'inchiostro dalla forma al supporto di stampa. Il sistema riguarda principalmente la stampa litografica moderna nella quale la forma rigida (pietra litografica) è stata sostituita da una lastra flessibile (di zinco, alluminio o plastica) avvolta su un cilindro. La versatilità di questo processo di stampa offset consente di ottenere una grande varietà di prodotti.

La stampa OFFSET è essenzialmente una stampa rotativa che, a seconda del substrato o del prodotto stampato si suddivide in:

- sheetfed (alimentazione a foglio)
- web offset – roto-offset (alimentazione a bobina):
- heatset (asciugamento a caldo tramite appositi essiccatori)
- coldset (asciugamento a freddo).

Esiste anche una OFFSET A SECCO (Waterless) senza la fase di bagnatura che impiega speciali lastre offset, nelle quali i contrografismi sono costituiti da composti siliconici, e inchiostri specifici per questa tecnologia.

Sheetfed

Il sistema litografico OFFSET si basa sul principio della lipofilia dei grafismi e idrofilia dei contrografismi; pertanto il ciclo di stampa comprende:

- una fase di bagnatura della lastra matrice: i rulli bagnatori distribuiscono una soluzione acquosa che viene trattenuta in strato sottile dalle parti metalliche idrofile non stampanti (contrografismi). Lo scopo di questo processo è quello di depositare un film uniforme sulla superficie dell'unità stampante. A tale scopo viene utilizzata normalmente una soluzione di acqua ed isopropanolo al fine di sfruttare le proprietà idrofiliche di questa soluzione nelle aree che non dovranno essere stampate. Al fine di evitare l'evaporazione dell'alcool tale sistema è spesso dotato di un sistema di raffreddamento con la soluzione "bagnante" continuamente pompata nel sistema di stampa.
- una fase di inchiostrazione: i rulli inchiostраторi depositano l'inchiostro sulle parti lipofile costituenti i grafismi della lastra offset. Tale processo avviene grazie all'utilizzo delle più moderne tecnologie di controllo telematico.

Gli inchiostri utilizzati sono grassi e densi con alta percentuale di vernice o legante oleoso.

Roto-offset

La roto-offset si distingue in coldset, ossia con asciugamento a freddo e in heatset, con asciugamento mediante forno ad aria calda con bruciatori a gas o a olio combustibile (la coldset è utilizzata prevalentemente nella stampa dei quotidiani per i quali la carta non patinata, molto assorbente, consente l'asciugamento senza forno).

a) Preparazione delle bobine di carta

Le bobine di carta vengono trasportate agli impianti automatici di alimentazione bobin. Le bobine vengono private dell'imballo esterno di protezione tramite idonea stazione di disimballaggio e caricate quindi sui bracci (supporti) del portabobine.

b) Avviamento della Rotativa

Una volta esaminata la tiratura, la Rotativa deve essere predisposta per il nuovo lavoro. Gli addetti alla stampa montano le nuove matrici di stampa, lastre, sugli appositi cilindri porta lastre regolando le opportune centrature. Inoltre vengono regolate, tramite appositi pulsanti posti sulla consolle di comando, l'inchiostrazione di ogni singolo elemento stampa e presettano l'impostazione dei coltelli e compensatori carta sulla piegatrice in funzione del formato del nuovo lavoro (tipologia segnatura).

Terminate le operazioni di regolazione delle varie parti ed aggregati di macchina, in funzione del nuovo lavoro la rotativa viene avviata ed il nastro di carta, svolto dal portabobine e mantenuto ad una tensione costante predeterminata da un apposito gruppo regolatore, passa attraverso i gruppi di stampa dai quali viene impressionato nei quattro colori su entrambi i lati.

c) Essiccazione

All'uscita degli elementi di stampa il nastro di carta entra nel forno di asciugamento dove i solventi altobollenti contenuti nell'inchiostro e l'acqua di bagnatura vengono fatti evaporare ottenendo così un'essiccazione immediata della stampa. La temperatura di funzionamento del forno, che varia a seconda della tecnologia dello stesso, della grammatura della carta, della coprenza colore e della velocità di stampa, è mediamente compresa tra i 130 °C ed i 165 °C.

d) Raffreddamento

All'uscita dal forno il nastro viene raffreddato, tramite contatto con cilindri percorsi nel loro interno da acqua refrigerata e convogliato nella piegatrice dove viene tagliato e piegato nei formati richiesti (formato signature).

e) Confezionamento

Le signature, all'uscita dalla piegatrice, attraverso nastri trasportatori vengono convogliate su apposite attrezzature di raccolta (stackers) e palletizzazione (palletizzatori).

Altri cicli produttivi

Altri processi di stampa raramente operano utilizzando quantità di solvente al di sopra del valore soglia individuato dal punto 6.7 della Direttiva IPPC.

Di seguito si riporta una lista di questi altri cicli produttivi di stampa associata ad una breve descrizione del processo.

Screenprinting (serigrafia)

La SERIGRAFIA, o stampa a setaccio, è un sistema di stampa permeografico che utilizza una forma matrice (screen – retino) costituita da un telaio con una cornice rigida che mantiene in tensione un tessuto poroso con maglie aperte (grafismi) e maglie chiuse (contrografismi). Il ciclo di stampa si effettua ponendo il telaio a contatto con il supporto da stampare e spremendo l'inchiostro mediante una lama (racla) facendolo passare attraverso le maglie aperte. Oggi il tessuto del retino serigrafico è costituito principalmente da fili di nylon, poliestere, acetato di cellulosa o acciaio.

Sono anche di uso corrente telai cilindrici per la stampa rotoserigrafica nei quali il tessuto è sostituito da uno speciale retino di nickel inciso con microfori al posto delle maglie convenzionali.

La flessibilità del retino consente di stampare su vari tipi di materiali, superfici e oggetti e attraverso le maglie della matrice serigrafica possono passare prodotti di varia natura e consistenza, diversi dai comuni inchiostri.

La serigrafia viene quindi utilizzata non solo in campo grafico, ma anche nel settore tessile, nell'arredamento, nell'industria ceramica, nella stampa di circuiti elettronici, nella cartellonistica, per la personalizzazione e decorazione di contenitori e bottiglie e persino nell'industria dolciaria per decorare torte e biscotti.

Pur persistendo un ciclo serigrafico manuale, utilizzato principalmente in campo artistico/artigianale, il processo serigrafico è oggi fortemente industrializzato mediante l'impiego di macchine automatiche a foglio e a bobina e impiegato su larga scala per la stampa di etichette.

Tipografia

La TIPOGRAFIA è un sistema di stampa rilievografico, ossia che utilizza forme di stampa (clichè) con grafismi in rilievo.

Il ciclo di stampa è diretto mediante inchiostrazione dei grafismi, costituiti dalle parti emergenti della forma (caratteri, tratti e punti delle immagini retinate) e contatto a pressione con il supporto di stampa.

Gli inchiostri utilizzati sono in pasta, ad alta densità con legante a base di resine e olio.

La TIPOGRAFIA mantiene ancora un ruolo marginale nella totalità dell'industria grafica per la stampa di etichette e film accoppiati per tubetti cosmetici utilizzando speciali clichè fotopolimerici su base metallica.

Le macchine odierne sono in prevalenza rotative con alimentazione a bobina nel segmento a banda stretta (fino a larghezza massima 50 cm).

Tampografia

La TAMPOGRAFIA è un sistema di stampa con matrice incavografica che utilizza un inchiostro fluido a base solvente.

La matrice è piana e di dimensioni contenute; l'inchiostrazione dei grafismi si effettua mediante una racla e la pulitura dei contrografismi mediante una controracla; un "tampone" di gomma siliconica morbida, con forme diverse a seconda dell'oggetto e della superficie su cui si effettua la stampa, trasferisce l'inchiostro dalla matrice al supporto finale.

Si tratta di un sistema in parte concorrenziale della serigrafia, che consente di stampare su supporti e oggetti sagomati, dato che il tampone morbido si adatta a tutte le forme. Le sue applicazioni sono molteplici ed eterogenee: dalle bottiglie ai contenitori di forma irregolare, agli articoli pubblicitari ed artistici (piatti, posacenere, statuette, trofei ecc;)

dal vasto comparto dell'oggettistica da regalo a quello dei giocattoli, dall'utensileria agli strumenti scientifici.

La matrice può essere di fotopolimero o di rame per piccole tirature oppure di acciaio temperato o di rame cromato per lunghe tirature.

Packaging offset (offset per imballaggio)

Il PACKAGING OFFSET è un ciclo produttivo che utilizza il sistema offset (vedi ciclo produttivo OFFSET), prevalentemente in macchina con alimentazione a foglio, per la stampa di cartoncino teso e ondulato in microonda destinato alla produzione di scatole e astucci di alta qualità nel converting cartotecnico.

Il processo offset viene anche impiegato nel sistema pre-print, con macchine a foglio e a bobina, per la stampa della copertina (liner) successivamente incollata sui grandi fogli di cartone ondulato per la produzione di scatole e scatoloni nelle apposite linee di trasformazione (slotter).

Esistono, inoltre, alcuni modelli di rotative offset a bobina per stampa di film plastici per la produzione di sacchetti e di etichette tubolari termoretraibili (sleeve).

Digital printing (stampa digitale)

La STAMPA DIGITALE è un comparto nuovo nel quadro dell'industria grafica; lasciando a parte i sistemi di primo livello, ossia le macchine fotocopiatrici e le stampanti per computer, consideriamo la stampa digitale di fascia alta intesa come "Computer-to-Press"; la stampa è ottenuta mediante il trasferimento diretto alla macchina da stampa dei dati digitali generati da un computer e rasterizzati da un RIP (Raster Image Processing) senza l'impiego di una forma di stampa o matrice.

Ci riferiamo ai procedimenti elettrofotografici, fotochimici, diazoici, cianografici, eliografici, ma soprattutto alle tecniche innovative della stampa laser, ink-jet, termochimica, a trasferimento termico e a sublimazione, e ai processi di elettroerosione e magnetografia.

Alcuni di questi sistemi vengono impiegati per la stampa "on demand", ossia la stampa a richiesta con dati variabili per le personalizzazioni, altri per la stampa di etichette e codici a barre, altri rientrano più propriamente nelle tecnologie computer-to-press e computer-to-print.

La macchina digitale di fascia alta con alimentazione a foglio o a bobina, toner liquidi e sistema di stampa indiretta (tipo offset) utilizza un sistema elettrofotografico con testa di scrittura laser e un cilindro matrice sul quale l'immagine/pagina viene generata ad ogni giro macchina. Il toner liquido catturato dai grafismi viene trasferito sul supporto tramite un cilindro intermedio ricoperto con uno speciale tessuto gommato leggermente riscaldato.

E' così possibile generare e stampare un'immagine diversa ad ogni giro cilindro. Altre macchine analoghe utilizzano toner in polvere finissima.

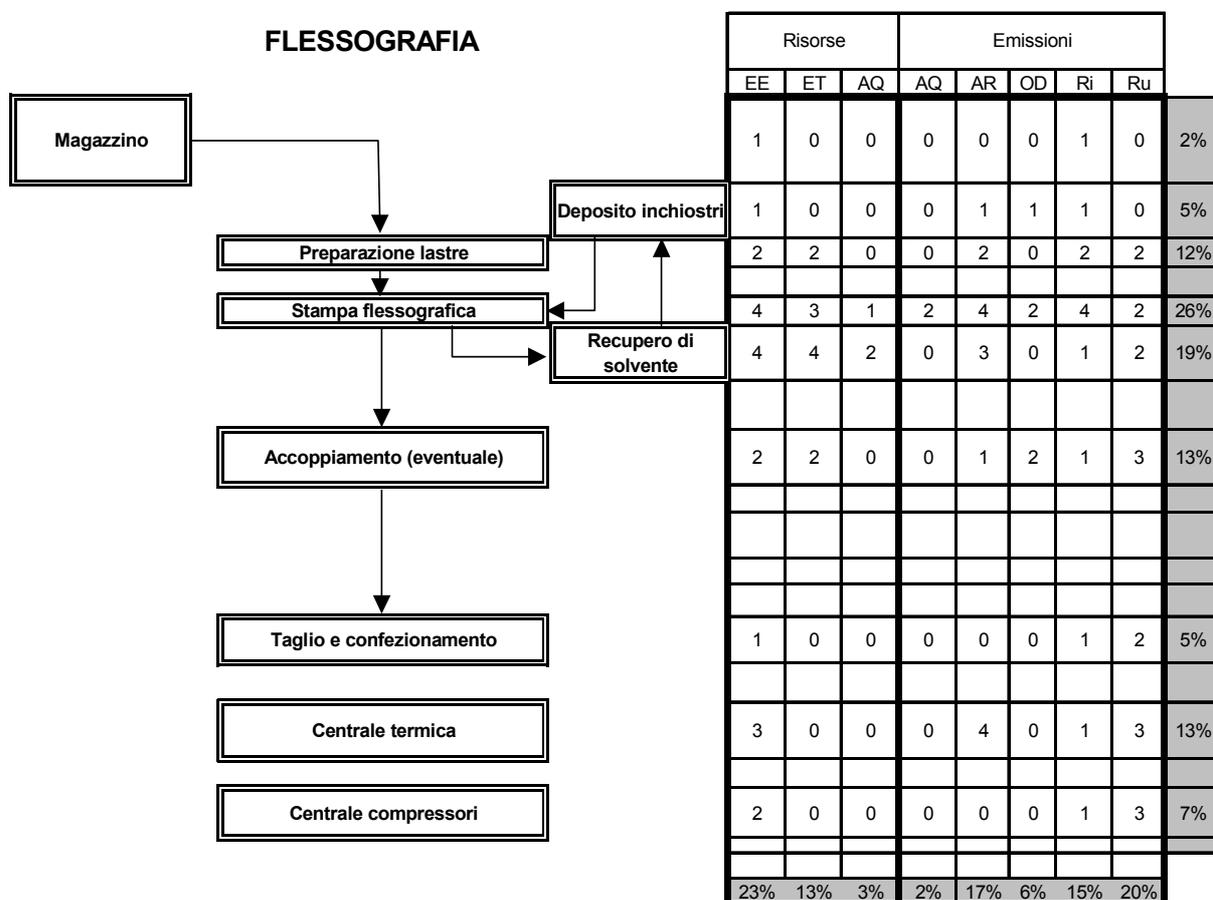
Tra i sistemi digitali considerati di primaria importanza ricordiamo anche la stampa a getto d'inchiostro (INKJET) che si sta sviluppando in molteplici applicazioni, dalle prove colore alle gigantografie per uso decorativo e pubblicitario, dalla stampa fotografica professionale ed amatoriale alla marcatura delle confezioni sulle linee di riempimento.

Questo tipo di stampa utilizza un dispositivo capace di generare e indirizzare, tramite campi elettrici, minuscole gocce di inchiostro. Il dispositivo emette un getto intermittente in base alla presenza di un grafismo o di un contrografismo, oppure un getto continuo che viene deviato verso un serbatoio di recupero in presenza di un contrografismo.

Esistono diverse tecniche per ottenere e guidare il flusso di microgocce; le principali sono: a getto continuo , a getto discontinuo piezoelettrico e a getto discontinuo "bubble-jet".

Appare, inoltre, sempre più realistico l'impiego di macchine ibride, con unità in linea flexo, rotocalco, offset, tipografiche, serigrafiche e anche con elementi di stampa digitale a dato variabile.

Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni



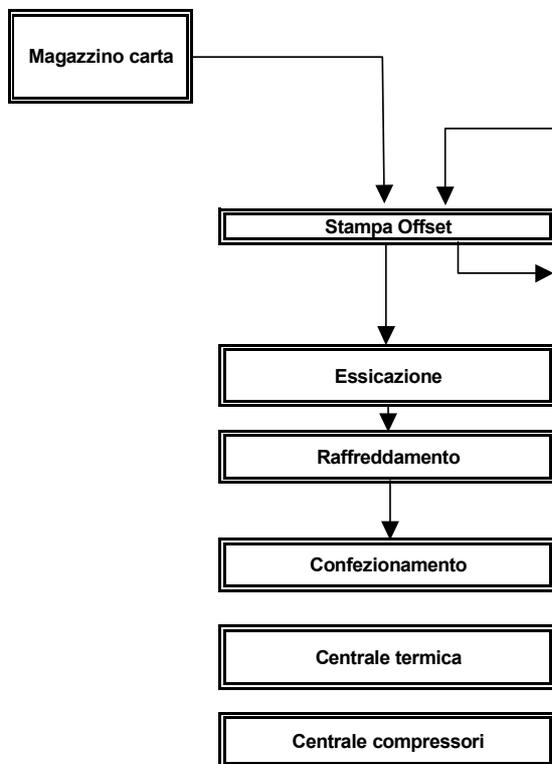
^ eventuali note

Legenda	Risorse	energia elettrica
		energia termica
		acqua
	Emissioni	effluenti idrici
		emissioni in aria
		odori
		rifiuti
		rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

OFFSET



	Risorse			Emissioni					
	EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri		Ru
	1	0	0	0	0	0	1	0	3%
	1	0	0	0	1	1	1	0	5%
	4	4	2	0	3	0	1	2	22%
	2	3	1	1	3	2	1	3	22%
	2	1	3	3	1	1	1	2	19%
	1	0	0	0	0	0	1	2	5%
	3	0	0	0	4	0	1	3	15%
	2	0	0	0	0	0	1	3	8%
	22%	11%	8%	5%	16%	5%	11%	21%	

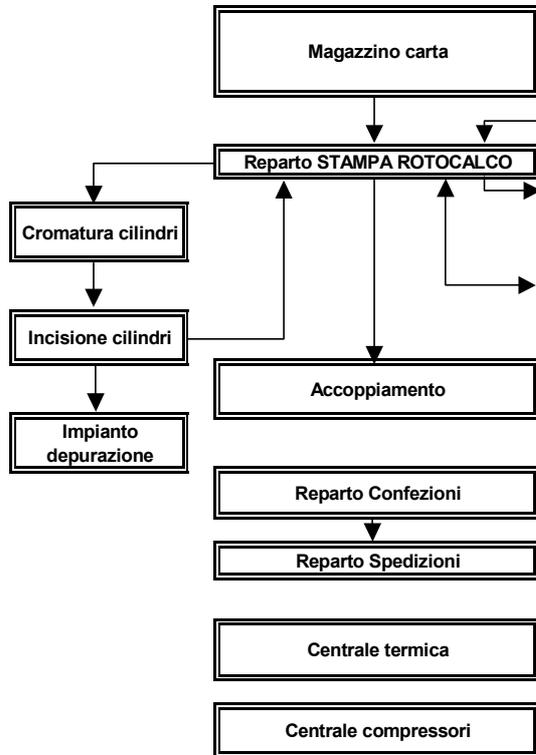
^ eventuali note

Legenda	Risorse	energia elettrica
		energia termica
		acqua
	Emissioni	effluenti idrici
		emissioni in aria
		odori
		rifiuti
		rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

ROTOCALCO IMBALLAGGI



	Risorse			Emissioni					
	EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri	Ru	
	1	0	0	0	0	0	1	0	1%
	1	0	0	0	1	1	1	0	3%
	4	4	2	4	4	2	4	2	17%
	3	1	1	1	3	2	1	1	9%
	4	1	4	3	3	1	4	1	14%
	4	4	2	0	3	0	1	2	11%
	3	1	1	1	0	0	4	1	7%
	3	3	3	2	2	0	4	0	11%
	1	1	3	4	2	1	2	2	11%
	1	0	0	0	0	0	1	2	3%
	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
	3	0	0	0	4	0	1	3	7%
	2	0	0	0	0	0	1	3	4%
	20%	10%	11%	10%	15%	5%	17%	12%	

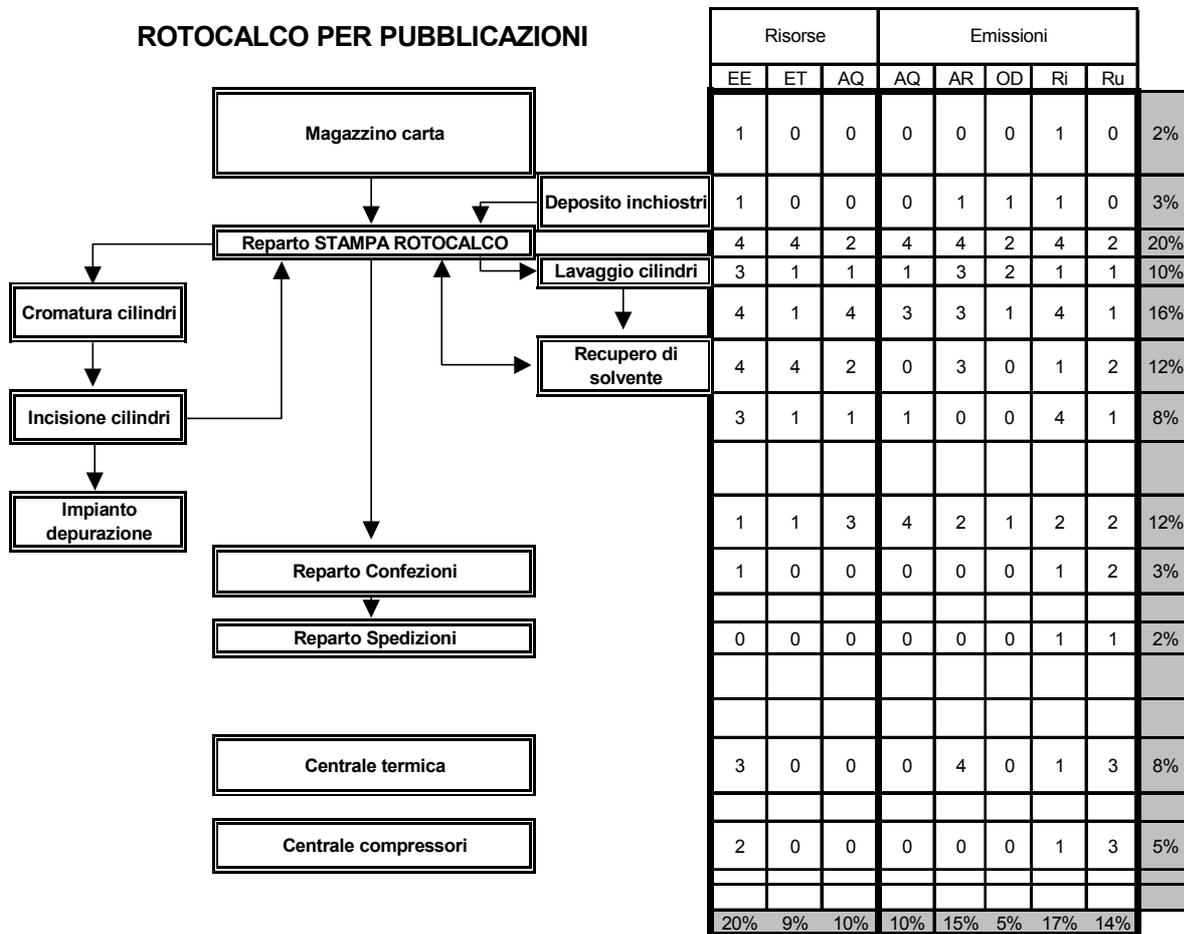
^ eventuali note

Legenda	Risorse	energia elettrica
		energia termica
		acqua
	Emissioni	effluenti idrici
		emissioni in aria
		odori
	rifiuti	
	rumore	

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

ROTOCALCO PER PUBBLICAZIONI



^ eventuali note

Legenda	Risorse	energia elettrica
		energia termica
		acqua
	Emissioni	effluenti idrici
		emissioni in aria
		odori
		rifiuti
		rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

Principali indicatori di consumi ed emissioni

Utilizzo risorse idriche

L'approvvigionamento idrico può avvenire tramite il pompaggio di acqua di falda da pozzi privati o tramite fornitura da acquedotto pubblico. Le principali fasi dei processi di stampa descritti che utilizzano acqua, sono:

- la preparazione dei cilindri
- il recupero di solvente
- il processo di accoppiamento.

Scarichi idrici

Le acque di processo scaricate nei bacini recettori (corpo idrico superficiale o fognatura comunale) sono essenzialmente quelle derivanti dai processi di preparazione dei cilindri (ramatura/cromatura) o da eventuali impianti di lavaggio.

Tali acque hanno tenori di inquinanti che superano i limiti previsti per lo scarico dalla normativa nazionale (D.Lgs 152/06). A tale scopo è spesso indispensabile predisporre un sistema di depurazione delle acque, genericamente chimico-fisico, al fine di abbattere le concentrazioni di metalli e regolare il pH prima dello scarico.

Contaminazione del suolo

I solventi utilizzati ed, eventualmente, recuperati vengono abitualmente stoccati all'interno di serbatoi appositamente dedicati. Tali serbatoi possono essere disposti fuori terra (in appositi bacini di contenimento al fine di contenere eventuali sversamenti accidentali) o, in alternativa, interrati. La possibilità che l'usura dovuta dal tempo danneggi i serbatoi provocando la fuoriuscita del contenuto ed il successivo inquinamento del terreno, rappresenta una passività ambientale da considerare in un possibile impatto della struttura produttiva. Inoltre le operazioni di carico e scarico rappresentano un'altra attività a rischio di contaminazione.

Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera prodotte dalle attività di stampa sono riconducibili principalmente alle seguenti attività:

- reparto stampaggio (con dispersione solvente)
- impianto di recupero del solvente
- reparto preparazione cilindri

- reparto preparazione colori
- centrale termica.

Le emissioni di COV generate possono, a seconda della tipologia di attività di stampa, essere convogliate a impianti di abbattimento con recupero (carboni attivi, condensazione) o termodistruzione mediante postcombustione.

Le emissioni generate in rotocalcografica dalla preparazione cilindri (cromo_{VI}, rame, solfati) vengono convogliate ad impianti di abbattimento ad umido (scrubber).

Produzione di rifiuti

La produzione di rifiuti derivanti dalle attività di stampa può essere riassunta dalle seguenti tabelle in cui, per ogni rifiuto, è stato inserito il rispettivo codice CER e la fase del ciclo produttivo da cui viene generato.

PRESTAMPA

Materiali residui	CER	Denominazione comune	Possibili vie di conferimento (*)
<i>Sviluppo esausto</i>	09 01 01*	Soluzioni di sviluppo e attivanti a base acquosa	1
	09 01 02*	Sviluppo lastre esausto / soluzioni di sviluppo per lastre offset a base acquosa	1
	09 01 03*	Sviluppo lastre con solvente	1
<i>Fissaggio esausto</i>	09 01 01*	Soluzione di fissaggio esausto	1
	09 01 04*	Fissaggio esausto / fissaggio fotografico esausto	1
<i>Soluzioni di lavaggio</i>	07 03 04*	Soluzione detergente lava-rulli / solvente e inchiostro / acqua lavaggio rulli	1
	08 03 08	Acetato di etile / metil etil chetone / solvente esausto	1
	09 01 05*	soluzioni acquose contenenti inchiostro	1
	14 06 03*	Lavaggio rulli / lavaggio rulli lastre / acque da lavaggio rulli	1
		Soluzione di lavaggio / acque di lavaggio pellicole / acque di spugnatura depurate / liquido di risciacquo antiossidante	1
		Lavaggi macchina esausti / liquido lava caucciù / miscela di inchiostri con predominanza di solventi alogenati / liquido di pulitura / solvente esausto	
		lavaggio pezzi	
<i>Contenitori / imballaggi vari</i>	15 01 01	Imballaggi in carta e cartone	1 – 2 – 3
	15 01 02	Imballaggi in plastica / contenitori in plastica / film polietilene	1 – 2 – 3
	15 01 04	Imballaggi metallici	1 – 2 – 3
	15 01 05	Imballaggi in materiali compositi	1
	15 01 06	Imballaggi in più materiali	1
	15 01 07	Imballaggi in vetro	1 – 2 – 3
	15 01 10*	Imballaggi / contenitori / latte contaminati da sostanze pericolose	1
<i>Pellicole fotografiche</i>	09 01 07	Pellicole fotografiche	1
<i>Stracci sporchi</i>	15 02 02*	Assorbenti e stracci sporchi contaminati da sostanze pericolose (solventi e/o colori)	1
	15 02 03	Assorbenti e stracci sporchi non contaminati da	1

		sostanze pericolose	
<i>Carta di scarto</i>	15 01 01	Carta e cartone	1 – 2 – 3
<i>Bancali in legno di scarto</i>	15 01 03	Imballaggi in legno / bancali	1 – 2 – 3
<i>Adesivi, sigillanti, resine e colle di scarto</i>	08 04 09*	Adesivi e sigillanti di scarto / colla avariata / resina di scarto /collante esausto	1
	08 04 10	Colla esausta / adesivi e sigillanti induriti / resina di scarto	1
	08 04 16	Adesivi e sigillanti liquidi / acqua di lavaggio colla / colla vinilica lavatura vaschetta colla	1

STAMPA

<i>Materiali residui</i>	<i>CER</i>	<i>Denominazione comune</i>	<i>Possibili vie di conferimento (*)</i>
<i>Inchiostro residuo e/o di scarto</i>	08 03 08	Soluzioni acquose contenenti inchiostro / inchiostro flexo e lavaggi laccatore vernice acrilica	1
	08 03 12*	Inchiostri per stampa / inchiostri di scarto / lavatura macchine / residui inchiostro	1
	08 03 13	Inchiostri a base acquosa / morchie di inchiostri / inchiostro secco	1
<i>Fanghi contenenti inchiostro</i>	08 03 07	Fanghi acquosi contenenti inchiostro	1
	08 03 14*	Da lavaggio macchine / da lavaggio rulli	1
	08 03 15	inchiostri Lavatura rulli e solventi non clorurati / lavatura macchine offset	1
<i>Latte vuote</i>	15 01 04	Imballaggi metallici	1 – 2 – 3
	15 01 10*	Imballaggi / contenitori / latte contaminati da sostanze pericolose	1
<i>Carta di scarto</i>	15 01 01	Carta da macero	1 – 2 – 3
<i>lastre di scarto</i>	16 03 04	Lastre stampa in alluminio	1 - 3
	16 03 03*	Lastre stampa in alluminio contaminate da sostanze pericolose	1
<i>Materiali filtranti ed assorbenti</i>	15 02 02*	Assorbenti e stracci sporchi contaminati da sostanze pericolose (solventi e/o colori)	1
	15 02 03	Assorbenti e stracci sporchi non contaminati da sostanze pericolose	1
<i>Soluzioni di lavaggio</i>	08 03 08	Lavaggio rulli / lavaggio rulli lastre / acque da lavaggio rulli	1
	08 03 13	Acqua di lavaggio rulli / lavatura macchine offset	1
	08 03 14*	Miscela acqua solventi	1
	08 03 15	Acqua lavaggio rulli e solventi non clorurati / acqua di lavaggio macchine offset	1
	12 03 01*	Scarichi incisione lastre e sviluppatrici	1

<i>Contenitori / imballaggi vari</i>	15 01 01	Imballaggi in carta e cartone	1 – 2 – 3
	15 01 02	Imballaggi in plastica / contenitori in plastica / film polietilene	1 – 2 – 3
	15 01 04	Imballaggi metallici	1 – 2 – 3
	15 01 05	Imballaggi in materiali compositi	1
	15 01 06	Imballaggi in più materiali	1
	15 01 07	Imballaggi in vetro	1 – 2 – 3
	15 01 10*	Imballaggi / contenitori / latte contaminati da sostanze pericolose	1

ALLESTIMENTO

Materiali residui	CER	Denominazione comune	Possibili vie di conferimento (*)
<i>Carta di scarto</i>	15 01 01	Carta da macero	1 – 2 – 3
<i>Contenitori / imballaggi vari</i>	15 01 01	Imballaggi in carta e cartone	1 – 2 – 3
	15 01 02	Imballaggi in plastica / contenitori in plastica / film polietilene	1 – 2 – 3
	15 01 04	Imballaggi metallici	1 – 2 – 3
	15 01 05	Imballaggi in materiali compositi	1
	15 01 06	Imballaggi in più materiali	1
	15 01 07	Imballaggi in vetro	1 – 2 – 3
	15 01 10*	Imballaggi / contenitori / latte contaminati da sostanze pericolose	1
<i>Bancali in legno di scarto</i>	15 01 03	Bancali in legno di scarto	1 – 2 – 3
<i>Materiali da imballaggio in più materiali</i>	15 01 06	Imballaggi in più materiali	1

MANUTENZIONE

Materiali residui	CER	Denominazione comune	Possibili vie di conferimento (*)
<i>Lampade fluorescenti</i>	20 01 21*	Tubi fluorescenti, neon ed altri rifiuti contenenti mercurio	1
<i>Toner stampanti esauriti</i>	08 03 18	Toner per stampanti esauriti / cartucce o nastri stampanti	1 – 2
	08 03 17*	Toner per stampanti esauriti / cartucce o nastri stampanti contenenti sostanze pericolose	1
<i>Olio esausto</i>	13 02 04*	Scarti di olio minerale per motori, ingranaggi e lubrificazione, clorurati	1
	13 02 05*	Scarti di olio minerale per motori, ingranaggi e lubrificazione, non clorurati	1
	13 02 06*	Scarti di olio sintetico per motori, ingranaggi e lubrificazione	1
	13 02 07*	Olio per motori, ingranaggi e lubrificazione, facilmente biodegradabile	1
	13 02 08*	Altri oli per motori, ingranaggi e lubrificazione	1
	13 08 02*	Emulsioni oleose	1
<i>Materiali</i>	15 02 02*	Assorbenti e stracci sporchi contaminati da sostanze	1

<i>filtranti ed assorbenti</i>	15 02 03	pericolose Assorbenti e stracci sporchi non contaminati da sostanze pericolose	1
<i>Cavi elettrici</i>	17 04 10*	Cavi elettrici, impregnati di olio, catrame, carbone o altre sostanze pericolose	1
	17 04 11	Cavi elettrici, non contaminati da sostanze pericolose	1
<i>Trasformatori e condensatori</i>	16 02 09*	Trasformatori e condensatori contenenti PCB (policlorobifenili)	1
	16 02 14	Trasformatori e condensatori non contenenti PCB (policlorobifenili)	1
<i>Carbone attivo esausto</i>	07 03 10*	Carboni attivi esausti	1
	07 01 10*	Residui di reazione esauriti	1
<i>Depurazione acque</i>	06 05 03	Fanghi depurazione acque	1
	06 05 02*	Fanghi depurazione acque contenenti sostanze pericolose	1
	19 09 06	Soluzione e fanghi di rigenerazione delle resine a scambio ionico	1
<i>Batterie ed accumulatori</i>	16 06 01*	Batterie al piombo	1
	16 06 02*	Batterie al nichel-cadmio	1
	16 06 03*	Batterie contenenti mercurio	1
	16 06 04	Batterie alcaline non contenenti mercurio	1 – 2
	16 06 05	Altre batterie ed accumulatori	1 – 2

(•) Note alle tabelle precedenti

1 smaltimento e/o recupero presso società autorizzate

2 conferimento attraverso convenzione comunale (circuiti raccolta differenziata)

3 conferimento alle piattaforme

nei casi in cui sono presenti più vie di conferimento è sempre consigliato, come prima ipotesi e maggiormente conservativa dell'ambiente, lo sfruttamento della filiera di recupero basata sulle piattaforme dislocate nel territorio. In seconda istanza è preferibile stipulare una convenzione con il Comune per la raccolta differenziata.

I rifiuti contrassegnati con l'asterisco sono rifiuti pericolosi.

Verniciatura di autoveicoli

La produzione di autovetture è il risultato di attività svolte in diversi impianti la cui sequenzialità porta ad ottenere dalla lamiera grezza il prodotto finito.



L'intero processo di verniciatura si svolge in impianti automatizzati che consentono di ottenere una costante uniformità dei vari strati di vernice; ciò garantisce una elevata qualità del prodotto ed una notevole resistenza agli agenti atmosferici corrosivi.

Le scocche vengono avviate tramite convogliatori alle fasi di pretrattamento necessarie per la preparazione della lamiera; successivamente passano alla protezione integrale antiruggine mediante immersione totale in un bagno cataforetico. A questo punto le parti sottoscocca, i passaruote ed i longheroni laterali vengono protetti con un ulteriore strato altamente resistente alla corrosione e all'abrasione, mentre tutte le giunzioni delle lamiere vengono opportunamente sigillate per evitare che infiltrazioni di acqua possano generare problemi di ossidazione. Le successive spruzzature delle mani di fondo e smalto vengono eseguite in apposite cabine.

Nell'ambito della Verniciatura vengono effettuate operazioni manuali di pulizia con impiego di materiale tessuto non tessuto imbevuto di alcool etilico per l'asportazione dei fumi vernice e polvere.

La finizione, che segue il collaudo funzionale, ha lo scopo di verificare le condizioni della vettura dal punto di vista estetico e di prepararla alla spedizione.

All'interno del sito si svolgono anche attività funzionali alla produzione, legate alla trasformazione ed alla produzione dei vettori energetici necessari alle lavorazioni, alla gestione integrata dei rifiuti ed al trattamento delle acque reflue.

L'impianto di verniciatura è composto dalle fasi che vanno dall'arrivo delle scocche grezze provenienti dalla lastratura, fino all'invio delle stesse, ormai verniciate, al successivo reparto di montaggio, nonché quelle relative alla finizione. Di seguito si procederà a spiegare nel dettaglio tutte le fasi che compongono il processo di verniciatura.

Descrizione dell'impianto di verniciatura scocche per singola attività

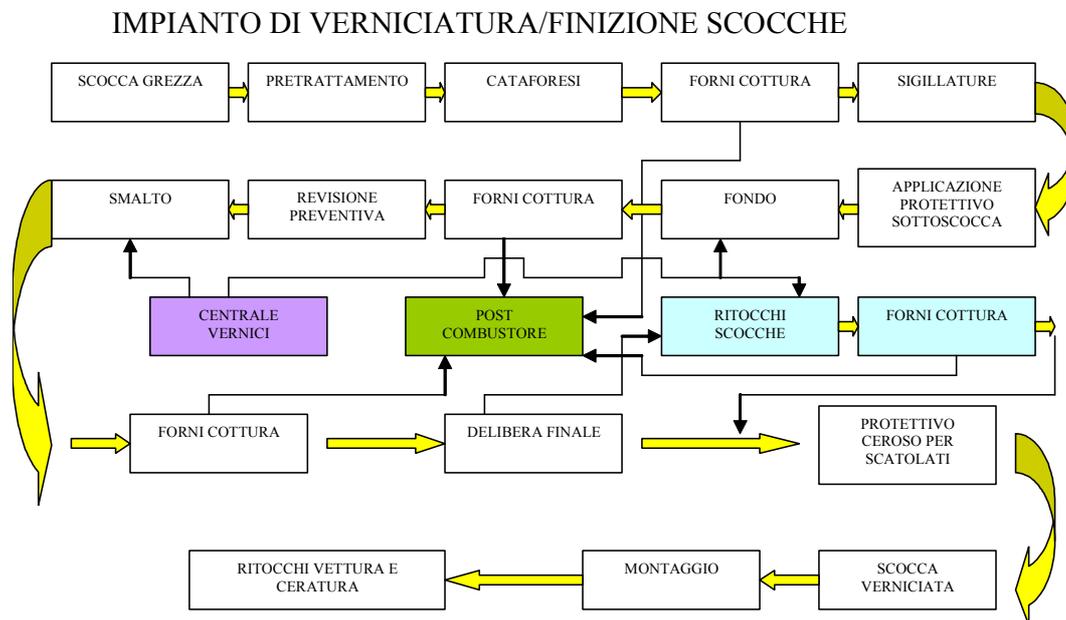
Nell'Unità Operativa di Verniciatura dei singoli stabilimenti vengono effettuate tutte le operazioni di verniciatura tramite sistemi automatizzati e manuali.

Il processo di verniciatura è a flusso continuo e comprende diversi stadi, così specificati:

- pretrattamento

- cataforesi
- sigillatura
- protettivo sottoscocca
- fondo
- revisione fondo
- smalti
- revisione smalti e delibera finale
- protettivo ceroso per scatolati
- finizione.

Schematicamente il ciclo di verniciatura è rappresentato nello schema a blocchi seguente, dove sono riportate le diverse fasi.



Pretrattamento

La fase cosiddetta di “pretrattamento” si sviluppa attraverso diverse operazioni consequenziali (sgrassatura, lavaggio, attivazione, fosfatazione, lavaggio, passivazione, lavaggio) qui di seguito descritte.

Sgrassatura

Le scocche provenienti dalla lastratura transitano all’interno di un tunnel mediante un trasportatore a catena e vengono sgrassate a spruzzo ed a immersione con soluzioni alcaline in fase acquosa, alla temperatura di esercizio compresa tra 50-60 °C, con lo scopo di eliminare dalle lamiera strati di olio applicati precedentemente per proteggere la lamiera dagli agenti atmosferici.

Esistono sistemi di eliminazione dell'olio presente in vasca che hanno lo scopo di separare componenti ad alto peso molecolare, colloidali e solidi sospesi, dal prodotto fluido in cui sono soluti o comunque presenti .

Lavaggio

Dopo la fase di sgrassatura avviene la fase di lavaggio ad immersione con acqua industriale a temperatura ambiente con lo scopo di eliminare residui di sgrassatura ed evitare così la contaminazione degli stadi successivi.

Attivazione

L'attivazione è uno stadio ad immersione a temperatura ambiente con soluzione leggermente alcalina contenente sali di titanio ha la proprietà di attivare la superficie della scocca, preparandola così a ricevere un uniforme rivestimento fosfatico.

Fosfatazione

La fosfatazione consiste in un'applicazione di uno strato di microscopici cristalli a base di fosfati sulle superfici interne ed esterne della scocca ed in grado di ottenere una protezione anticorrosiva e tale da costituire un ottimale supporto alla successiva finitura con i sistemi vernicianti .

La formazione di tale deposito avviene per contatto tra la superficie ferrosa ed una soluzione acida di fosfati dei metalli costituenti lo strato di conversione. Il processo si svolge in immersione e alla temperatura di circa 50 °C .

L'acqua filtrata viene rilanciata all'impianto di trattamento delle acque reflue (TAR), mentre il fango filtropressato viene raccolto in un apposito cassone e successivamente trasportato nella zona deposito momentaneo, in attesa del suo smaltimento finale.

Lavaggio

Le scocche in uscita dalla fosfatazione vengono lavate ad immersione con acqua industriale a temperatura ambiente, per eliminare i residui della fosfatazione ed evitare così la contaminazione degli stadi successivi

Passivazione

La passivazione ad immersione in una soluzione acida in acqua, serve ad uniformare e rifinire lo strato fosfatico "riempiendo" eventuali zone non ricoperte. La passivazione pertanto non utilizza sali di cromo.

Lavaggio finale

La fase di lavaggio ad immersione ed a spruzzo con acqua demineralizzata a temperatura ambiente ha lo scopo di eliminare residui della passivazione.

Tutte le acque derivanti dalle fasi di lavorazione vengono inviate mediante collettori specifici all'impianto TAR.

I fumi provenienti dal processo vengono emessi in atmosfera attraverso camini specifici. L'acqua surriscaldata, necessaria al riscaldamento delle acque dei bagni della fase di pretrattamento viene prodotta dalla Centrale Termica.

Cataforesi

Le scocche in uscita dallo sgocciolamento della fosfatazione transitano in vasca cataforesi. La verniciatura delle scocche avviene in immersione in vasca per elettrodeposizione.

Le caratteristiche peculiari del prodotto impiegato sono:

- adesione perfetta e totale al lamierato;

- assorbimento delle varie sollecitazioni meccaniche;
- durezza;
- durata nel tempo.

I prodotti impiegati sono stoccati in serbatoi ubicati in un locale specifico e mediante pompa sono dosati in vasca. Il principio della elettrodeposizione può essere di seguito sintetizzato.

Le scocche provenienti dal pretrattamento si immergono nella vasca contenente il prodotto diluito. Tale vasca è isolata dal campo elettrico. La vernice contenuta all'interno della stessa deve essere mantenuta costantemente in agitazione e ad una temperatura compresa tra i 28 ed i 32° C. Le celle di dialisi, che costituiscono il polo positivo, sono formate da una piastra in acciaio inox supportata da un involucro in PVC e contengono una membrana semipermeabile, la cui funzione è quella di estrarre dal bagno l'acido che viene liberato dal processo. All'interno della cella si ha il passaggio dell'anolita, un liquido formato da acqua demineralizzata e dall'acido stesso di neutralizzazione sviluppato durante la coagulazione della resina.

All'uscita della vasca sono posizionate le pergole di lavaggio dove è utilizzato l'ultrafiltrato di cataforesi ottenuto dal modulo di ultrafiltrazione che ha il compito di separare la parte solida della vernice dai solventi, dall'acqua e dai bassi pesi molecolari attraverso una serie di membrane semipermeabili. Tale fase ha il compito di eliminare i residui di schiuma e altre impurità derivanti dalla precedente immersione in vasca. La scocca, inoltre, viene ulteriormente lavata mediante il passaggio sotto le pergole alimentate con acqua demineralizzata, nelle quali vengono asportati tutti i residui del processo precedente.

Dopo ciò la scocca è avviata al forno di cottura.

Durante la cottura avviene la polimerizzazione dello strato cataforetico per rendere il film compatto e resistente e vengono quindi eliminati i residui di acqua, i solventi presenti, i prodotti volatili provenienti dalle reazioni di reticolazione. Questa fase avviene ad una temperatura compresa tra i 160 ed i 170° C; i fumi emessi vengono convogliati all'impianto di post combustione per l'abbattimento delle sostanze organiche volatili, quindi espulsi in atmosfera.

In ultimo nell'ambito della stessa fase le scocche sono sottoposte ad eventuali operazioni di revisione al fine di asportare difetti od impurità presenti.

La revisione è eseguita mediante levigatrici rotorbitali munite di aspirazione localizzata per l'eliminazione delle tracce di polvere. L'aria proveniente dalle aspirazioni delle levigatrici viene convogliata ad un impianto di abbattimento delle polveri munito di filtro a tessuto e quindi espulsa in atmosfera mediante camini specifici.

Se l'asportazione del difetto comporta una revisione tale da raggiungere la lamiera, asportando quindi lo strato di cataforesi, la lamiera stessa viene protetta con uno strato di vernice di prodotto applicato mediante una pistola di spruzzatura in cabina fondo.

I vapori della vasca cataforetica vengono espulsi tramite camini specifici.

Le acque provenienti dalle fasi di lavorazione vengono inviate all'impianto di trattamento acque reflue.

Sigillatura

In seguito la scocca viene sottoposta alla fase di sigillatura. Scopo di questa operazione è quella di sigillare le giunzioni delle lamiere evitando, ad un tempo, infiltrazioni di acqua che possono generare fenomeni di corrosione e rumori nell'abitacolo della vettura.

L'applicazione dei sigillanti viene eseguita manualmente mediante pistole ad estrusione, segue una spalmatura con pennello per uniformare lo strato applicato e una pulizia con maglia tubolare di cotone per asportare le eccedenze di sigillante.

I materiali utilizzati sono sigillanti ad alta viscosità a base di Policloruro di vinile e cariche minerali.

Nella stessa linea di sigillatura vengono svolte operazioni di applicazione di laminati fonoassorbenti con lo scopo di ridurre la rumorosità all'interno dell'abitacolo della vettura.

Applicazione protettivo sottoscocca

Scopo di questa fase è quello, ad un tempo, di salvaguardare la parte inferiore della scocca dai colpi di pietra, dagli agenti atmosferici ed insonorizzare ancor di più l'abitacolo della stessa.

L'applicazione del protettivo viene eseguita in apposita cabina con applicazione in automatico e manuale.

La cabina di spruzzatura è attrezzata con immissione aria dall'alto verso il basso che trascina ogni residuo di over-spray verso il velo acqua presente in cabina, trattenendo in tal modo il particolato.

Le acque di lavaggio ricircolo cabina vengono periodicamente inviate all'impianto di trattamento acque reflue. Le emissioni sono convogliate a camini specifici.

Fondo

La scocca, dopo aver subito la pulizia della eventuale presenza di residui di sigillante e di Protettivo sottoscocca, viene inviata alla cabina spruzzatura vernice fondo.

Lo scopo di questa fase è quello di consentire il livellamento della superficie della scocca coprendo eventuali difetti della lamiera quali striature di laminazione e di stampaggio dando origine ad una superficie omogenea e liscia, e di permettere un ottimo ancoraggio del successivo film di smalto migliorando le caratteristiche qualitative del prodotto finale.

La cabina fondo è principalmente suddivisa in:

- zona pulizia manuale;
- zona spruzzatura automatica/manuale;

La pulizia della scocca viene eseguita con panno ed alcool etilico, la spruzzatura automatica viene effettuata con coppe elettrostatiche e l'eventuale spruzzatura manuale con pistole pneumatiche.

Le particelle di vernice, caricate elettrostaticamente, vengono attratte dalla scocca che funge da polo attrattivo.

L'aria immessa in cabina al fine di ottenere il controllo dei parametri richiesti nella medesima, è prelevata dall'esterno, opportunamente filtrata, lavata e riscaldata in apposite centraline di scambio termico.

L'aria così trattata entra in cabina e procedendo dall'alto verso il basso allontana ogni residuo dell'overspray di spruzzatura che non si è depositato sulla scocca, trascinandolo verso il basso della cabina dove l'aria viene intimamente miscelata con l'acqua, la quale trattiene il particolato (polveri totali).

Oltre alle operazioni sopramenzionate, sono svolte in cabina anche tutte le operazioni di pulizia/lavaggio, con utilizzo del solvente, delle apparecchiature utilizzate nel processo di verniciatura.

Le acque di lavaggio ricircolo cabina vengono trattate con prodotto decaerterizzante⁶ ed in seguito inviate all'impianto trattamento acque reflue, secondo il ciclo di pulizie tecniche.

Le emissioni sono convogliate a camini specifici.

Dopo la fase di spruzzatura avviene la fase di appassimento vernice, che ha lo scopo di distendere la vernice e la pre-evaporazione di una parte dei solventi presenti nel prodotto.

In seguito la scocca viene inviata in forno cottura, dove avviene la polimerizzazione della vernice e l'evaporazione dei solventi presenti contenuti.

I parametri di riferimento sono :

- temperature 160 – 170° C;
- tempi 30' – 20'.

I fumi emessi vengono convogliati all'impianto di post combustione per l'abbattimento delle sostanze organiche volatili.

Revisione fondo

Dopo la cottura in forno, la scocca viene sottoposta alla revisione del fondo con lo scopo di asportare eventuali difetti ed impurità originatesi nelle precedenti operazioni.

La revisione preventiva della vernice fondo è eseguita mediante levigatrici rotorbitali munite di aspirazione localizzata per la captazione delle polveri emesse. L'aria proveniente dalle aspirazioni delle levigatrici viene convogliata ad un impianto di abbattimento delle polveri munito di filtro a tessuto e quindi espulsa in atmosfera mediante camini specifici.

⁶ Un prodotto decaerterizzante è un prodotto che ha la funzione di far perdere alle particelle di vernice la loro proprietà di "appiccicosità", e quindi evitare lo sporco delle tubazioni e degli scivoli del sistema sottocabina. Ciò può avvenire attraverso un effetto fisico, con l' utilizzo di bentoniti, che "inglobano" micelle di vernice, ovvero con speciali polimeri che neutralizzano le cariche presenti nelle micelle.

Smalti

Dopo la carteggiatura di fondo la scocca viene inviata all'applicazione della vernice smalto.

Gli scopi di questa applicazione sono molteplici: ottenere caratteristiche decorative quali colore e brillantezza ed anche caratteristiche di durezza, elasticità e resistenza nel tempo agli agenti atmosferici.

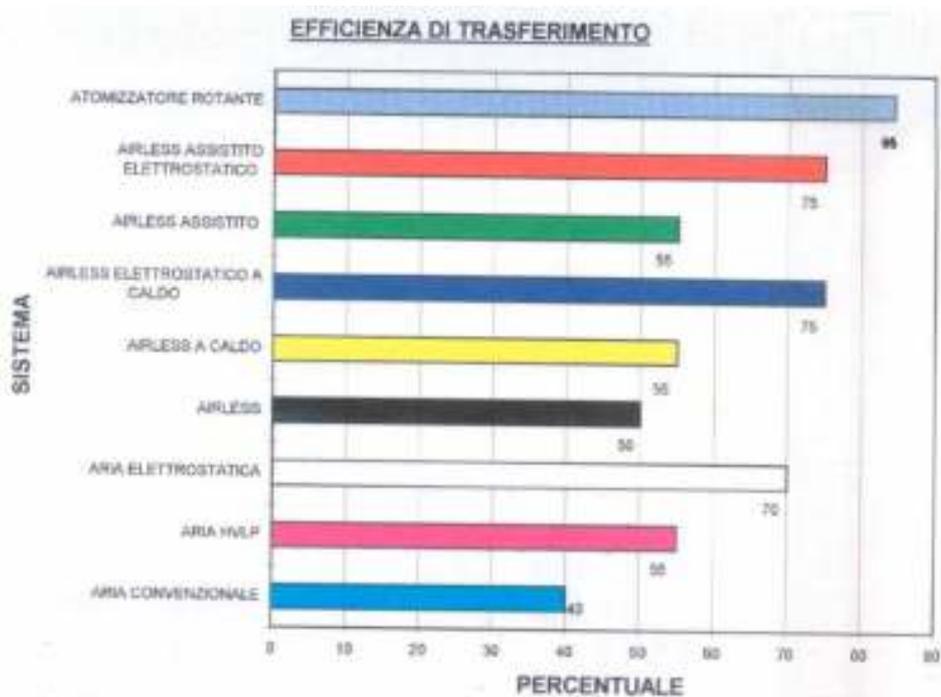
I cicli di applicazione degli smalti sono di due tipi: monostrato e bistrato che si differenziano tra loro per il ciclo di applicazione

Il monostrato viene applicato come smalto a finire, mentre sugli smalti bistrato viene applicata una ulteriore mano di resina trasparente; questa soluzione permette di ottenere un aspetto più brillante ed una maggiore resistenza meccanica del film finale.

Il ciclo di applicazione della vernice smalto risulta essere il seguente :

- pulizia automatica/manuale della scocca;
- applicazione automatica/manuale della vernice base sugli interni;
- applicazione automatica con pistole elettrostatiche e pneumatiche della vernice base sugli esterni della scocca;
- eventuale ripresa manuale della vernice base sulle zone non raggiunte dagli automatismi;
- applicazione manuale della vernice trasparente sugli interni;
- applicazione automatica con coppe elettrostatiche della vernice trasparente (per gli smalti bistrato).

L'adozione di sistemi automatici di spruzzatura e dell'applicazione elettrostatica consente una resa di trasferimento della vernice superiore rispetto all'applicazione manuale con pistole tradizionali.



In prossimità degli automatismi, sotto il grigliato, sono presenti delle vaschette di raccolta del solvente da cambio colore e vi è inoltre un sistema pompante del medesimo a due serbatoi, situati nel magazzino di stoccaggio dei materiali di verniciatura dove viene immagazzinato il solvente esausto raccolto.

L'aria immessa in cabina al fine di ottenere il controllo dei parametri richiesti nella medesima, è prelevata dall'esterno, opportunamente filtrata, lavata e riscaldata in apposite centraline di scambio termico.

L'aria così trattata entra in cabina e procedendo dall'alto verso il basso allontana ogni residuo dell'overspray di spruzzatura che non si è depositato sulla scocca, trascinandolo verso il basso della cabina dove l'aria viene intimamente miscelata con l'acqua, la quale trattiene il particolato (polveri totali).

Le operazioni di pulizie/lavaggio con solvente delle attrezzature in cabina di verniciatura, in occasione del cambio colore, sono effettuate utilizzando un sistema automatico a circuito chiuso con recupero e raccolta del solvente esausto.

Al fine di minimizzare i cambi colore la verniciatura avviene a lotti di colore omogeneo.

Oltre alle operazioni sopramenzionate, sono svolte in cabina anche tutte le operazioni di pulizia/lavaggio, con utilizzo del solvente, delle apparecchiature utilizzate nel processo di verniciatura.

La scocca, dopo l'applicazione dello smalto, entra in camera di appassimento alla temperatura di 40-60°C, onde ottenere la distensione della vernice e permettere la pre- evaporazione dei solventi.

In seguito entra in forno cottura.

I parametri di riferimento sono :

- temperature 140 – 150 ° C;
- tempi 20' – 15'.

Durante la cottura avviene la reticolazione del film di smalto e vengono eliminati i solventi e i prodotti volatili.

Le emissioni vengono convogliate all'impianto di post combustione per l'abbattimento delle sostanze organiche volatili.

Le acque di lavaggio ricircolo cabina vengono trattate con prodotto decaratterizzante e periodicamente inviate all'impianto trattamento acque reflue, secondo il ciclo di pulizie tecniche. Le emissioni della cabina vengono convogliate all'esterno tramite camini specifici.

Revisione smalti e delibera finale

Dopo il circuito smalto la scocca perviene alla linea revisione smalto. In questa area vengono effettuati piccoli interventi di asportazione impurità createsi nella precedente applicazione della mano di smalto.

La revisione dei difetti viene eseguita manualmente mediante levigatrici rotorbitali funzionanti ad aria compressa e con l'ausilio di prodotti abrasivi e lucidanti.

L'aria proveniente dalle aspirazioni delle levigatrici viene convogliata ad un impianto di abbattimento delle polveri munito di filtro a tessuto e quindi espulsa in atmosfera mediante camini specifici.

Se l'asportazione del difetto comporta una revisione tale da ritoccare il film vernice, lo stesso viene ritoccato mediante una spruzzatura con pistole ad aria compressa, successiva cottura con lampade ad alta temperatura e delibera finale.

Qualora la superficie della scocca da ritoccare fosse ampia, allora il ritocco è eseguito in specifica cabina con annesso forno cottura i cui fumi emessi vengono convogliati all'impianto di post combustione per l'abbattimento delle sostanze organiche volatili.

Le emissioni della cabina vengono convogliate all'esterno tramite camini specifici.

Sul fondo della medesima scorre l'acqua per l'abbattimento dei fumi.

Le acque di lavaggio ricircolo cabina vengono inviate all'impianto trattamento acque reflue, secondo il ciclo di pulizie tecniche.

Protettivo ceroso per scatolati

Dopo la fase di delibera finale le scocche possono essere inviate alle cabine di applicazione del protettivo ceroso, l'ultima fase del ciclo di verniciatura.

Lo scopo di questa fase è quello di proteggere le zone interne degli scatolati dalla corrosione.

L'applicazione del protettivo avviene per mezzo di un automatismo munito di ugelli che, introducendosi nei fori del pianale della scocca, erogano il prodotto mediante spruzzatura con aria compressa. Questa fase è svolta in una apposita cabina munita di impianto di abbattimento dei fumi di spruzzatura.

Alla fase di spruzzatura automatica segue, eventualmente, quella di ripresa manuale, eseguita mediante pistola ad aria compressa, nelle zone non raggiunte dall'automatismo.

Finizione

Dopo le linee montaggio la vettura viene inviata alla linea Finizione. Essa ha lo scopo di verificare le condizioni della vettura prima della spedizione.

Se durante tale controllo emergono difetti o piccoli danneggiamenti provocati dalle precedenti operazioni, la vettura viene inviata in box specifici per l'eliminazione dei medesimi.

Dopo tale attività e la conseguente delibera, la vettura può essere inviata in cabina ceratura, dove viene spruzzata con macchina automatica sulle superfici piane la cera esterna per proteggere la vettura medesima dagli agenti atmosferici durante la spedizione. Sul fondo cabina scorre l'acqua per l'abbattimento dei fumi.

Le acque di lavaggio ricircolo cabina vengono inviate all'impianto trattamento acque reflue, secondo il ciclo di pulizie tecniche. Le emissioni vengono convogliate all'esterno mediante camini specifici.

Attività collegate all'impianto di verniciatura

Per il funzionamento dell'impianto di verniciatura descritto vi sono alcune aree ed impianti ad esso collegati e necessari per il corretto svolgimento delle fasi del processo. Qui di seguito ne viene fornita la relativa descrizione:

Post-Combustore

Le emissioni provenienti dai forni di cottura delle vernici sono convogliate ed abbattute mediante trattamento termico in specifico post-combustore.

Lo scopo dell'impianto di post-combustione è quello di distruggere, tramite la combustione, le sostanze organiche contenute nei fumi espulsi dai forni di cottura della vernice.

Queste sostanze organiche sono sostanzialmente costituite dai solventi delle vernici che vengono liberati durante le fasi di cottura.

Le sostanze organiche vengono ossidate alla temperatura di 720 °C e trasformate in CO₂ (anidride carbonica) ed H₂O (vapore d'acqua).

L' utilizzo del post-combustore per l' ossidazione garantisce efficienze di abbattimento delle sostanze organiche pari a circa il 95%. Le emissioni di sostanze organiche sono misurate e registrate in continuo.

Centrale Alimentazione Prodotti chimici

Nel locale sono presenti dei serbatoi contenenti prodotti sgrassanti, attivanti, fosfatanti da inviare alle utenze mediante tubazioni specifiche.

Il sistema di mandata è automatico.

Le emissioni vengono convogliate all'esterno mediante camini specifici.

Centrale Vernici

Nella centrale vernici vengono preparati i prodotti da inviare agli impianti di verniciatura mediante tubazioni condizionate a circuito chiuso.

I materiali vernicianti, forniti in contenitori specifici, vengono travasati tramite pompe pneumatiche, previa filtrazione, nei serbatoi di stoccaggio situati all'interno del locale.

All'interno dei serbatoi la vernice viene mantenuta in costante movimento tramite agitatori per evitare la sedimentazione delle sostanze sul fondo del serbatoio medesimo.

Da questi serbatoi la vernice viene inviata ai miscelatori, dove viene diluita con solvente e con additivi specifici e da questi raggiunge gli impianti di utilizzo.

La vernice non utilizzata ritorna, previa filtrazione, all'interno del miscelatore.

Il locale è dotato di un impianto di termoventilazione con sistemi di ricambio dell'aria e di impianto sprinkler di protezione contro gli incendi.

Magazzino Vernici

In questo locale sono stoccati tutti i materiali da impiegare in verniciatura.

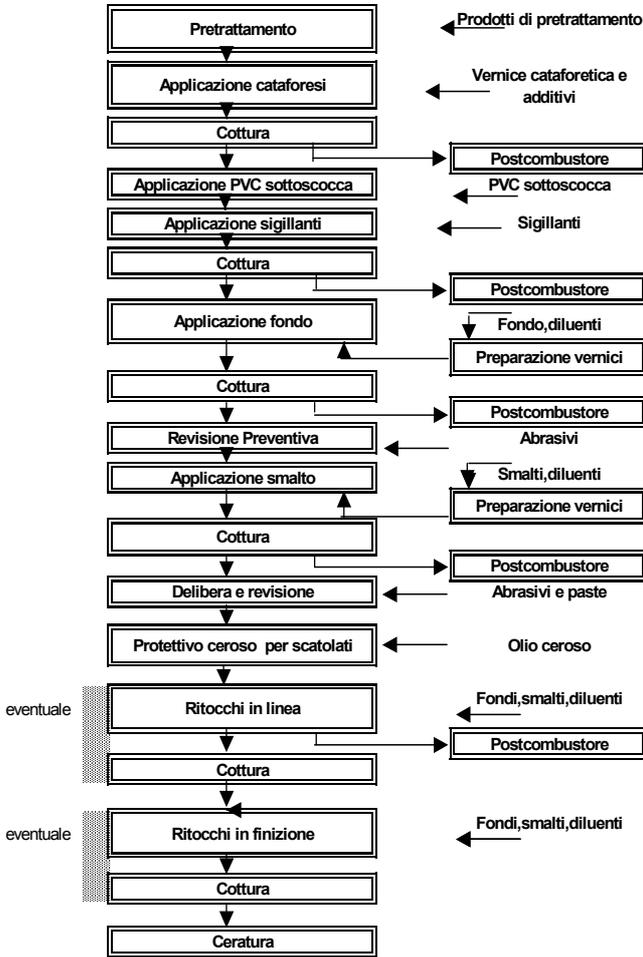
Lo stesso è dotato di impianto sprinkler, per la protezione contro gli incendi, e di sistema di ricambio dell'aria.

Centrale Solventi

Nella centrale solventi possono essere ubicati dei serbatoi per lo stoccaggio dei solventi.

Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni

Verniciatura di auto



Risorse			Emissioni				
EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri	Ru
2	3	4	4	0	0	3	3
3	2	4	2	2	3	1	0
0	3	0	0	0	1	0	0
3	4	0	0	2	0	0	0
2	0	2	2	1	1	2	1
1	0	0	0	1	0	2	0
0	3	0	0	0	1	0	0
3	4	0	0	2	0	0	0
4	2	3	4	3	3	3	3
2	0	0	0	1	4	2	1
0	3	0	0	0	1	0	0
3	4	0	0	2	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
5	2	4	4	5	4	4	4
2	0	0	0	1	4	2	1
0	3	0	0	0	1	0	0
3	4	0	0	2	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
3	4	0	0	2	0	0	0
2	0	1	2	2	1	1	0
1	1	1	1	1	1	0	0
3	4	0	0	2	0	0	0
0	3	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
0	2	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	2	0	1	0
20%	22%	9%	9%	14%	12%	10%	6%

Legenda	Risorse	EE	energia elettrica
		ET	energia termica
		AQ	acqua
	Emissioni	AQ	effluenti idrici
		AR	emissioni in aria
		OD	odori
RI		rumori	

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

Principali indicatori di consumi ed emissioni

ENERGIA

Nelle varie fasi del processo di verniciatura vengono utilizzati diversi vettori energetici che vengono distribuiti dalla Produzione alle utenze

I vettori energetici sono i seguenti :

- energia elettrica forza motrice 500 -380 V
- energia elettrica illuminazione 220 V
- aria compressa 7 BAR
- aria surpressa 10 BAR
- calore tecnologico vapore saturo secco 28 BAR e 235 °
- calore tecnologico acqua surriscaldata 135 °C
- metano.

L'Energia Elettrica Forza Motrice viene utilizzata :

- per l'azionamento di motori nei gruppi di trattamento aria;
- per impianti di trasporto e movimento scocche;
- sistemi di pompaggio;
- per l'elettrodeposizione.

L'Energia Elettrica Illuminazione viene utilizzata:

- per alimentare tutti i corpi illuminanti.

L'Aria Compressa e Surpressa viene utilizzata:

- per l'alimentazione di attrezzature manuali e automatiche;
- per l'alimentazione di attrezzature pneumatiche;
- per l'alimentazione di apparecchiature varie.

Il Calore Tecnologico Acqua Surriscaldata viene utilizzato:

- per il trattamento dell'aria all'interno delle cabine;
- per il riscaldamento e il mantenimento in temperatura dei bagni di verniciatura.

Il Calore Tecnologico Vapore saturo secco viene utilizzato :

- per l'alimentazione dei forni cottura vernice.

Il Gas Naturale viene utilizzato:

- per il trattamento dell'aria all'interno delle cabine
- per l'alimentazione dei forni cottura vernice
- per l'alimentazione del Postcombustore

EMISSIONI IN ATMOSFERA

Per monitorare le emissioni del processo di verniciatura, non essendo possibile porre in essere un controllo in continuo su tutti i punti di emissioni⁷, è stata definita ed introdotta una metodologia di calcolo del fattore di emissione dei solventi organici emessi globalmente rapportata alla superficie di prodotto trattato.

Nel caso specifico il rapporto è dato tra i grammi di solvente emesso e i metri quadrati di scocca trattati.

Il bilancio di materia si basa sul bilancio tra la quantità di solvente presente nei materiali, la quantità di solvente abbattuto e la quantità di solvente recuperato.

Tale metodologia è utilizzata per la valutazione delle emissioni di verniciatura, come previsto dal D.P.R. 203/88 e successive modifiche ed integrazioni

SCARICHI IDRICI

Nelle varie fasi del processo di verniciatura vengono utilizzate le seguenti tipologie di acque:

- acqua industriale;
- acqua demineralizzata.

L'acqua industriale viene utilizzata nelle seguenti fasi :

- di pretrattamento della scocca, sia per la formazione dei bagni, dove la medesima viene miscelata, in specifiche vasche, con gli opportuni reagenti chimici via via necessari per il trattamento della scocca, sia per i lavaggi ad immersione e/o a spruzzo;
- di applicazione prodotti vernicianti in cabine di spruzzatura per il lavaggio dell'aria immessa in cabina per l'abbattimento dell'overspray prodotto durante la fase applicativa dei materiali vernicianti e per il ricircolo acqua in pavimento sottogrigliato per la captazione della vernice di overspray.

L'acqua demineralizzata viene utilizzata nelle seguenti fasi :

- di pretrattamento della scocca, sia per la formazione dei bagni, dove la medesima viene miscelata, in specifiche vasche, con gli opportuni reagenti chimici via via necessari per il trattamento della scocca, sia per i lavaggi ad immersione e/o a spruzzo;
- di applicazione del bagno di cataforesi, sia per la formazione del medesimo miscelandola con gli opportuni prodotti, sia per i lavaggi della scocca ad immersione e/o a spruzzo.

⁷ Gli impianti di verniciatura nel settore automobilistico sono caratterizzati dalla presenza di un grande numero di camini, proprio per la complessità del ciclo di verniciatura; il limite normativo è riferito all'intero ciclo di verniciatura, ed è calcolato sul bilancio di materia dei solventi, ed avrebbe poco senso l'installazione di un esercito di misuratori in continuo per verificare il rispetto di limiti puntuali che oggi non esistono, tranne nelle emissioni particolari dai forni; tra l'altro tali sistemi darebbero risultati poco utilizzabili per un bilancio, in quanto affetti da sensibili margini di incertezza: il dato ottenuto in S.O.T. (C) deve essere trasformato in C.O.V., attraverso un fattore di conversione che dipende strettamente dal tipo di prodotto applicato; l'installazione di una serie così numerosa di analizzatori infine, oltre a comportare costi di investimento onerosi (20000 € ad analizzatore il solo costo di acquisto), darebbe luogo ad elevati costi di gestione e manutenzione.

L'acqua ricircola in apposite vasche di accumulo e viene riutilizzata nel ciclo applicativo.

Nelle vasche di fondo e smalto viene effettuata una separazione vernice/acqua tramite opportuni dosaggi di prodotto chimico decaeratterizzante, ottenendo un fango di vernice palabile che, ad intervalli regolari, viene scaricato in cassoni specifici di raccolta.

L'operazione avviene in automatico tramite un raclatore di superficie o manualmente durante il ciclo specifico di pulizie tecniche.

Durante il ciclo produttivo e a frequenza stabilita di pulizie tecniche delle vasche, le acque tecnologiche, prima dello scarico nel collettore consortile, vengono inviate all'impianto di trattamento acque reflue, dove con procedimenti fisico-chimici e biologici vengono abbattute le sostanze inquinanti.

Tutti i reflui di stabilimento che si generano durante l'attività produttiva afferiscono nell'impianto di trattamento chimico/fisico e vengono preliminarmente trattati; tale trattamento è necessario per consentire l'abbattimento dei metalli pesanti e dei solidi sospesi.

Dopo l'impianto chimico fisico le acque tecnologiche possono congiungersi alle acque civili di altre utenze e vengono trattate biologicamente con un impianto a fanghi attivi.

Oltre alle acque tecnologiche (industriale e demineralizzata) nel ciclo di verniciatura si impiegano acque civili (potabile) per le utenze di servizio.

EMISSIONI SONORE

Presso i vari siti produttivi sono periodicamente effettuati rilievi di rumorosità, al fine di valutare l'incidenza acustica del comprensorio industriale verso l'ambiente esterno, secondo quanto previsto dalla vigente Legislazione.

Ogni qualvolta vengano effettuati modifiche impiantistiche sostanziali, si effettua una nuova mappatura di rilevazione del rumore esterno.

RIFIUTI

Tutti i rifiuti smaltiti vengono affidati a trasportatori e smaltitori regolarmente autorizzati. Tutti gli smaltimenti vengono organizzati caratterizzando ciascun rifiuto mediante specifiche analisi.

I rifiuti sono registrati sull'apposito registro di carico e scarico e tutte le movimentazioni effettuate nell'anno vengono dichiarate nel MUD. I rifiuti vengono conferiti con l'accompagnamento del formulario di identificazione dei rifiuti (F.I.R.), di cui viene restituita dal trasportatore la 4° copia timbrata e firmata dal destinatario per la conferma dell'avvenuta ricezione del rifiuto.

Di seguito si fornisce la descrizione dei rifiuti che sono prodotti dall'impianto IPPC di verniciatura.

C.E.R. 08 01 13* (fanghi prodotti da pitture e vernici, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose) :

Si tratta di un rifiuto generato dalla decaeratterizzazione della vernice a seguito del dosaggio di prodotti chimici che vengono raccolti in contenitori.

In seguito, tali container, una volta riempiti, vengono prelevati da trasportatori autorizzati e il contenuto conferito ad impianto autorizzato per lo smaltimento finale.

C.E.R. 15 01 10* (imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze):

Si tratta di rifiuti generati durante il ciclo di applicazione in cabina di spruzzatura PVC . Essi hanno lo scopo di proteggere, durante la fase di spruzzatura, alcune zone del sottoscocca e dei parafranghi anteriori e posteriori, dall'applicazione del materiale .

C.E.R 140603* (Altri solventi e miscele di solventi)

E' un rifiuto costituito prevalentemente da solvente e da vernice ed è generato :

- durante le operazioni di lavaggio per cambio colore, delle macchine automatiche di spruzzatura vernice a smalto;
- durante le operazioni di lavaggio delle tubazioni e dei circolatori di vernice.

Il solvente raccolto, viene pompato e stoccato in per il suo successivo conferimento tramite ditta autorizzata ad impianto di rigenerazione .

Taluni materiali confluiscono indistinti nelle opportune zone di raccolta.

In detta area, viene effettuata una cernita per separare i rifiuti solidi assimilabili ad urbani da carta/cartone, plastica, legno, il vetro per il loro invio al riutilizzo.

Altri materiali, opportunamente differenziati confluiscono in zone dedicate per il successivo invio allo smaltimento/recupero.

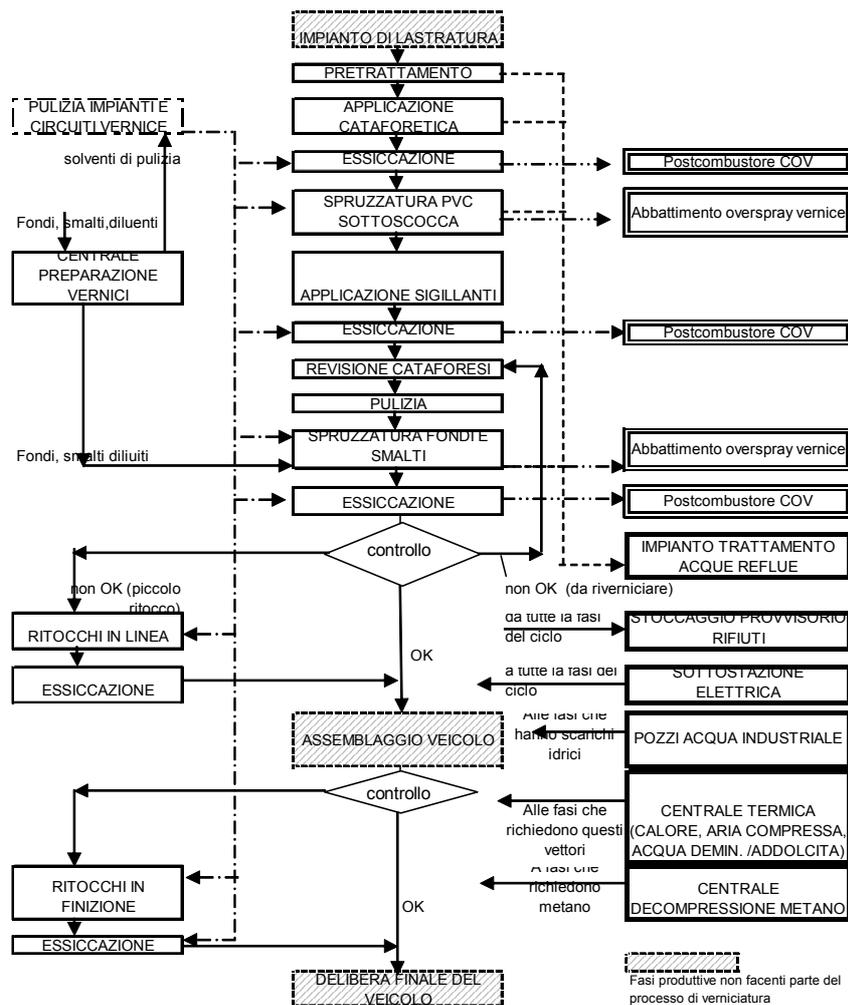
Verniciatura di veicoli industriali

I cicli di verniciatura dei diversi manufatti che compongono un veicolo industriale sono molto diversi fra loro, in relazione al diverso livello di finitura richiesto per ciascuna componente. Così, per la verniciatura della cabina del veicolo (o della scocca, se si tratta di un furgone), dove si richiede una finitura pari a quella di un' autovettura, viene utilizzato un ciclo di verniciatura molto più complesso rispetto a quello utilizzato per il telaio, il motore o il ponte/assale.

Nel seguito si descriverà in maggior dettaglio il processo di verniciatura della cabina del veicolo (o della scocca, nel caso di un furgone), in quanto, per le quantità di prodotti vernicianti utilizzate negli stabilimenti italiani, esso rientra nell' ambito delle attività IPPC.

Verranno poi descritti più sinteticamente i cicli di verniciatura di quei particolari del veicolo che non richiedono lo stesso grado di finitura, ma per i quali comunque è necessario garantire una adeguata protezione anticorrosione: telaio, motore e ponte o assale.

Nella figura seguente si riporta il flusso delle fasi lavorative dell' impianto di verniciatura della cabina del veicolo, nel quale sono evidenziati anche i presidi per la gestione dell' acqua, dei vettori energetici, per il trattamento delle emissioni gassose e liquide e per lo stoccaggio dei rifiuti.



Pretrattamento

Il pretrattamento ha la funzione di preparare la lamiera alla elettrodeposizione della vernice cataforetica, attraverso la formazione di uno strato microcristallino insolubile che migliora la resistenza alla corrosione e favorisce l'adesione della vernice cataforetica stessa.

Esso consiste in più fasi e viene normalmente eseguito in una serie di vasche sormontate da un tunnel dotato di aspiratori per i vapori prodotti, che sono convogliati in punti di emissione in atmosfera.

Il ciclo di pretrattamento prevede le seguenti fasi.

- **Sgrassaggio:** è costituito da diversi stadi (2 o 3), di cui il primo a spruzzo e i rimanenti a immersione; viene effettuato con prodotti alcalini contenenti tensioattivi ad una temperatura di esercizio di $50 \div 60$ ° C; in questa fase vengono rimossi l'olio di stampaggio e di protezione delle lamiere, la polvere di carteggiatura e lo sporco depositatisi sulle lamiere stesse nelle precedenti fasi di lastratura e di stoccaggio. Gli stadi ad immersione garantiscono che la pulizia avvenga anche sulle superfici interne (scatolati) non raggiungibili con il lavaggio a spruzzo. Le dimensioni delle vasche ad immersione sono dipendenti dalla capacità produttiva, dal tempo di permanenza richiesto e dall'ingombro del manufatto, pertanto possono variare da 70 a 300 m³.
- **Lavaggio** ad immersione, con acqua industriale a temperatura ambiente, per l'eliminazione dei residui di soluzione sgrassante da tutte le superfici interne ed esterne della scocca.
- **Attivazione** a immersione a temperatura ambiente, con soluzione leggermente alcalina contenente composti di titanio, i quali si depositano sulla superficie con la funzione di germi di cristallizzazione per la successiva fase di fosfatazione.
- **Fosfatazione** a immersione con prodotto fosfatante in soluzione acida di tipo tricationico (Zn, Ni, Mn) a temperatura di circa 50° C; la fase di fosfatazione ha lo scopo di produrre sulla superficie della lamiera un rivestimento salino non metallico molto aderente, in grado di offrire una valida protezione anticorrosione e nel contempo una efficace adesione al successivo strato cataforetico.
- **Lavaggio** a immersione con acqua industriale a temperatura ambiente, per l'eliminazione dei residui di soluzione fosfatante.
- **Passivazione** ad immersione in soluzione acida di sali di cromo trivalente a temperatura ambiente; la sua funzione è di garantire la formazione di uno strato fosfatico microcristallino a grana fine, attraverso la deposizione di composti intracristallini nel precedente strato fosfatico, rendendolo più compatto; tale fase può essere eliminata se, in conseguenza di uno stretto controllo del processo di fosfatazione, lo strato fosfatico risulta già sufficientemente compatto.
- **Lavaggi** a immersione con acqua demineralizzata(1 o 2) (se due lavaggi, essi sono effettuati con acqua in controcorrente); l'ultimo risciacquo a spruzzo, viene effettuato con acqua demineralizzata pura.

Applicazione cataforetica

La cataforesi è una tecnica di verniciatura che sfrutta il fenomeno fisico di migrazione di particelle di vernice (legante e pigmento), verso un catodo (la scocca in lamiera), sotto l'azione di un potenziale elettrico.

L'impiego di acqua come mezzo di diluizione permette di ridurre le emissioni di sostanze organiche volatili in atmosfera; infatti il bagno di cataforesi contiene circa il 2 % di solventi organici, mentre il secco oscilla fra il 15 e il 18 %; la restante parte è acqua.

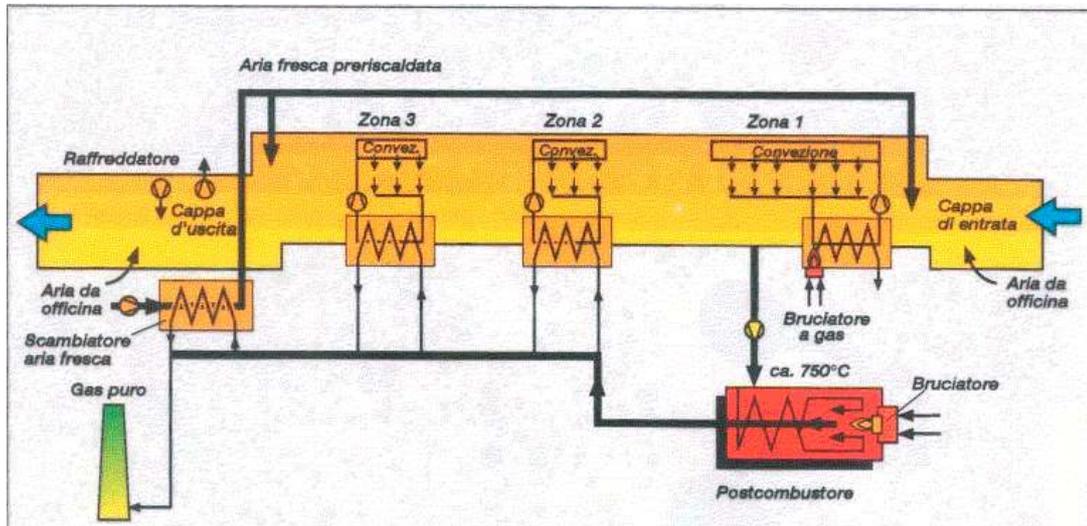
Inoltre, essendo l'applicazione eseguita per immersione totale del manufatto, consente di proteggere in modo uniforme sia le parti esterne che interne (scatolati), aumentandone in tal modo la resistenza alla corrosione.

Lo spessore del film secco depositato è di circa $30 \div 35 \mu\text{m}$.

Essa consiste in più fasi (applicazione, successivi lavaggi ed essiccazione).

- **Applicazione** della vernice cataforetica per immersione: nella vasca contenente la vernice diluita in acqua viene applicato un campo elettrico nel quale il catodo è rappresentato dalla scocca. Per effetto di tale campo si ha una migrazione di ioni OH verso il catodo, a causa dell'elettrolisi dell'acqua, pertanto in prossimità del catodo si forma un ambiente basico, dove la resina della vernice è insolubile e pertanto si coagula depositandosi sulla scocca. Il film di vernice (di tipo epossidico) che si deposita sulla stessa, tende con il tempo ad isolare la superficie metallica, per cui la crescita di spessore sarà rapida nei primi secondi, per poi diminuire nel successivo periodo di permanenza in vasca. La vernice contenuta all'interno della stessa deve essere mantenuta costantemente in agitazione e ad una temperatura compresa tra i 30 ed i 36° C. Le celle di dialisi, che costituiscono il polo positivo, sono formate da una piastra in acciaio inox supportata da un involucro in PVC e contengono una membrana semipermeabile, la cui funzione è quella di estrarre dal bagno l'acido che viene liberato dal processo. All'interno della cella si ha il passaggio dell'anolita, un liquido formato da acqua deionizzata e dall'acido stesso formatosi durante la reazione di elettrocoagulazione della resina. Per mantenere costanti le caratteristiche del bagno, viene eseguita un'operazione di ultrafiltrazione in continuo sul bagno stesso, che ha il compito di separare le molecole di basso peso molecolare derivanti dalla degradazione della resina; l'ultrafiltrato risultante viene utilizzato nelle fasi di lavaggio successive.
- **Lavaggio a spruzzo con ultrafiltrato** immediatamente all'uscita della vasca, per recuperare la vernice in eccesso sulla scocca, non elettrodepositata; tale vernice viene reimpressa in vasca con l'ultrafiltrato di lavaggio.
- **Lavaggi con ultrafiltrato per immersione** a temperatura ambiente (1 o 2), nei quali viene eliminata anche la vernice non elettrodepositata nelle parti interne della scocca; l'ultrafiltrato viene utilizzato in controcorrente. Periodicamente viene eseguito lo spurgo di una quantità di esso, per impedire l'accumulo di molecole "leggere" nella vasca di cataforesi.
- **Lavaggio finale a spruzzo con acqua demineralizzata**, per garantire la perfetta pulizia della scocca e l'eliminazione dei sali igroscopici.
Analogamente a quanto avviene per il pretrattamento, le fasi fin qui descritte vengono eseguite all'interno di vasche di dimensioni variabili, sormontate da un tunnel dotato di aspiratori per le emissioni prodotte, che sono convogliate in punti di emissione in atmosfera.
- **Essiccazione** del film cataforetico ad una temperatura compresa fra 160 e 185° C per un tempo variabile fra 30 e 40 minuti, in un forno a tunnel di lunghezza pari a

circa 100 m, dotato di una o più estrazioni di fumi convogliate ad un post-combustore di tipo tradizionale integrato con il forno stesso o di tipo ceramico rigenerativo, per l'abbattimento delle emissioni di sostanze organiche volatili prodotte dal processo di reticolazione della vernice. L'immagine che segue mostra lo scema di funzionamento di un postcombustore di tipo tradizionale integrato con il forno di essiccazione.



Il postcombustore è alimentato con metano diretto. Nel primo caso esso costituisce la principale fonte di calore per il riscaldamento del forno, attraverso una serie di scambiatori di calore del tipo aria-aria; nel secondo caso, il forno viene riscaldato tramite bruciatori a metano posti a bordo del forno o mediante acqua surriscaldata proveniente dalla centrale termica; il flusso da depurare viene inviato al postcombustore di tipo rigenerativo il quale, per mezzo del passaggio alternato dei gas caldi attraverso torri riempite di materiale ceramico, recupera il calore speso per l'abbattimento delle sostanze organiche volatili.

Applicazione PVC sottoscocca

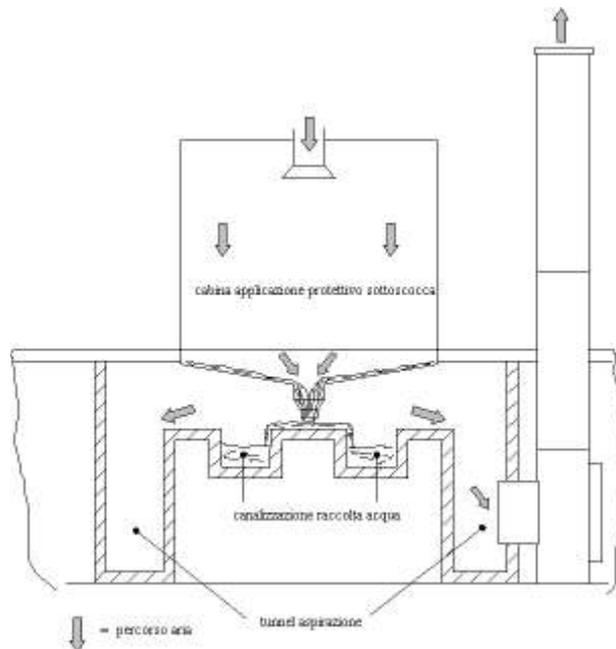
L'applicazione del PVC sottoscocca ha la funzione di proteggere la parte inferiore della scocca da pietrisco e da agenti corrosivi, nonché di contribuire ad insonorizzare l'abitacolo.

Essa viene eseguita in una cabina ventilata, mediante pistole di spruzzatura airless ad alta pressione, con modalità robotizzata e manuale, ovvero con sola modalità manuale.

La ventilazione e le condizioni di temperatura in cabina sono garantite da un sistema di termoventilazione, il quale assicura un flusso verticale di aria a velocità costante, che si muove dall'alto verso il basso, garantendo il convogliamento dell'overspray di spruzzatura verso il pavimento della cabina, costituito da un grigliato sotto al quale si trova un sistema con velo d'acqua per l'abbattimento del particolato di vernice.

Il ciclo di lavoro prevede, prima dell'applicazione, una fase di mascheratura delle zone da proteggere, mediante carta e nastro adesivo. Le protezioni vengono rimosse dopo il

completamento dell' applicazione. L'immagine successiva mostra la vista in sezione di una cabina a velo d' acqua.



Sigillatura

La sigillatura ha la funzione di impedire il passaggio di umidità, aria, polvere o calore attraverso giunzioni o spazi vuoti della scocca.

I sigillanti utilizzati sono a base di policloruri di vinile, e contengono quantità di solvente organico molto modeste, in genere intorno al 2 – 3 %.

L' applicazione dei sigillanti prevede una fase di applicazione ed una fase di essiccazione, eseguita per la reticolazione del sigillante e del PVC sottoscocca applicato in precedenza:

- **Applicazione:** essa viene eseguita su una o due linee di lunghezza pari a circa 60 m; il sistema di applicazione del sigillante avviene per estrusione mediante pistole manuali dotate di riduttore di pressione per la regolazione del flusso di sigillante.
- **Essiccazione:** viene eseguita in forno a tunnel di lunghezza variabile dai 30 agli 80 m, in funzione della capacità produttiva, del passo e della lunghezza fra le scocche; il tempo di permanenza è pari a circa 30 minuti e la temperatura di circa 150° C; il forno è dotato di postcombustore integrato per l'abbattimento delle sostanze organiche volatili prodotte nella reticolazione (vd. la precedente essiccazione dopo cataforesi).

Revisione della cataforesi

Le scocche sono sottoposte, a questo punto, ad una operazione di revisione della cataforesi, in una cabina ventilata simile a quella utilizzata per l' applicazione del PVC sottoscocca.

Essa viene eseguita mediante carteggiatura manuale con carta abrasiva a secco e levigatrici roto- orbitali, delle zone risultanti difettose al controllo visivo.

Pulizia

Può essere eseguita in modo automatico, laddove l' ampiezza della superficie da pulire (ad es. la scocca del furgone), e la capacità produttiva dell' impianto, rendono antieconomica e qualitativamente poco affidabile l' esecuzione manuale; ovvero manualmente, laddove non sussistano le condizioni precedenti.

La pulizia automatica si esegue in cabina ventilata e condizionata mediante impianto automatico di asportazione delle polveri con piume di emù posizionate su portali costituiti da più rulli verticali e orizzontali, che svolgono la funzione di pulizia per sfregamento dell'intera superficie esterna delle scocche durante la rotazione dei rulli e l'avanzamento delle scocche stesse.

La pulizia manuale si esegue con l' ausilio di garza resinata e/o una soffiatura con aria compressa delle zone difficili da raggiungere manualmente.

Applicazione fondi e smalti

L' applicazione dei fondi e degli smalti viene eseguita su due linee di verniciatura, costituite da una o più cabine di verniciatura, nelle quali sono presenti diverse postazioni di spruzzatura, ciascuna dedicata ad una certa zona del manufatto da verniciare.

Dopo l' applicazione del fondo (che, come si vedrà nel seguito, è facoltativa) o dello smalto, si effettua la relativa essiccazione.

- **Applicazione del fondo:** essa si effettua per le scocche verniciate con colori (gialli, arancio, rossi) che, per le caratteristiche del pigmento, non consentono una sufficiente "copertura" del sottostante strato cataforetico, con la conseguenza di ottenere una tinta finale non uniforme. Per tali colori si esegue quindi una prima applicazione di una mano di "fondo in tinta", ovvero di un fondo che ha un colore molto simile a quello dello smalto finale. All' applicazione del fondo deve seguire la relativa essiccazione, e la scocca viene quindi "ricircolata" per sottoporla all' applicazione dello smalto finale. Pertanto si rimanda a tale paragrafo per la descrizione delle attrezzature e degli impianti utilizzati.

La tipologia di fondo utilizzato è in genere di tipo poliestere ad alto solido.

- **Applicazione dello smalto:** essa avviene per la quasi totalità in modo automatico, all' interno di cabine ventilate, su più postazioni di spruzzatura. Le prime postazioni sono in genere dedicate alle parti della scocca più complesse, quali i vani porta, i profili perimetrali e le parti interne; seguono le postazioni nelle quali si esegue la verniciatura delle parti esterne, dapprima in automatico ed infine in manuale per gli eventuali completamenti.

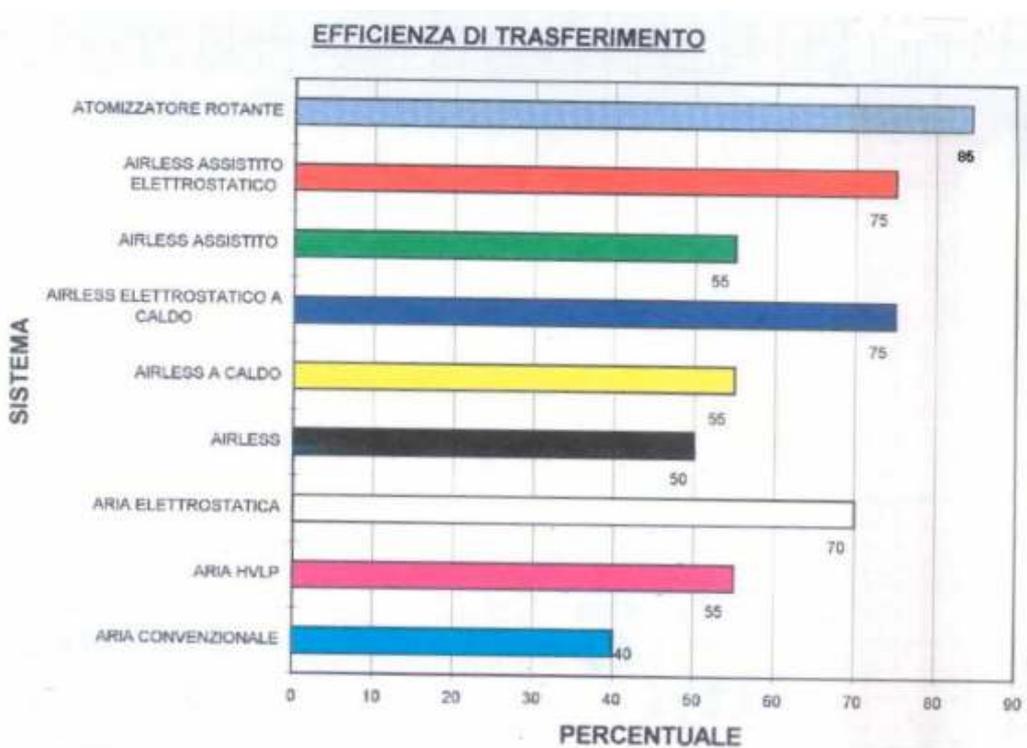
Per la verniciatura degli interni vengono utilizzati robot elettrici sui quali sono

montate pistole elettrostatiche, mentre per la verniciatura degli esterni si utilizzano sia robot elettrici con pistole elettrostatiche che reciprocatori a “portale”, sui quali sono montate coppe rotanti elettrostatiche, per la verniciatura del tetto, delle fiancate, del frontale e della parte posteriore; segue un eventuale completamento manuale con pistole HVLP (High Volume Low Pressure).

Le emissioni dall'applicazione fondi e smalti sono convogliate ad appositi camini senza trattamenti specifici⁸.

L'adozione di sistemi automatici di spruzzatura e della applicazione elettrostatica, consente una resa di trasferimento della vernice sul pezzo decisamente superiore rispetto all'applicazione manuale con pistole tradizionali.

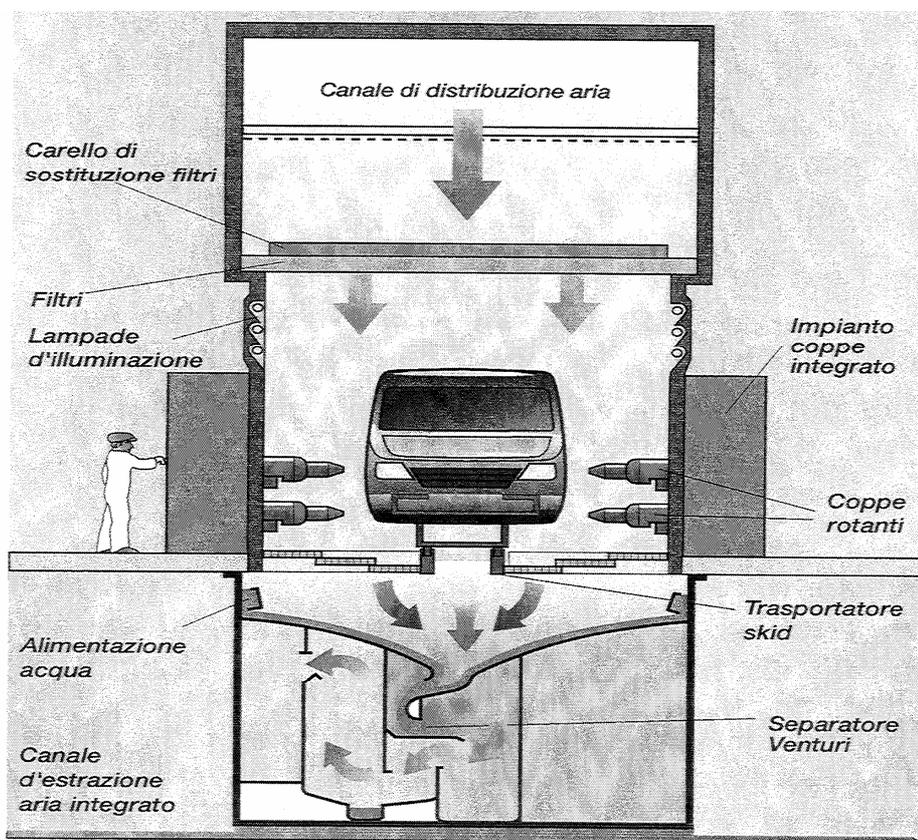
L'immagine successiva mostra un diagramma delle rese di trasferimento per diversi tipi di applicazione.



La ventilazione nelle cabine di spruzzatura è garantita da una o più centrali di termoventilazione ambiente, che inviano aria filtrata e a temperatura ed umidità controllate all'interno delle cabine stesse, dall'alto verso il basso. La velocità dell'aria è compresa fra

⁸ L'abbattimento dei solventi delle cabine implica l'utilizzo di sistemi di concentrazione dei solventi stessi nel flusso d'aria estratto, effettuato in genere con sistemi ad adsorbimento, tipicamente con carboni attivi in apparecchiature denominate rotoconcentratori; tale tecnologia deve essere associata ad un postcombustore per l'abbattimento delle sostanze presenti nel flusso arricchito. Gli effetti incrociati di tale tecnica sono negativi. Essendo i volumi d'aria estratti dalle cabine generalmente molto grandi, l'inserimento di un sistema di adsorbimento (e necessaria prefiltrazione per evitare l'intasamento dei carboni attivi) comporta un ulteriore importante incremento di energia elettrica consumata, per vincere le relative perdite di carico; inoltre, proprio a causa dei volumi notevoli, la concentrazione in ingresso all'adsorbitore sarebbe bassa, tale da non consentire al sistema di lavorare nelle condizioni di efficienza ottimali con aumento del consumo di metano nel postcombustore.

a 0,3 m/s per zone con spruzzatura automatica e 0,5 m/s per le zone con spruzzatura manuale. L' overspray di vernice viene in tal modo convogliato verso il fondo della cabina, dove viene abbattuto nel sistema di ricircolo dell' acqua dei sottocabina, costituito da veli d'acqua e da particolari "ugelli" di tipo Venturi, i quali creano un' intima miscelazione tra aria che veicola l' overspray, e l' acqua, consentendo quindi all' acqua di inglobare le particelle di vernice. Tali sistemi sono in grado di garantire concentrazioni di particolato di vernice nell' effluente gassoso, inferiori a 3 mg/Nm³. Essi possono essere dotati di apparecchiature per la rimozione in continuo del fango di vernice che si forma dopo l' abbattimento dell' overspray, che verranno descritti in dettaglio nel capitolo dedicato. Gli smalti applicati in linea sono del tipo poliestere a solvente monocomponenti. Il mercato attuale è orientato, per il veicolo industriale, verso la finitura di tipo monostato, con percentuali di finitura a doppio strato molto modeste, inferiori al 5 % del totale. L'immagine seguente mostra la sezione di una cabina di verniciatura e annesso sistema di abbattimento dell' overspray.



- **Essiccazione:** viene effettuata ad una temperatura di 140° C per un tempo variabile fra 35 e 45 minuti, in un forno a tunnel di lunghezza compresa fra 60 e 90 m, dotato di una o più estrazioni dei fumi, convogliate ad un post-combustore di tipo integrato o ceramico rigenerativo (vd. par. "Applicazione cataforetica". All' uscita del forno, la scocca viene raffreddata nell' ultimo tratto di tunnel, attraverso un getto d' aria prelevato dall' esterno del fabbricato; il raffreddatore è dotato anche di una estrazione dell' aria.

Controllo finale e delibera

Dopo la fase di applicazione dello smalto, la scocca è sottoposta ad un controllo visivo, dall' esito del quale sono possibili tre soluzioni:

- scocca deliberata: viene inviata al reparto montaggi per le successive fasi di bardatura della cabina e assemblaggio del veicolo;
- scocca con piccoli difetti (da ritoccare): viene inviata alle cabine di ritocchi in linea;
- scocca con difetti tali da richiedere la riverniciatura: viene inviata nuovamente alla zona revisione per essere quindi completamente riverniciata (“ricircolata”).

Ritocchi in linea

I ritocchi in linea vengono effettuati in una linea separata, e si articolano in diverse fasi: revisione, spruzzatura della vernice ed essiccazione.

- **Revisione:** viene effettuata in una cabina ventilata, e consiste nella carteggiatura della superficie che presenta difetti di verniciatura, mediante levigatrici rotoorbitali, nella sua pulizia con garza resinata, e nella successiva mascheratura delle parti confinanti la zona da verniciare
- **Spruzzatura della vernice:** si effettua manualmente con pistola di tipo tradizionale, nella sola zona da ritoccare. Gli smalti applicati sono di tipo acrilico bicomponente a solvente.

Le cabine sono dotate di centrale di termoventilazione dell' aria immessa in cabina e di un sistema di estrazione dal fondo cabina analoghi a quelli già descritti in precedenza; il sistema di abbattimento della polvere e dell' overspray possono essere del tipo a velo d' acqua oppure a secco, con filtri a pannello sistemati nella zona sottocabina.

- **Essiccazione:** viene effettuata in un forno statico, a temperatura di 80 – 100° C, riscaldato tramite bruciatori a metano, con scambio diretto (immissione dei prodotti di combustione direttamente nel forno) o con scambiatori indiretti fumi/aria. Il forno è dotato di una o più estrazioni dei fumi; data l' esigua quantità di solventi emessi ed il funzionamento discontinuo del forno stesso, l' adozione di un post-combustore per l' abbattimento delle sostanze organiche volatili in questo caso non è indicata, in quanto i benefici attesi sarebbero superati dall' inquinamento indotto dalla combustione del metano necessario per l' abbattimento.

Centrale vernici

Tutti i prodotti vernicianti destinati all'applicazione nelle cabine di verniciatura vengono preparati in Centrale vernici oppure in appositi “box vernici” collocati a fianco delle cabine di verniciatura.

La Centrale vernici, oltre ad immagazzinare i prodotti vernicianti necessari alla produzione, è anche dotata di un sistema di preparazione e di distribuzione della vernice pronta all' applicazione, partendo dalla vernice alla fornitura e dal solvente di diluizione; la preparazione avviene in appositi contenitori, di capacità pari a circa 1 m³,

normalmente chiusi, dotati di agitatore, nei quali la vernice viene tenuta costantemente in agitazione e dai quali, attraverso tubazioni, viene inviata alle cabine di verniciatura. Il locale è climatizzato e viene effettuato un adeguato ricambio d'aria, in modo da garantire la salubrità e la sicurezza degli addetti.

Gli smalti distribuiti dalla centrale vernici sono le tinte di serie, che rappresentano la quota preponderante della vernice utilizzata.

I "box vernici" sono invece locali, anch'essi adeguatamente ventilati, nei quali sono allocati miscelatori per la vernice, di dimensioni molto minori rispetto a quelli della centrale vernici, e nei quali vengono preparate e miscelate le tinte che hanno un utilizzo saltuario o talvolta eccezionale; anch'essi sono collegati alle cabine di verniciatura tramite appositi circuiti.

Ritocchi al reparto finizione / collaudo

Dopo le linee di montaggio il veicolo completo viene inviato al collaudo funzionale, dove vengono, tra l'altro, verificati gli aspetti estetici della vernice, e l'eventuale presenza di piccoli danneggiamenti (es. rigature o ammaccature).

La revisione viene eseguita manualmente con le stesse modalità applicate per i ritocchi in linea, cioè mediante levigatrici roto-orbitali ad aria compressa, con l'ausilio di prodotti abrasivi e lucidanti.

Se l'asportazione del difetto comporta una revisione tale da intaccare il film di vernice, si procede alla pulizia, alla mascheratura e quindi al ritocco dell'area danneggiata mediante spruzzatura con pistola tradizionale, con gli stessi prodotti vernicianti utilizzati per i ritocchi in linea.

Le operazioni suddette vengono eseguite all'interno di cabine ventilate, munite di impianto di mandata ed estrazione dell'aria.

Il sistema di abbattimento dell'overspray può essere del tipo a velo d'acqua oppure a secco.

L'essiccazione seguente può essere effettuata nelle cabine stesse, con l'utilizzo di lampade a raggi infrarossi posizionate in prossimità della zona da essiccare, oppure innalzando la temperatura in cabina (c.d. cabina/forno) fino a 80° C, o ancora trasferendo il veicolo in apposito forno statico.

Anche in questo caso non vengono adottati post-combustori, per gli stessi motivi citati in precedenza.

Gestione dell'acqua

Il processo di verniciatura utilizza acqua, sia industriale che demineralizzata, in quasi tutte le fasi del ciclo (pretrattamento, cataforesi; applicazione di fondi e smalti).

L'acqua industriale viene emunta da pozzi situati all'interno degli stabilimenti, mentre quella demineralizzata proviene dalla Centrale termica, dove è installato un apposito impianto di produzione.

La quantità di acqua utilizzata è fortemente influenzata, a parità di capacità produttiva e di ciclo adottato, dalla configurazione dell'impianto, cioè dalle scelte tecnologiche adottate, specie per quanto riguarda le fasi di pretrattamento e di cataforesi.

Per queste fasi, ma anche per le cabine di verniciatura con abbattimento dell'overspray a umido, il concept dell'impianto deve prevedere sistemi per la riduzione alla fonte e l'eventuale recupero dell'acqua, quali:

- l'adozione di impianti dove le fasi ad immersione siano preponderanti rispetto alle fasi a spruzzo;
- l'utilizzo di sistemi in controcorrente per i lavaggi dopo le fasi di sgrassaggio e fosfatazione, al fine di ridurre al minimo gli scarichi "a perdere";
- l'adozione di impianti di rimozione in continuo dell'olio presente sulla lamiera (bagno di sgrassaggio ultrafiltrato e ricircolato in continuo); ciò consente di prolungare la vita dei bagni di sgrassaggio e quindi di scaricare una minore quantità di refluo;
- l'adozione di impianti di recupero e ricircolo dell'acqua di lavaggio dopo fosfatazione (demineralizzatore a bordo impianto);
- l'adozione di sistemi di rimozione in continuo dei fanghi di verniciatura che si formano dopo l'abbattimento dell'overspray di vernice, che consentono di aumentare la vita dell'acqua utilizzata nei sistemi sottocabina e quindi un minore consumo.

Queste tecniche sono generalmente adottate su impianti di recente costruzione, mentre per impianti più datati sono applicabili con difficoltà.

Gestione dell'energia

Gli impianti di verniciatura utilizzano diverse fonti di energia:

- energia elettrica (illuminazione e forza motrice)
- energia termica (acqua surriscaldata)
- metano
- aria compressa.

L'energia elettrica ed il metano sono approvvigionate da fornitori esterni, mentre l'energia termica e l'aria compressa sono prodotte in stabilimento, in centrale termica e compressori.

Le principali utenze dei diversi vettori energetici sono le seguenti.

- Energia Elettrica - Forza Motrice 500 V:
 - motori dei gruppi di trattamento aria;
 - impianti di trasporto e movimentazione delle scocche;
 - sistemi di pompaggio;
 - elettrodeposizione della vernice cataforetica.
- Energia elettrica - Illuminazione 220 V:
 - Illuminazione delle cabine di verniciatura e di officina.
- Aria compressa:
 - attrezzature manuali e automatiche per l'applicazione della vernice;
 - attrezzature pneumatiche nelle fasi di revisione;
 - apparecchiature di comando in aree classificate (ad es. centrale vernici).
- Acqua surriscaldata:
 - condizionamento dell'aria all'interno delle cabine di verniciatura;
 - riscaldamento e mantenimento in temperatura dei bagni di pretrattamento e di cataforesi;
 - trattamento dell'aria ambiente all'interno dell'officina.
- Metano:
 - bruciatori dei gruppi di riscaldamento dei forni;
 - post-combustori.

Il controllo tecnico gestionale dei consumi di energia è garantito da attività di rendiconto mensile effettuate con l'ausilio di contatori installati all'ingresso dell'impianto di verniciatura, che consentono di monitorare i consumi di tutti i vettori energetici come dato complessivo di impianto.

Tra le fonti energetiche utilizzate, quella che più incide, sia in termini di impatto ambientale che gestionali, è il metano.

L'adozione di post-combustori integrati con i forni consente di recuperare gran parte dell'energia termica generata nel processo di incenerimento, per il riscaldamento dei forni, attraverso batterie in serie di scambiatori di calore fumi/aria, attraverso i quali i fumi della post-combustione riscaldano l'aria dei forni, conseguendo quindi un recupero che, in condizioni di marcia dell'impianto, è sufficiente anche al completo riscaldamento del forno, senza ricorrere a bruciatori supplementari.

In alternativa, quando i forni non siano stati progettati con il post-combustore integrato, ma sono riscaldati con bruciatori a bordo impianto o con acqua surriscaldata, si adottano post-combustori di tipo ceramico rigenerativo, che consentono un recupero del calore al proprio interno, riducendo drasticamente i consumi di metano rispetto ai post-combustori tradizionali.

Gestione delle materie prime

L'utilizzo di prodotti vernicianti a basso contenuto di solventi rappresenta uno dei cardini essenziali della strategia per il contenimento delle emissioni in atmosfera di COV.

La scelta di un adeguato ciclo di verniciatura consente di ridurre gli strati di vernice e quindi i consumi di materia prime. Infatti l'adozione di cataforesi ad alto spessore (circa 30 mm) permette l'eliminazione dello strato intermedio di fondo, pur garantendo i requisiti qualitativi richiesti.

L'impiego di lamiere zincate per i componenti della scocca che formano superfici scatolate ed il pretrattamento ad immersione in luogo di quello a spruzzo, consentono di eliminare l'applicazione del protettivo ceroso su queste superfici.

Inoltre l'adozione di smalti poliesteri alto solido contribuisce a ridurre una delle fasi del ciclo che più incidono sulle emissioni di COV in atmosfera.

Trattamento delle emissioni gassose

Come descritto in precedenza, tutte le emissioni provenienti dai forni di essiccazione principali sono presidiate da post-combustori, che devono garantire l'abbattimento delle emissioni di COV al di sotto dei limiti dettati dalla normativa italiana e regionale.

Affinché ciò avvenga, essi devono soddisfare alcune condizioni di funzionamento:

- temperatura in camera di combustione $\geq 720^{\circ}\text{C}$
- tempo di permanenza dei fumi in camera di combustione $\geq 0,6\text{ s}$.

I post-combustori sono monitorati con apparecchiature che ne misurano e registrano in continuo la temperatura in camera di combustione e talora anche la concentrazione di sostanze organiche totali (come C).

Trattamento acque reflue

Gli scarichi provenienti dal processo di verniciatura vengono trattati in idonei impianti per l'abbattimento delle sostanze inquinanti, essenzialmente tensioattivi, COD, oli, fosfati, metalli pesanti, solidi sospesi.

L' impianto di trattamento può essere di tipo centralizzato, che raccoglie e tratta tutte le acque provenienti dallo stabilimento, oppure specificamente installato per trattare i reflui della verniciatura.

In entrambi i casi devono essere presenti due macro sezioni:

- una sezione chimico - fisica per l' eliminazione degli oli, dei fosfati, dei metalli pesanti e dei solidi sospesi;
- una sezione biologica per l' abbattimento delle sostanze organiche (tensioattivi e COD).

Nel caso dell' impianto di trattamento centralizzato, entrambe queste sezioni sono concentrate in un unico complesso di trattamento; nel caso dell' impianto asservito al reparto di verniciatura, esso è concepito per il trattamento di specifici stream provenienti dalle diverse zone dell' impianto:

- sezione di pretrattamento di ultrafiltrazione per la rimozione degli oli dai bagni di sgrassaggio esausti;
- sezione di pretrattamento di coagulazione e flocculazione per la rimozione dei solidi sospesi provenienti dai reflui di cataforesi e delle cabine di spruzzatura (residui di vernice);
- sezione chimico – fisica per la rimozione dei fosfati e dei metalli pesanti da tutti i reflui, compresi i lavaggi.

Il trattamento biologico finale è demandato all' impianto centralizzato che raccoglie le acque reflue dell' intero stabilimento.

Minimizzazione e trattamento dei rifiuti

Tutti i rifiuti provenienti dai reparti di verniciatura sono trasportati in aree attrezzate, coperte e dotate di pavimentazione impermeabilizzata per evitare sversamenti di sostanze sul suolo e nella fognatura meteorica, stoccate in idonei contenitori, a seconda della natura del rifiuto.

All'interno di tali aree, adibite a deposito temporaneo, non sono svolte attività di trattamento, ma di semplice gestione appropriata volta allo smaltimento delle singole tipologie di rifiuto.

Per quanto riguarda i criteri di minimizzazione della produzione di rifiuti si possono citare.

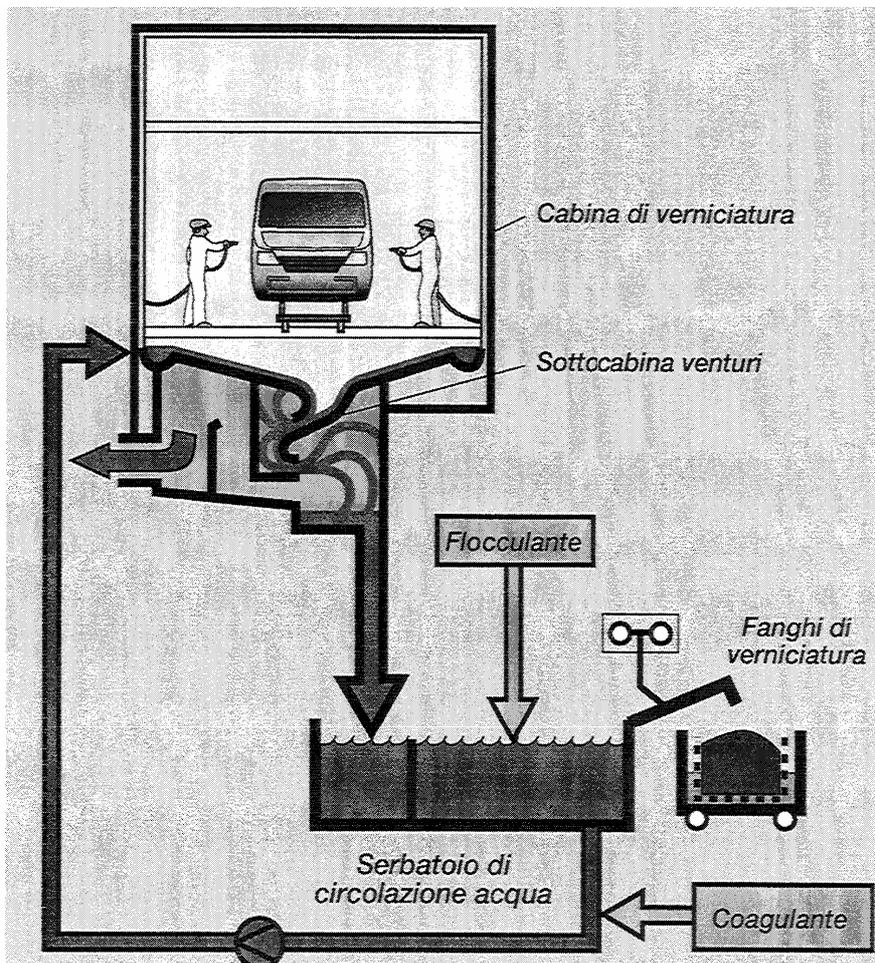
- Sistemi di recupero del solvente di cambio colore utilizzato nelle cabine di verniciatura: allorquando, tra una scocca e la successiva, è necessario un cambio tinta, una parte del circuito contenente la vernice deve essere spurgato, accuratamente lavato e “avvinazzato” con la vernice successiva; queste operazioni generano una certa quantità di rifiuto costituito dalla vernice “sprecata” e dal solvente di lavaggio utilizzato. Tale miscela viene recuperata facendo in modo che la pistola del robot si posizioni al di sopra di un imbuto collegato con un recipiente di raccolta, in modo che non vada dispersa in cabina di verniciatura.

Per minimizzare la quantità di vernice e di solvente, si adottano sistemi di erogazione nei quali il tratto da spurgare sia minimo, cioè il più vicino possibile alla pistola di spruzzatura.

- Sistemi meccanici di pulizia nei cambi colore (i cosiddetti Pig, che saranno descritti nel capitolo relativo alle MTD): l' utilizzo di un elemento raschiatore (Pig) spinto all'interno delle tubazioni contenenti la vernice da sostituire, consente di recuperarla nel contenitore di alimentazione; consente inoltre una drastica riduzione del

consumo di solvente di lavaggio, in quanto la vernice residua dopo il passaggio del pig è decisamente ridotta.

- Utilizzo di contenitori a rendere per il trasporto e lo stoccaggio di diversi prodotti vernicianti e di pretrattamento; nel caso della vernice cataforetica e dello smalto di maggiore utilizzo, il prodotto viene rifornito a mezzo di camion cisterna.
 - Sistemi di defangazione in continuo della vernice, che consentono di ottenere un fango con minore contenuto di acqua, e quindi una minore quantità di fango stesso
- L'immagine seguente mostra un esempio di sistema di defangazione in continuo dell'overspray di vernice.



Verniciatura degli altri componenti del veicolo (telaio, motore, ponte o assale)

La verniciatura degli altri componenti del veicolo adotta cicli molto più semplici rispetto a quelli sopra descritti.

Infatti solo in un caso, cioè per la verniciatura del telaio, si ricorre ad un ciclo che prevede un pretrattamento di fosfosgrassaggio e l'applicazione cataforetica. Negli

impianti con maggiori volumi produttivi vengono utilizzati prodotti vernicianti idrosolubili, bicomponenti o monocomponenti; piccole realtà produttive possono invece utilizzare prodotti idrosolubili o prodotti a solvente.

Di seguito sono sintetizzati i cicli dei diversi manufatti, per gli impianti di maggiori dimensioni.

Verniciatura del telaio:

- fosfosgrassaggio
- cataforesi e relativa essiccazione
- applicazione smalto idrosolubile bicomponente e relativa essiccazione
- eventuali ritocchi sull' autotelaio completo dopo il montaggio del veicolo.

Verniciatura del motore:

- fosfosgrassaggio
- applicazione smalto idrosolubile monocomponente e relativa essiccazione.

Verniciatura del ponte o assale:

- applicazione fondo idrosolubile monocomponente
- appassimento intermedio
- applicazione smalto idrosolubile monocomponente ed essiccazione finale.

Pretrattamento e cataforesi

Il pretrattamento consiste in un' operazione di fosfosgrassaggio a spruzzo a circa 45° C, seguita da un lavaggio a spruzzo a temperatura ambiente.

Le operazioni vengono eseguite in tunnel dotati di estrazione dei fumi, simili a quelli già descritti in precedenza. Analoga a quanto sopra descritto è anche l' operazione di cataforesi che si esegue sui telai, la cui essiccazione avviene in un forno a tunnel alla temperatura di 150° C per circa 60 minuti. I gas esausti emessi dal forno vengono convogliati ad un postcombustore ceramico rigenerativo per l' abbattimento delle sostanze organiche volatili.

Applicazione fondo e smalto

L' applicazione di fondo (solo per il ponte o assale) e smalto finale avviene, analogamente a quanto sopra descritto, in cabine di spruzzatura provviste di sistemi di abbattimento dell' overspray a velo d' acqua posizionati sottocabina o a parete.

I sistemi applicativi sono nella quasi totalità di tipo automatico, costituiti da reciprocatori o robot, seguiti da una postazione per l' eventuale verniciatura manuale di completamento.

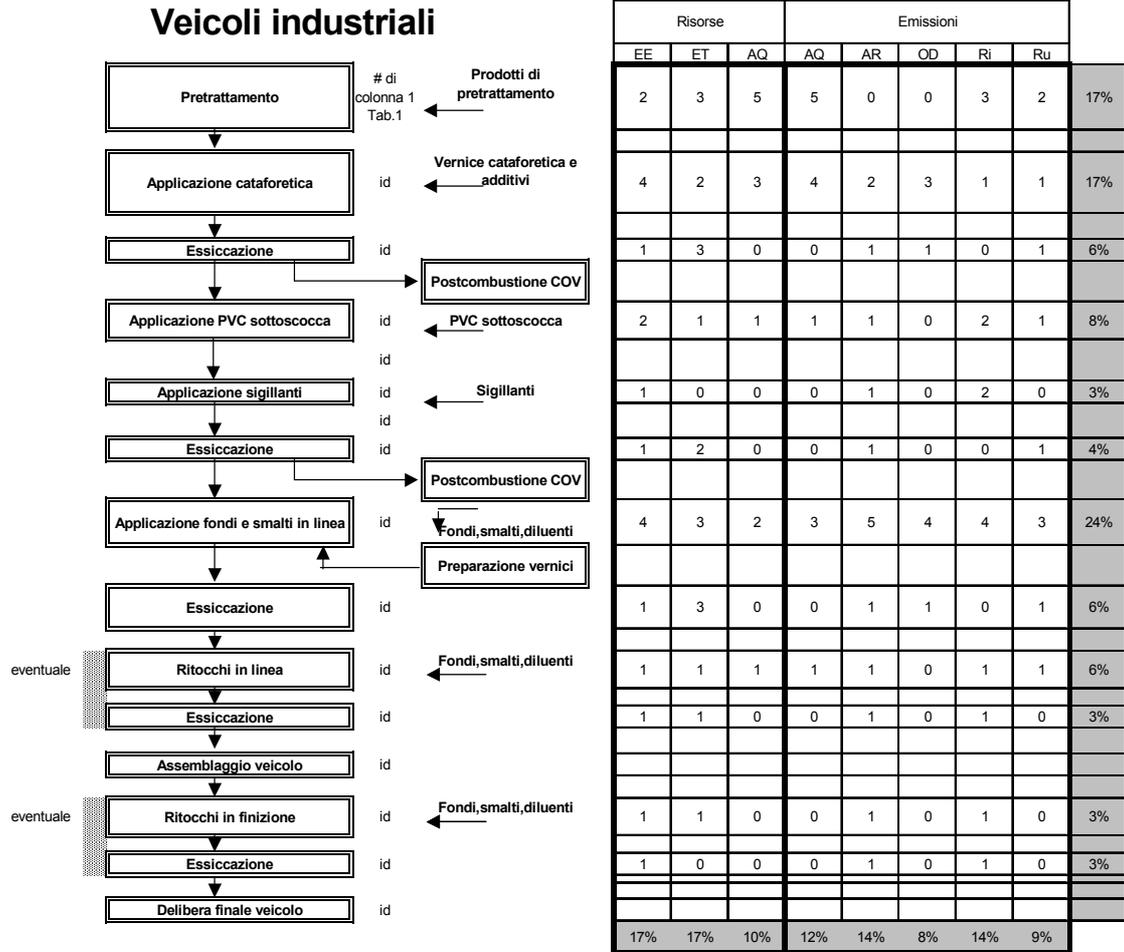
Come accennato in precedenza, le vernici utilizzate sono per gran parte di tipo idrosolubile; solo negli impianti di piccola taglia (produzione di 2 o 3 manufatti al giorno) continuano ad essere utilizzate in tutto o in parte vernici a solvente.

L' essiccazione della vernice avviene in forni continui o discontinui, a diverse temperature a seconda del tipo di vernice utilizzato.

L' adozione di sistemi di abbattimento delle emissioni di sostanze organiche volatili (postcombustori) è valutata in relazione alla capacità produttiva dell' impianto, alla sua configurazione e al conseguente livello di emissione del forno.

Pertanto si danno casi in cui non è necessaria l'installazione di un postcombustore, e casi in cui esso è ritenuto invece necessario; essi possono essere di tipo tradizionale, integrato con il forno, oppure di tipo ceramico rigenerativo.

Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni



^ eventuali note

Legenda	Risorse	EE	energia elettrica
		ET	energia termica
		AQ	acqua
	Emissioni	AQ	effluenti idrici
		AR	emissioni in aria
		OD	odori
		Ri	rifiuti
		RU	rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:
 - 0 = nessun impatto
 - 1 = impatto non significativo
 - 2 = impatto debole
 - 3 = impatto medio
 - 4 = impatto significativo
 - 5 = impatto forte

Principali indicatori di consumi ed emissioni

UTILIZZO DI SOLVENTE

Solvente utilizzato	110 – 175 g/m ²	Fonte: dati operativi
Solvente consumato(*)	60 g/m ²	Fonte: dati operativi

(*) Consumato = utilizzato – recuperato

EMISSIONI IN ATMOSFERA

Portata d'aria scaricata	1.000.000 - 1.800.000 Nm ³ /h	Fonte: dati operativi
NOx	4000 – 4700 g/h	Fonte: dati operativi
VOC	circa 55 g/m ²	Fonte: dati operativi
Polveri	900 - 1500 g/h	Fonte: dati operativi

ACQUE

H ₂ O prelevata	35 - 100 l/m ²	Fonte: dati operativi
H ₂ O scaricata	11 – 72 l/m ²	Fonte: dati operativi
kwh depurazione/m ²	0,2 - 4	Fonte: dati operativi
kg fanghi/m ²	60 - 200	Fonte: dati operativi

ENERGIA

Energia elettrica	15 - 16 MJ/m ²	Fonte: dati operativi
Energia termica	35 - 85 MJ/m ²	Fonte:

RIFIUTI

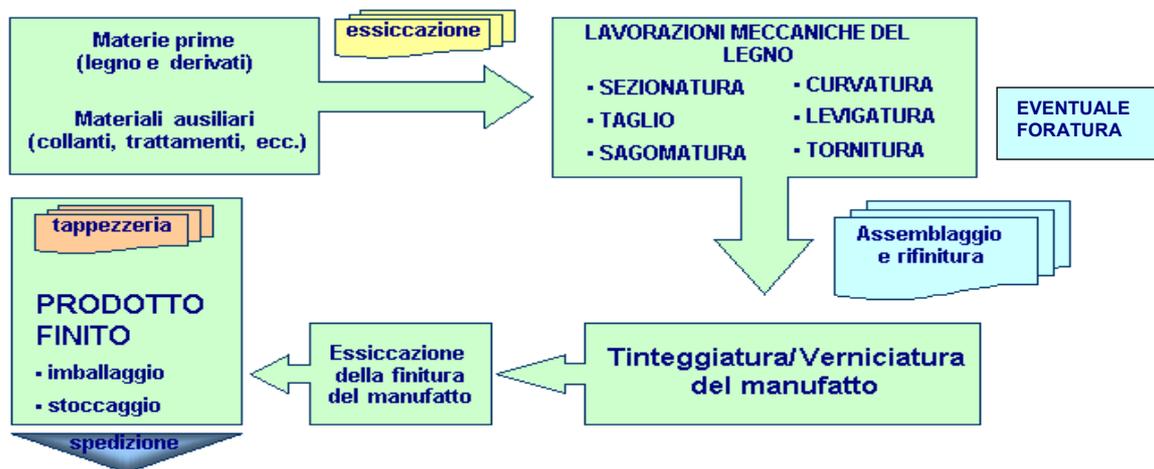
Descrizione	Codice CER	Quantità
Fanghi di verniciatura	080111 o 080107	10 – 65 g/m ² Fonte: dati operativi
Solventi esausti	140603	65 – 115 g/m ² Fonte: dati operativi
Fanghi di fosfatazione	110108	quantità minori
Fanghi di sep. olio/acqua	190813	quantità minori
Pitture e vernici di scarto	080111	quantità minori
Stracci, materiali assorbenti e indumenti a perdere	150202	quantità minori

Dei rifiuti sopraccitati, quelli inviati a recupero sono i solventi esausti, che rappresentano il 65 – 75 % della totalità dei rifiuti.

Anche i fanghi di verniciatura sono inviati ad una forma di recupero energetico, in quanto sono destinati alla termovalorizzazione

Verniciatura del legno

La filiera produttiva per la realizzazione di manufatti in legno si compone principalmente di alcune fasi di lavorazione rappresentate nel seguente schema a blocchi:



E' opportuno qui indicare che possono sussistere notevoli differenziazioni a seconda della tipologia di prodotto finito considerata come ad esempio:

- elementi tridimensionali (es. sedie);
- superfici piane;
- superfici piane sagomate (es. antine);
- mobili montati;
- pavimenti;
- cornici;
- serramenti;
- mobili imbottiti;
- edilizia.

Descrizione delle fasi di lavorazione

Il ciclo di produzione di manufatti in legno è solitamente caratterizzato dalle seguenti fasi:

- ingresso delle materie prime ;
- eventuale essiccazione del legno in ingresso;
- lavorazioni meccaniche per la realizzazione di semilavorati;
- levigatura;
- verniciatura;
- assemblaggio;
- eventuale tappezzeria;
- imballo;
- immagazzinamento e spedizione del prodotto finito al cliente.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione del ciclo produttivo.

Il legno arriva sottoforma di tronchi, di tavolame ed anche in elementi che necessitano solo delle lavorazioni per portarli a misura. Vengono molto utilizzati anche i pannelli di differenti tipologie. Possono essere eseguite svariate operazioni meccaniche sul legno. Descriviamo alcune lavorazioni effettuate sul legno per la produzione di semilavorati.

Lavorazioni meccaniche

Tali lavorazioni non vengono generalmente svolte sequenzialmente in quanto dipendono strettamente dalla tipologia di prodotto finito desiderato.

- **La tornitura**
- **La curvatura**
- **La smacchinatura**

Tutte le lavorazioni meccaniche residuali rispetto alla curvatura e alla tornitura, eseguite sul legno vengono indicate con il termine generale di operazioni di smacchinatura; esse consistono nel portare le dimensioni dell'elemento grezzo il più vicino possibile a quelle del finito.

La sequenza e la presenza di queste lavorazioni non sono definite essendo strettamente dipendenti dal tipo di semilavorato che si deve ottenere.

Le principali lavorazioni, sono la piallatura, la fresatura e la foratura.

- **La levigatura**

Le levigatura serve a rendere più piana e omogenea la superficie dell'elemento semilavorato.

Anche sui pannelli possono essere eseguite svariate operazioni descritte di seguito.

- **La calibratura del pannello**
- **La produzione tranciato**

L'operazione vera e propria di tranciatura dei topi (spaccati) è preceduta da un trattamento di ammorbidimento del materiale o per immersione in acqua calda o per vaporizzazione diretta o indiretta. Entrambi i trattamenti determinano l'estrazione delle "Sostanze estrattive" solubili in acqua calda ma risultano indispensabili per ottenere tranciati senza sgranatura durante l'operazione meccanica di tranciatura.

- **Preparazione del tranciato**

Il tranciato (piallaccio) prima della nobilitazione del pannello è sottoposto ad operazioni di preparazione quali:

Stiratura per eliminare l'ondulazione dei fogli di tranciato;

Giuntatura per formare il foglio con cui verrà nobilitato il pannello;

Taglierinatura dei fogli giuntati per adeguarli alle dimensioni del pannello da nobilitare.

- **Nobilitazione Pannello con tranciato**

La nobilitazione del pannello mediante incollaggio di tranciato viene realizzata in linea continua in cui si susseguono le operazioni di:

Preparazione superficie pannello : calibratura - spazzolatura;

Spalmatura a rullo della colla ureica o colla ureica additivata di colla vinilica oppure colla vinilica. Gli adesivi impiegati non contengono solitamente VOC in quantità significative.

- **Nobilitazione Pannello con carte**

Per la nobilitazione del pannello mediante incollaggio di carte bisogna distinguere tra :

Incollaggio carte cellulosiche (carte finish);

Incollaggio di carte impregnate senza apporto di colla (carte melaminiche);

Nel 1° caso si utilizzano sistemi di nobilitazione in continuo a calandra oppure, se si utilizzano collanti ureici, linee di pressatura a caldo, come quelle utilizzate per la nobilitazione dei pannelli con tranciati

Per la nobilitazione di pannelli con carte melaminiche, per le quali si sfrutta le proprietà adesive della resina di riempimento, si utilizzano linee di lavorazione a cicli rapidi di pressatura e con temperature alte. Gli adesivi impiegati non contengono solitamente VOC in quantità significative.

- **Nobilitazione Pannello con laminato plastico**

Linee di incollaggio e pressatura simili a quelle per nobilitare i vari pannelli con tranciati vengono utilizzate per l'incollaggio di fogli di laminato plastico.

Gli adesivi impiegati non contengono solitamente VOC in quantità significative.

- **Lavorazione Pannello nobilitato**

Il pannello nobilitato viene sottoposto successivamente alle operazioni di squadratura e bordatura. L'asportazione meccanica dei bordi del pannello e l'applicazione dei bordi viene realizzata in successione mediante utilizzo di macchine operatrici combinate definite "squadra - bordatrici" che

Utilizzano una operazione meccanica di taglio per la squadratura ed una operazione di incollaggio con adesivo Hot Melt applicato allo stato fuso per la bordatura, allo scopo di rendere funzionale ed estetico il pannello nobilitato.

Il materiale costituente il bordo può essere della stessa natura del pannello nobilitato o di natura diversa.

I pannelli vengono poi forati secondo un programma prestabilito, se necessario pantografati ed in fine levigati ai banchi per prepararli alla successiva fase di verniciatura.

- **La finitura del manufatto**

La finitura del manufatto in legno, ottenuta con la verniciatura rappresenta la fase finale del suo processo produttivo; essa ha lo scopo primario di proteggere la superficie del manufatto da agenti fisici e meccanici con cui può venire a contatto durante il suo utilizzo riducendo gli scambi di umidità del legno con l'ambiente nonché migliorare le caratteristiche tecniche superficiali.

Un secondo ruolo della verniciatura è evidentemente quello di migliorare o modificare le caratteristiche estetiche del prodotto, ravvivando la colorazione della specie legnosa e conferendo un aspetto tridimensionale alla struttura fibrosa. La qualità generale delle finiture con vernice dipende dal prodotto verniciante che viene utilizzato e dalle fasi del processo produttivo (tipo e numero di operazioni). La qualità delle finiture è elemento fondamentale per il mercato ed è considerabile come una delle chiavi di successo.

Un ciclo completo di verniciatura segue la seguente successione.

- Levigatura manuale o levigatura automatica con levigatrici a spazzole abrasive rotanti per l'eventuale trattamento di materiale sagomato.
- Spolveratura.
- Sbiancatura (eventuale).
- Tinteggiatura ad immersione, a flow coating o a spruzzo con utilizzo di tinteggiatrice automatica rotante, tinteggiatrice a giostra, con applicazione di tinte all'acqua o a solvente.

- Per pannelli piani, eventuale stracciatura automatica a spazzole per uniformare la tinta e valorizzare l'aspetto estetico della finitura e stracciatura manuale per uniformare le zone del manufatto sagomato non raggiunte dalla macchina automatica.
- Essiccazione tinta aria calda –aria calda e raggi infrarossi I.R.
- Applicazione mani di preparazione (primer, stucchi, fondi) mediante: sistemi manuali, robot, rulli, velo.
- Essiccazione in ambienti confinati o in impianti a bilancelle oppure in forni verticali a vassoi oppure, se si utilizzano prodotti fotosensibili alle radiazioni UV, forni di gelificazione ed essiccazione con lampade UV.
- Carteggiatura fondo.
- Spolveratura.
- Applicazione manuale o automatica di vernice a finire.

La sbianca

L'operazione di sbianca del legno viene effettuata per eliminare il colore naturale del legno. Lo scopo generalmente, è quello di uniformare il colore iniziale per poi tingere il manufatto ottenendo un perfetto abbinamento tra gli elementi che costituiscono il manufatto quando questo è realizzato in legno massiccio: come ad esempio le sedie, taluni serramenti, ed altri manufatti.

I prodotti per la sbianca, pur presentando altre problematiche di tipo ambientale, non sono affette da significative emissioni di VOC.

La tinteggiatura

Serve a uniformare e a conferire al legno la tinta desiderata in particolare nel caso di vernici trasparenti.

La tinteggiatura può essere realizzata con diversi sistemi applicativi: ad immersione o con impianti in linea in "flow coating", per elementi tridimensionali come le sedie.

Il sistema ad immersione è piuttosto semplice: il manufatto viene immerso da un operatore in una vasca nella quale è contenuta la tinta, viene quindi sollevato ed appoggiato su un piano inclinato per consentire lo sgocciolamento ed il recupero della tinta in eccesso.

Negli impianti a "flow coating", il manufatto viene appeso a dei trasportatori aerei per mezzo dei quali viene fatto passare attraverso un tunnel, all'interno del quale un'apparecchiatura irrorante, a bassa pressione, il prodotto attraverso una serie di ugelli.

Le tinte sono generalmente dei prodotti a bassa concentrazione, potendo presentarsi sia a base solvente che a base acquosa.

L'essiccazione del legno tinteggiato

All'applicazione della tinta segue l'essiccazione del legno tinteggiato. In genere l'essiccazione viene effettuata per esposizione naturale all'aria, a temperatura ambiente. In alcuni casi si fa ricorso a tunnel riscaldati per accelerare l'asciugatura.

L'applicazione delle mani di preparazione (primer, stucchi, fondi)

Per quanto riguarda la modalità di applicazione, si può fare una distinzione tra i metodi adatti per superfici piane e metodi di applicazione che invece possono essere impiegati anche per elementi a forma complessa (tridimensionali).

Per quanto riguarda le superfici piane vengono utilizzati i macchinari di seguito descritti.

- Macchine per applicazione a rulli
- Laccatrici (o spalmatrice)
- Stuccatrici
- Reverse (laccatrice reverse)
- Macchine per applicazione a velo
- Dispositivi a depressione (trafila)

Per applicazioni su superfici piane ed elementi tridimensionali vengono utilizzati i seguenti sistemi:

- applicazione e spruzzo manuale o meccanizzata,
- flow coating,
- ad immersione o a tuffo,
- applicazione sottovuoto in autoclave,
- a pennello,
- a tampone.

I sistemi di spruzzatura generalmente utilizzati sono elencati di seguito:

- aerografo,
- airless (spruzzatura senza aria),
- polverizzazione ad alta pressione assistita da aria (sistema misto),
- polverizzazione con metodi centrifughi (dischi o coppe).

Il sistema elettrostatico può essere impiegato con tutti i sistemi applicativi a spruzzo. Sfruttando il campo elettrostatico che si crea tra il sistema di applicazione e il supporto da verniciare, è possibile migliorare sensibilmente l'efficienza di trasferimento dell'operazione di verniciatura diminuendo notevolmente il fenomeno "dell'overspray", nonostante si abbia a che fare con un materiale non conduttivo come il legno.

I prodotti vernicianti impiegati come fondi possono essere di varie tipologie (nitrocellulosici, poliuretanic, acrilici, poliesteri, poliesteri/acrilici fotoreticolabili, all'acqua) anche in miscela tra loro.

La seconda essiccazione

Dopo l'applicazione del fondo, i manufatti vengono trasferiti in spazi appositi per l'essiccazione prima di essere avviati alla fase successiva.

Anche nella seconda essiccazione la modalità più frequente è quella naturale e ad aria calda.

Vi possono tuttavia essere impiegati anche altri sistemi, quali le radiazioni IR, le microonde (per prodotti all'acqua), la radiazione UV (per prodotti fotoreticolabili) e, raramente, anche sistemi che impiegano fasci di elettroni (EB).

La carteggiatura

I pezzi asciugati vengono carteggiati in apposite postazioni munite di banchi o pedane aspiranti che provvedono a captare ed espellere le polveri. Tale operazione consente di rendere piana la superficie eliminando il "pelo" e di far aderire meglio le seguenti applicazioni (la finitura o le altre mani di fondo).

Nel caso di pannelli piani queste operazioni vengono solitamente fatte in linea.

L'applicazione della finitura

Alla carteggiatura segue l'applicazione di una o più mani a finire. Anche per la finitura si utilizzano prevalentemente i sistemi di applicazione precedentemente descritti. Vengono spesso preferiti sistemi a spruzzo per la maggior "uniformità" che riescono a determinare sul prodotto finito.

L'essiccazione della finitura del manufatto

Anche la finitura è seguita dall'essiccazione dei pezzi verniciati con i sistemi precedentemente descritti.

Assemblaggio e montaggio dei pezzi

I pezzi sono quindi pronti per essere assemblati e la lavorazione viene eseguita sia manualmente che con appositi macchinari.

Tappezzeria

Alcuni prodotti come ad esempio le sedie possono essere tappezzati con pelle, con tessuto, con paglia naturale, con "la canna d'india", con carta e materiali plastici; l'utilizzo di ciascun materiale richiede l'impiego di macchine diverse e tempi di produzione differenti. In questo caso i collanti impiegati possono essere a base solvente e quindi coinvolti nelle emissioni di VOC.

Lo schema riportato di seguito rappresenta solo un esempio dei principali cicli di verniciatura utilizzati per la verniciatura dei mobili. Di seguito vengono rappresentati tutti gli input ed output alla fase descritta.

PRINCIPALI CICLI DI VERNICIATURA DELL'INDUSTRIA DEL MOBILE

INGRESSI

Materie prime
 Energia elettrica
 Calore
 Semilavorato da verniciare
 Preassiemi
 Aria compressa
 Tinte e vernici
 Additivi e Diluenti
 Acqua
 Materiale abrasivo

CICLI

Tinteggiatura manuale o meccanizzata

Essiccazione tinta

Verniciatura tridimensionale
 a spruzzo: applicazione + mani fondo meccanizzata o con Robot;
 Essiccazione vernice di fondo;
 Levigatura fondo;
 Verniciatura a spruzzo prodotto di finitura manuale o robotizzata;
 Essiccazione vernice di finitura : aria calda o lampade UV.

Verniciatura piana
 Spalmatura a rullo Fondo UV /Essiccazione
 Spalmatura fondo UV
 Revers/essiccazione UV
 Carteggiatura
 Spalmatura Fondo UV revers/essiccazione UV
 Carteggiatura/spazzolatura
 Finitura a velo
 Appassimento/essiccazione UV
 Finitura a rullo Baby
 Essiccazione UV Alta potenza

PRODOTTI

Massello verniciato

Sedie e mobili

Pannelli

EMISSIONI

Aria

- Emissioni COV
- Polveri di vernice
- Odori

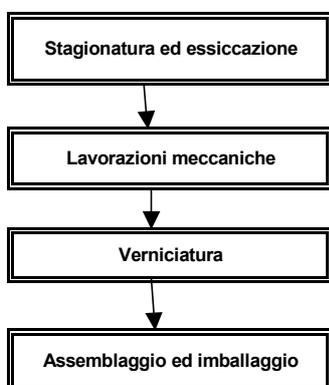
Rifiuti

Polvere carteggiatura
 Acque abbattimento
 Fanghi abbattimento overspray
 Croste di vernice
 Lampade esaurite
 Contenitori da bonificare
 Materiale abrasivo
 Acetone esausto
 Diluente pulizia
 Solvente di scarto
 Stracci di pulizia

Rumore

Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni

Verniciatura del legno



Risorse			Emissioni					
EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri	Ru	
3	1	2	1	1	1	1	1	22%
3	1	1	1	1	1	1	1	20%
3	1	1	2	5	4	3	3	43%
1	1	1	1	1	1	1	1	16%
20%	8%	10%	10%	16%	14%	12%	12%	

Legenda	Risorse	EE	energia elettrica
		ET	energia termica
		AQ	acqua
	Emissioni	AQ	effluenti idrici
		AR	emissioni in aria
		OD	odori
		Ri	rifiuti
		RU	rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

Principali indicatori di consumi ed emissioni

UTILIZZO DI SOLVENTE

Il settore del legno si caratterizza per notevoli differenziazioni nell'impiego di cicli di verniciatura. Questi dipendono innanzitutto la tipologia di prodotto finito considerata come ad esempio: elementi tridimensionali (es. sedie), superfici piane, superfici sagomate (es. antine), serramenti, profili, pavimenti, ecc.

All'interno di ogni singola categoria di prodotto finito esistono poi cicli differenti dettati da considerazioni estetiche, prestazionali, economiche, ambientali, ecc.

In tal senso esistono situazioni in cui le emissioni di VOC possono essere stimate in pochi grammi per metro quadro prodotto (es. serramenti verniciati all'acqua) sino a valori nell'intorno di 1 kg/m² nel caso ad esempio di alcune finiture di mobili in stile con svariate mani di prodotti nitrocellulosici.

In tale situazione sarebbe evidentemente del tutto insignificante e non rappresentativo, indicare dei valori medi di riferimento.

Allo stesso modo non si ritiene possibile esprimere alcun dato semplificato per qualsiasi altro indice ambientale. La complessità della situazione richiederebbe un'analisi di tutto il territorio italiano con specifiche valutazioni.

Come riferimento vengono di seguito riportati i contenuti medi di VOC di alcune tipologie di prodotti vernicianti trasparenti impiegati dal settore legno arredo (fonte: F. Bulian, Verniciare il legno, ed. CATAS, 2004).

Tipologia di prodotto verniciante	Residuo secco all'applicazione (%)	Contenuto di VOC sull'applicazione (%)
Tinte a solvente	1 – 10	99 - 90
Tinte all'acqua	1 – 20	3 - 10
Impreganti per esterni a solvente	10 – 20	90 – 80
Impregnanti per esterni all'acqua	10 – 20	8 - 2
P.V. Alchidici a solvente	30 – 50	70 - 50
P.V. Nitrocellulosici	15 – 25	85 - 75
P.V. Ureici	25 – 40	75 - 60
P.V. Poliuretanic bicomp.	30 – 40	70 - 60
P.V. Poliuretanic alto solido	50 – 60	50 - 40
P.V. Acrilici bicomp.	15 – 30	85 - 70
P.V. Poliesteri + acc. + perox.	60 - 85	40 - 15
P.V. Poliesteri UV	60 – 95	40 - 5
P.V. Acrilici UV	60 – 99	40 - 1
P.V. All'acqua	30 – 40	10 - 3
P.V a polvere	99 – 100	1 - 0

I seguenti dati derivano da uno studio effettuato dal 1999 al 2001 in Friuli Venezia Giulia prendendo in esame tutta la filiera del legno e avendo visitato direttamente oltre 200 aziende.

E' importante sottolineare che i dati sotto riportati possono essere estremamente variabili in funzione dell'azienda considerata. Il tipo di prodotto finito (es. qualità estetica) può imporre l'impiego di particolari prodotti vernicianti e sistemi di applicazione determinando specifiche emissioni. I dati riportati debbono essere pertanto considerati come indicativi di una certa situazione ma non certamente rappresentativi dell'intero comparto.

Calcolo indicatori per numero di addetti	Sedie e tavoli	Tavoli e particolari	Porte e finestre	Cornici	Mobili e particolari
SOV totale annuo vernici e catalizzatori in kg / numero di addetti	207	169	240	476	471
SOV totale annuo solo diluente in kg / numero di addetti	53	46	60	170	293
SOV totale annuo prodotti vernicianti all'applicazione in kg / numero di addetti	260	215	300	646	765

Calcolo indicatori per numero di addetti	Sedie e tavoli	Tavoli e particolari	Porte e finestre	Cornici	Mobili e particolari
SOV annuo tinte e impregnanti in kg / numero di addetti	12	10	495	70	140
SOV totale annuo in kg / numero di addetti	303	232	797	749	1.132

Coil Coating

Il concetto del coil coating è semplice: esso si basa sull'idea che è molto più semplice, efficace ed economico sgrassare, pretrattare chimicamente e verniciare una superficie piana continua piuttosto che sgrassare, pretrattare e verniciare forme irregolari. Praticamente ogni metallo laminato è verniciato in vari modi allo scopo sia di proteggerlo che di decorarlo. Il fabbricante si trova a dover decidere come e quando applicare questo rivestimento protettivo / decorativo, essendo il suo obiettivo quello di ottenere i migliori risultati sia sul piano tecnico sia su quello economico ed estetico. I prodotti prerivestiti si presentano sottoforma di rotoli o lastre che ricevono il loro rivestimento protettivo / decorativo prima di passare attraverso i successivi stadi di produzione. L'utilizzatore finale è libero di scegliere un materiale preverniciato le cui proprietà corrispondono esattamente ai suoi criteri di fabbricazione quali tipo di metallo, spessore, colore, struttura e prestazioni.

Un nastro metallico che passa a velocità controllata attraverso un impianto di trattamento continuo può essere sottoposto in rapida successione alle varie fasi di lavorazione.

Il range delle caratteristiche di targa delle linee di verniciatura sono:

SPESSORE DEL LAMINATO	da 1/10 di mm fino a 3 mm
VELOCITA'	da 10 a 200 m/min
LARGHEZZA	da 600 fino a 2100 mm

Esistono linee che viaggiano a velocità più basse e con tavola limitata. Le potenzialità sono, per linee veloci, fino a 3.000.000 di metri quadri al mese.

Esistono due tipi di processo di verniciatura:

- impiego di prodotti vernicianti liquidi;
- impiego di prodotti vernicianti in polvere.

L'impiego di prodotti vernicianti in polveri non comporta utilizzo di solvente e dunque non è attività IPPC. Per completezza tuttavia passiamo quindi a descrivere le varie fasi di entrambi i cicli produttivi tenendo presente che ogni impianto presenta delle caratteristiche particolari derivanti dal prodotto da processare e dall'ingegneria adottata.

Tipica sequenza operativa del processo di verniciatura con p.v. liquidi

Il nastro metallico (può essere in acciaio, acciaio zincato, alluminio, o altri metalli) viene sottoposto al seguente ciclo di lavorazione:

- pretrattamenti (lavaggi a spruzzi, conversione e passivazione);
- applicazione primo strato di vernice (primer) ed essiccazione in apposito forno;
- raffreddamento ed asciugatura;
- applicazione secondo strato di vernice (finish) ed essiccazione in apposito forno;
- raffreddamento ed asciugatura;

- taglio, avvolgimento, pesatura, reggettatura e stoccaggio del rotolo prodotto.

Sezione di pretrattamento

Prima di essere verniciato, il nastro passa attraverso una serie di vasche nelle quali viene sottoposto a lavaggio a spruzzi e a pretrattamenti di conversione e passivazione per prepararlo idoneamente alla successiva fase di verniciatura.

Ogni vasca è costituita da un tunnel, preceduto e seguito da coppie di rulli strizzatori, la cui funzione è di minimizzare il trascinamento della soluzione del bagno precedente, impedendo la fuoriuscita del liquido, in modo da garantire che il nastro esca umido e non bagnato, riducendo di conseguenza il consumo dei prodotti chimici e il loro impatto ambientale.

Vasca di sgrassaggio

Questa vasca ha la funzione di lavare con prodotti acidi o basici (a secondo del tipo di supporto se alluminio o acciaio) il nastro di metallo per rimuovere dalla sua superficie i residui di olio di laminazione e ossidi metallici.

Vasche di lavaggio

Queste vasche hanno la funzione di lavare il nastro, proveniente dallo sgrassaggio e dalla vasca di conversione, con acqua demineralizzata riscaldata alla temperatura massima di 60 °C per rimuovere i residui dei prodotti chimici.

Vasca di conversione

Questa vasca ha la funzione di depositare sulla superficie del nastro uno strato di sali adatti ad assicurare una adesione ottimale alla successiva deposizione di vernici, conferendo alla superficie stessa un buon grado di protezione e di “aggrappaggio”.

Vasca di passivazione

In questa vasca viene effettuata la passivazione delle superfici del nastro spruzzando una soluzione o esente da cromo o a base di cromo (sia trivalente che esavalente).

Le soluzioni di conversione e di passivazione sono riciclate a circuito chiuso mediante pompe attraverso appositi serbatoi di stoccaggio.

Stazione di asciugatura

Mediante getti di aria calda, opportunamente indirizzati, viene eliminata l'umidità presente sulla superficie del nastro in lavorazione.

Alle vasche di pretrattamento è asservito un sistema di captazione che convoglia l'aeriforme da depurare ad un impianto di abbattimento ad umido di tipo Scrubber. L'aeriforme depurato viene immesso in atmosfera attraverso un camino.

Sezione di verniciatura

Il nastro, dopo avere effettuato i pretrattamenti precedentemente descritti, viene avviato alla sezione di verniciatura.

Viene dapprima applicato ad entrambe le superfici del nastro, per mezzo di una macchina verniciatrice a rulli a doppia testa verniciante, uno strato di vernice. In molti

casi il tipo di vernice applicato è diverso per le due superfici (superiore e inferiore) del nastro: in questo caso la vernice applicata sulla superficie superiore viene definita “primer”, mentre la vernice applicata sulla superficie inferiore viene denominata “back coating”.

Il nastro passa quindi attraverso un apposito forno di essiccazione con temperatura fino a 430 °C.

Il forno è dotato di bruciatori a metano e di ventilatori per la circolazione dell’aria di combustione. Il nastro, uscito dal forno di essiccazione, entra nella stazione di raffreddamento ad aria / acqua / aria, per poi essere inviato ad una macchina verniciatrice a doppia testa mediante la quale viene applicato, sulla superficie superiore del nastro, uno strato di vernice del colore richiesto (vernice finish).

Dopo l’applicazione della vernice finish il nastro viene inviato ad un forno di essiccazione (finish), di caratteristiche analoghe al forno essiccazione (primer).

I forni di essiccazione sono dotati di impianto d’aspirazione mediante il quale i solventi evaporati vengono inviati all’impianto di post-combustione.

A valle di ciascun forno possono essere collocati dei raffreddatori ad acqua, costituiti da tunnel equipaggiati con una serie di rampe di ugelli per l’irrorazione dell’acqua di raffreddamento, che hanno la funzione di raffreddare il nastro evitando il trascinarsi di goccioline residue di acqua nelle parti a valle della linea. Il sistema di raffreddamento è a circuito chiuso, con una vasca di ricircolo comune ai due raffreddatori. I tunnel sono dotati di un sistema di aspirazione del vapore acqueo che si sviluppa durante il raffreddamento.

A valle dei raffreddatori sono installati asciugatori / essiccatori ad aria calda.

Le macchine di verniciatura sono ubicate in una apposita cabina chiusa mantenuta in leggera depressione rispetto all’ambiente circostante in modo da evitare la fuoriuscita di solventi aerodispersi.

I fusti contenenti le vernici sono stoccati in un apposito magazzino ubicato all’esterno del capannone ove è installata la linea di verniciatura.

Da tale magazzino i fusti, prima con carrelli elevatori a forche e poi con appositi carrellini a ruote pivotanti, vengono portati all’interno della cabina di verniciatura.

Ciascuna testa verniciante viene alimentata con la vernice stoccata nel fusto posto in prossimità della macchina, per mezzo di un sistema di alimentazione/distribuzione dedicato, costituito da una pompa inserita nel fusto, tubazioni flessibili e accessori di regolazione; la vernice viene poi distribuita sui rulli verniciatori.

La vernice in eccesso si raccoglie in una apposita vaschetta situata al di sotto dei rulli e da questa ricircolata al flusso attraverso una tubazione flessibile.

Le cabine di verniciatura sono equipaggiate con un sistema di aspirazione dell’aria, con diversi punti di captazione, sia in prossimità delle teste vernicianti, sia dei fusti, sia in vari altri punti delle cabine stesse.

Il sistema è tale da garantire l’aspirazione localizzata dell’aria in corrispondenza di tutti i punti di emissione, garantendo contemporaneamente il necessario ricambio di aria ed evitando la formazione di sacche di aria stagnante.

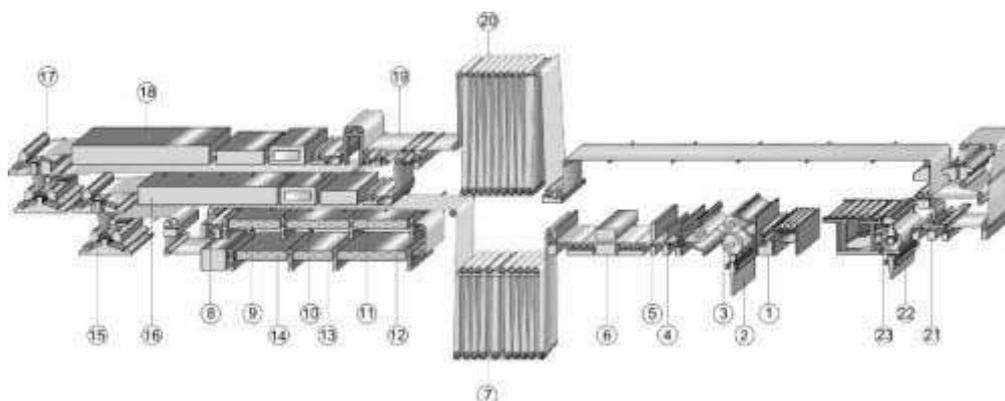
La linea di verniciatura è dotata di un sistema di abbattimento delle sostanze organiche volatili, presenti nelle sue emissioni atmosferiche, costituito da un post-combustore di tipo recuperativo che ne attua la loro distruzione termica.

Il post-combustore ha la funzione di distruggere termicamente le sostanze organiche volatili (SOV) provenienti dalle cabine vernicianti e dai forni di essiccazione primer e

finish, riscaldando, per mezzo di uno scambiatore di calore, l'aria in ingresso ai suddetti forni di essiccazione.

Il post-combustore è dimensionato in modo da consentire una permanenza dei fumi all'interno dello stesso tale da garantire l'ossidazione completa delle SOV. Gli scarichi idrici originati dalle lavorazioni della linea di verniciatura sono inviati all'impianto di trattamento acque reflue dello stabilimento.

La figura seguente mostra uno schema generale di verniciatura con prodotti liquidi.



Linea di verniciatura con p.v. liquidi

1. Cesoia di entrata	13. Secondo risciacquo
2. Culla di carico	14. Passivazione
3. Doppio aspo devolgitore	15. Teste vernicianti per applicazione primer
4. Cesoia intestatrice	16. Forno cottura primer o prima mano raffreddamento aria ed acqua
5. Giuntatrice	17. Teste vernicianti per applicazione mano a finire
6. Tension leveller	18. Forno cottura vernice o seconda mano raffreddamento aria ed acqua
7. Accumulatore di entrata	19. Briglia di tiro
8. Briglia di tiro	20. Accumulatore di uscita
9. Primo sgrassaggio ed eventuale spazzolatura	21. Cesoia di uscita
10. Secondo sgrassaggio	22. Culla scarico
11. Primo risciacquo	23. Aspo avvolgitore
12. Pretrattamento	

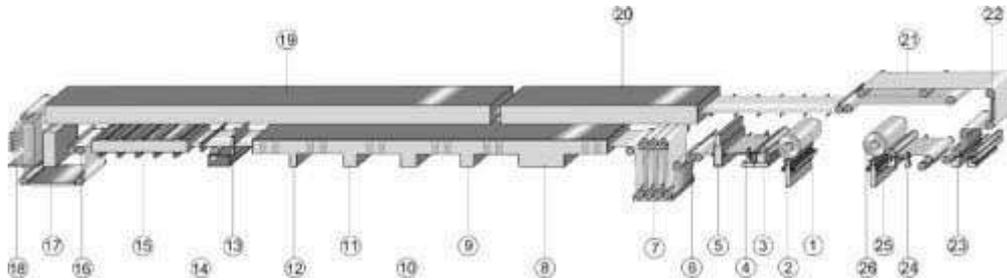
Tipica sequenza operativa del processo di verniciatura con p.v. in polvere

Per le sequenze di svolgimento, aggraffatura e pretrattamento del supporto vale quanto detto precedentemente per la verniciatura con p.v. liquidi dopo l'asciugatura del

supporto in uscita dal pretrattamento normalmente si procede all'applicazione del prodotto verniciante in polvere su una e/o entrambi le facce del nastro a secondo della richiesta.

Il nastro passa in seguito nel forno di polimerizzazione, quindi raffreddato e riavvolto sull'aspo avvolgitore.

Infine, sulla superficie del nastro può essere applicato un film plastico protettivo.

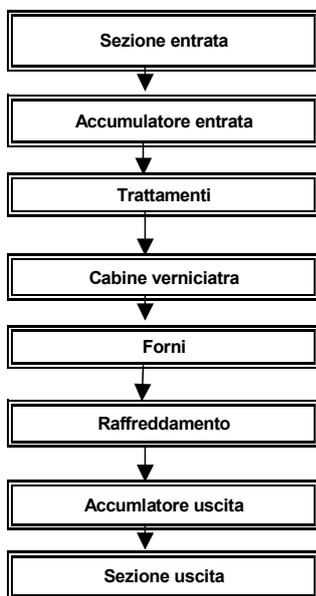


Linea di verniciatura con p.v. in polvere

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Aspo devolgitore | 14. Testa verniciante per applicazione primer |
| 2. Culla di carico | 15. Forno ad infrarossi cottura primer |
| 3. Pinch roll straightening device | 16. Rulli di deviazione |
| 4. Cesioie di entrata | 17. Primo dispositivo di centratura |
| 5. Puntatrice | 18. Doppia cabina per applicazione polvere |
| 6. Briglia di tiro | 19. Forno cottura polvere |
| 7. Accumulatore di entrata | 20. Raffreddamento ad aria |
| 8. Sgrassaggio | 21. Accumulatore di uscita |
| 9. Primo risciacquo | 22. Secondo dispositivo di centratura |
| 10. Pretrattamento | 23. Dispositivo per applicazioni film |
| 11. Secondo risciacquo | 24. Cesioie di uscita |
| 12. Passivazione | 25. Culla di scarico |
| 13. Asciugatura | 26. Aspo avvolgitore |

Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni

Acciaio / alluminio rivestito



Risorse			Emissioni					
EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	RI	RU	
5	0	0	0	0	0	2	2	9%
4	0	0	0	0	0	0	1	5%
5	4	5	5	1	0	3	3	27%
5	0	0	0	5	1	4	3	19%
5	5	0	0	5	1	0	3	20%
2	0	2	1	0	0	0	2	7%
4	0	0	0	0	0	0	1	5%
5	0	0	0	0	0	1	2	8%
36%	9%	7%	6%	11%	2%	10%	18%	

Legenda	Risorse	EE	energia elettrica
		ET	energia termica
		AQ	acqua
	Emissioni	AQ	effluenti idrici
		AR	emissioni in aria
		OD	odori
		RI	rifiuti
		RU	rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

Principali indicatori di consumi ed emissioni

UTILIZZO DI SOLVENTE (m^2 = superficie complessiva del nastro trattato)

- Solvente utilizzato	da 21 a 70	gr/m ²
- Solvente consumato ^(*)	da 18 a 65	gr/m ²

(*) Consumato = utilizzato – recuperato

La quantità di solvente utilizzato per lavare le macchine a verniciare è trascurabile rispetto al quantitativo contenuto nelle vernici utilizzate (circa 50% in peso) che viene bruciato nei post-combustori. Il recupero del solvente viene effettuato inviandolo a rigenerare presso aziende autorizzate che generalmente lo restituiscono dopo rigenerazione.

EMISSIONI IN ATMOSFERA (m^2 = superficie complessiva del nastro trattato)

- SOV (come C totale)	da 0,1 a 0,8	gr/m ²
-----------------------	--------------	-------------------

Le linee di verniciatura (coil-coating) sono dotate di un sistema di captazione e abbattimento con post-combustore e le emissioni atmosferiche sono monitorate in continuo da sistemi di analisi a ionizzazione di fiamma (FID) per la rilevazione del Carbonio Organico Totale (COT).

I parametri rilevati sono registrati in continuo e resi disponibili agli ENTI competenti. Per le emissioni diffuse vengono eseguiti controlli periodici tesi alla salvaguardia degli ambienti di lavoro.

ACQUE DI SCARICO

Le acque degli scarichi delle linee di verniciatura coil-coating confluiscono generalmente in impianti di trattamento centralizzati per tutto lo stabilimento. I dati disponibili delle analisi si riferiscono pertanto ad un coacervo di scarichi trattati prima di essere inviati allo scarico finale.

ENERGIA (m^2 = superficie complessiva del nastro trattato)

- Energia elettrica	da 0,00037 a 0,00132	GJ/m ²
- Energia termica	da 0,0018 a 0,0159	GJ/m ²

RIFIUTI (m² = superficie complessiva del nastro trattato)

CER	gr/m²	Codice
- Vernici esauste	3 - 10	080111
- Solventi esausti	2,7 - 5,5	70104
- Stracci sporchi di vernice, materiali assorbenti, etc	1 - 7	150202
- Fusti sporchi di vernice	1,3 - 2,7	150110

I “solventi esausti” ed i “fusti sporchi di vernice” vengono inviati al recupero e rappresentano il 78% dei rifiuti sopraelencati.

Produzione di abrasivi flessibili

Gli abrasivi flessibili sono costituiti da un supporto in tela, carta o fibra su cui viene applicato dell'abrasivo in grana mediante un doppio strato di adesivo.

Gli abrasivi flessibili sono prodotti di grande versatilità e consentono di risolvere innumerevoli problemi di smerigliatura in modo rapido ed economico nella massima sicurezza.

Gli abrasivi flessibili trovano largo impiego nella lavorazione di metallo, legno, cuoio, vetro, marmo, materie plastiche.

Supporti

Tessuti

Possono essere di cotone o poliestere, di armatura, peso e resistenza differenti. Prima dell'applicazione dell'abrasivo subiscono trattamenti diversi che favoriscono l'adesione del collante e conferiscono ai prodotti finiti caratteristiche specifiche (inestensibilità, flessibilità, impermeabilità).

Vengono identificati dalle sigle seguenti:

X	tessuto di cotone pesante
XF	tessuto di cotone pesante flessibile
J	tessuto di cotone flessibile
JF	tessuto di cotone molto flessibile
F	tessuto di cotone per uso manuale
W	tessuto di cotone pesante impermeabile
Y	tessuto di poliestere
H	tessuto di poliestere molto resistente

Carte

Vengono classificate secondo il peso.

A	70 g/m ²
B	90 g/m ²
C	120 g/m ²
D	150 g/m ²
E	240 g/m ²
F	280 g/m ²
G	400 g/m ²

I tipi più leggeri si usano per operazioni di finitura a mano, i tipi intermedi per carteggiatura su levigatrici portatili, i tipi più pesanti per sgrossatura e calibratura sotto forma di nastri e dischi.

Fibra vulcanizzata

Prodotto sintetico a base di cellulosa normalmente usato in spessore 0,8 mm.

Serve per la produzione di dischi di dimensioni standard per smerigliatrici portatili.

Adesivi

Resine sintetiche

Sono di tipo termoindurente e le più usate sono resistenti allo sviluppo di calore e all'umidità. Vengono utilizzate per prodotti destinati ad impieghi gravosi.

Colle naturali

Possono essere di origine animale o vegetale. A causa del punto di fusione relativamente basso non hanno molta resistenza al calore e all'umidità e sono quindi indicate per operazioni manuali.

Additivi

Alle resine possono essere aggiunti, secondo le esigenze, cariche attive, cariche inerti, pigmenti e plastificanti, che hanno la funzione di migliorare la qualità e la durata dei prodotti finiti.

Abrasivi

Vengono ormai impiegati solo abrasivi artificiali che garantiscono maggior costanza di qualità di quelli naturali. Sono disponibili in un'ampia serie di grane e micrograne, individuate da un numero che corrisponde al numero di maglie per pollice lineare del setaccio più fitto che ne permette il passaggio. In Europa viene usata la scala FEPA: in tal caso il numero di grana viene preceduto dalla lettera "P".

Corindone

È un ossido di alluminio. Ha caratteristiche di resistenza e tenacità che lo rendono adatto a molte lavorazioni. Viene prodotto in diverse varietà fra cui le più comuni sono i tipi rosso-bruno, semifriabile e bianco. I corindoni rosso-bruno e semifriabile sono impiegati prevalentemente per prodotti destinati alla lavorazione dei metalli. Il tipo bianco, più puro e più friabile del precedente, è utilizzato nelle carte per la lavorazione del legno.

Zirconio

Si tratta di un tipo di ossido di alluminio addizionato con ossido di zirconio. Dotato di eccezionale potere di asportazione ha la proprietà di autoravvivarsi e consente un taglio freddo anche in presenza di forti pressioni di lavoro.

Carburo di silicio

È il più duro e fragile degli abrasivi utilizzati. Viene usato vantaggiosamente su metalli non ferrosi, vetro, materie plastiche, superfici verniciate o smaltate.

Abrasivo ceramico

È sempre un ossido di alluminio, ma ottenuto per sinterizzazione (e non tramite elettrofusione come avviene per il corindone tradizionale). Ciò determina l'ottenimento di una struttura microcristallina che garantisce prestazioni eccezionali nella lavorazione di metalli o leghe di elevata durezza.

Fabbricazione

Gli abrasivi flessibili vengono normalmente prodotti in rotoli su impianti a ciclo continuo e successivamente convertiti in una grande quantità di forme e dimensioni.

L'applicazione dell'abrasivo avviene in campo elettrostatico: questo sistema fa orientare i granuli abrasivi con il loro asse maggiore perpendicolare al supporto e consente al tempo stesso di ottenere una cosparsione controllata ed uniforme.

La cosparsione può essere "chiusa" per quei prodotti da cui si vuole ottenere la massima azione abrasiva, oppure "spaziata" o "aperta" per i prodotti destinati alla lavorazione di materiali intasanti.

Le caratteristiche fisiche dei prodotti dipendono dalle proprietà delle materie prime impiegate, inoltre si ricorre spesso alla flessibilizzazione, vale a dire ad un processo meccanico di snervamento dei prodotti finiti per conferirgli una flessibilità più o meno accentuata secondo le esigenze.

Magazzinaggio

È importante che gli abrasivi flessibili vengano conservati a temperatura compresa fra 15-25°C e un'umidità relativa del 50-65%. Infatti cattive condizioni di magazzinaggio possono dar luogo ad alterazione dell'adesivo e del supporto, a deformazioni e a fragilità: ne consegue minor rendimento del prodotto unitamente a pericolo di rotture.

Utilizzo di solventi organici nella produzione di abrasivi flessibili

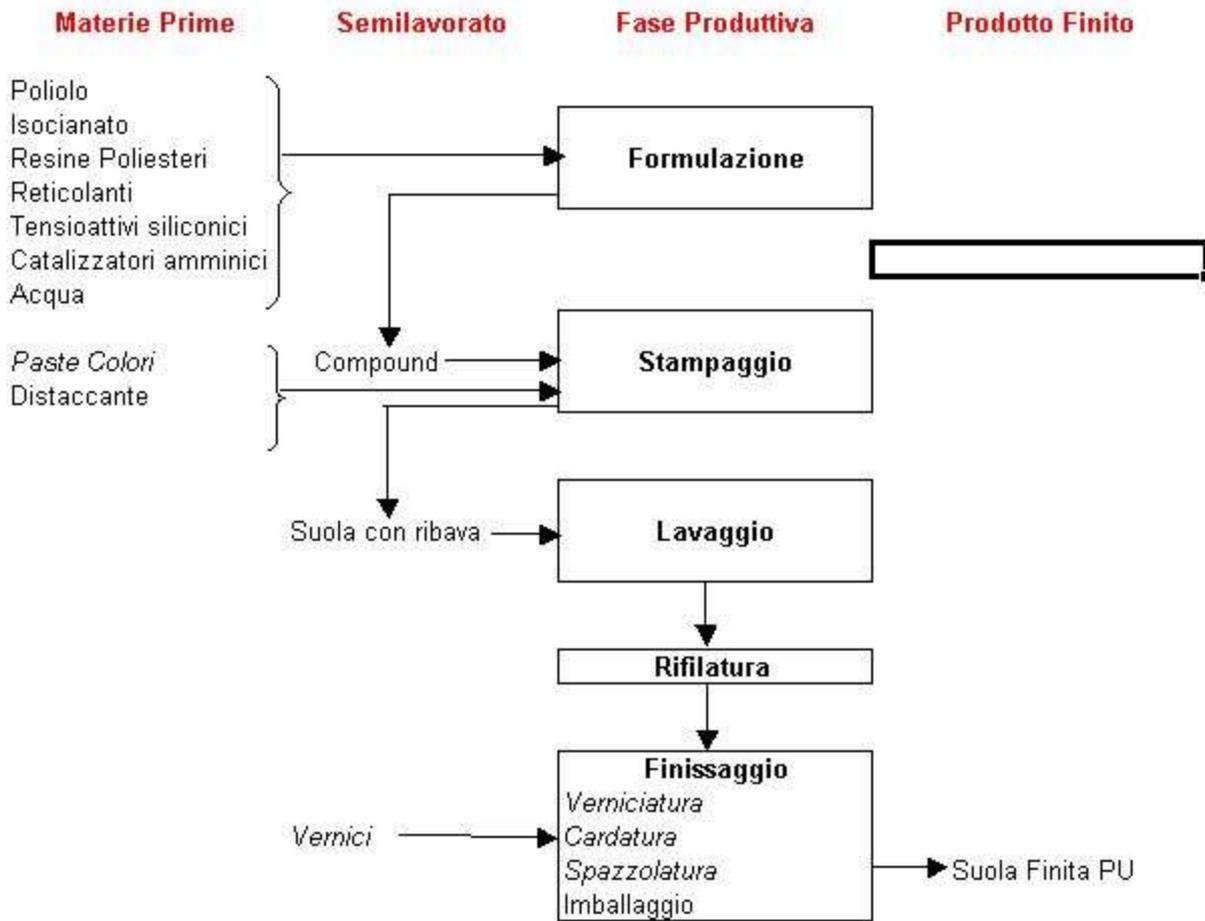
Le resine impiegate per la produzione di abrasivi flessibili possono essere diluite con acqua oppure con solventi organici. Più specificamente le resine fenoliche, di gran lunga le più utilizzate, vengono normalmente diluite con acqua, mentre altri tipi di resine come le epossidiche, talvolta usate per la fabbricazione di alcuni prodotti destinati alle lavorazioni a umido, utilizzano come solvente delle sostanze organiche.

Con particolare riferimento alle produzioni di abrasivi flessibili realizzate in Italia, si rileva che buona parte delle aziende fabbricanti non usa solventi organici, mentre si ritiene che altre aziende, che possono far uso di tali solventi, li impieghino soltanto per la produzione di una piccola parte delle rispettive gamme di articoli.

Da ciò, oltre che dalle non rilevanti dimensioni delle realtà industriali che producono abrasivi flessibili in Italia, si può affermare che nessuna azienda italiana del settore fa uso di solventi organici in quantità eccedenti i limiti di utilizzo indicati dalla direttiva IPPC. Per questo motivo nel seguito di questa Linea Guida la produzione di abrasivi flessibili non sarà ulteriormente trattata.

Diagramma di Flusso

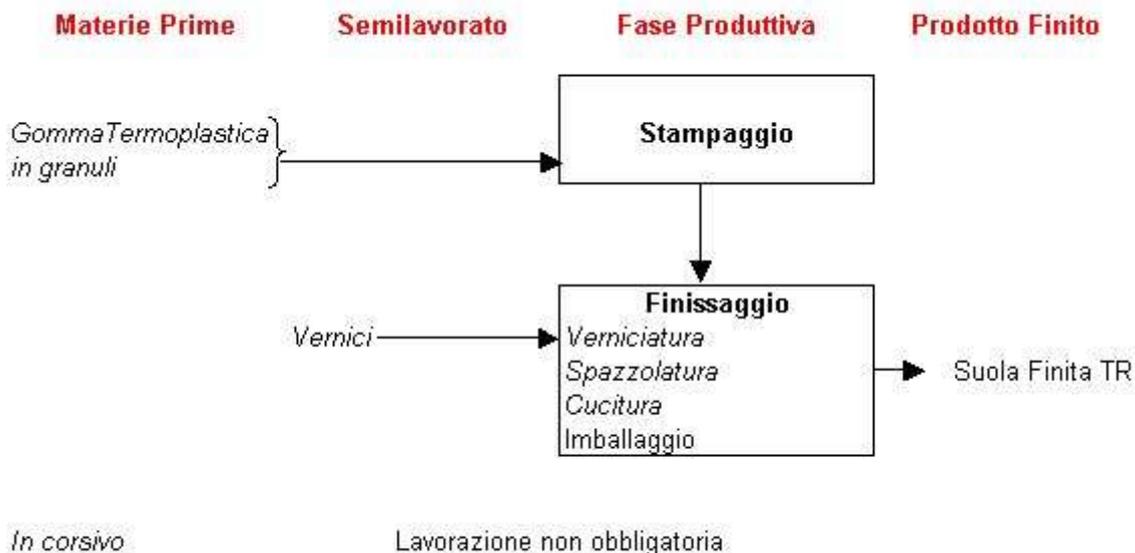
Produzione Suole PU



In corsivo

Lavorazione non obbligatoria

Diagramma di Flusso Produzione Suole TR



Di seguito è riportata una breve descrizione degli elementi e delle fasi più importanti delle lavorazioni rappresentate nei diagrammi di flusso.

Descrizioni delle principali lavorazioni

Preparazione gomma (formulazione)

Nel reparto adibito alla preparazione della gomma sono presenti mescolatori chiusi e aperti. Alla gomma sintetica o naturale ed alle materie prime di base vengono aggiunti gli acceleranti di vulcanizzazione, le cariche rinforzanti (silice), i coloranti a base organica e inorganica, lo zolfo, gli attivatori, i plastificanti e, se necessari, i riempitivi. Tutti i componenti opportunamente dosati vengono inizialmente impastati in un mescolatore chiuso. La prima miscela così ottenuta passa quindi nel mescolatore aperto per essere omogeneizzata; questo secondo mescolatore è raffreddato per non far surriscaldare la gomma. Il prodotto ottenuto dalla doppia mescolatura è un rotolo di gomma che viene tagliato tramite macchine preformatrici in piccoli pezzi, detti preformati, di peso e forma diversi in base al modello della suola. Prima di essere posti in apposite casse, i preformati vengono fatti passare in acqua corrente per essere raffreddati, in modo da evitare che inizi il processo di vulcanizzazione della gomma e che i preformati aderiscano tra loro.

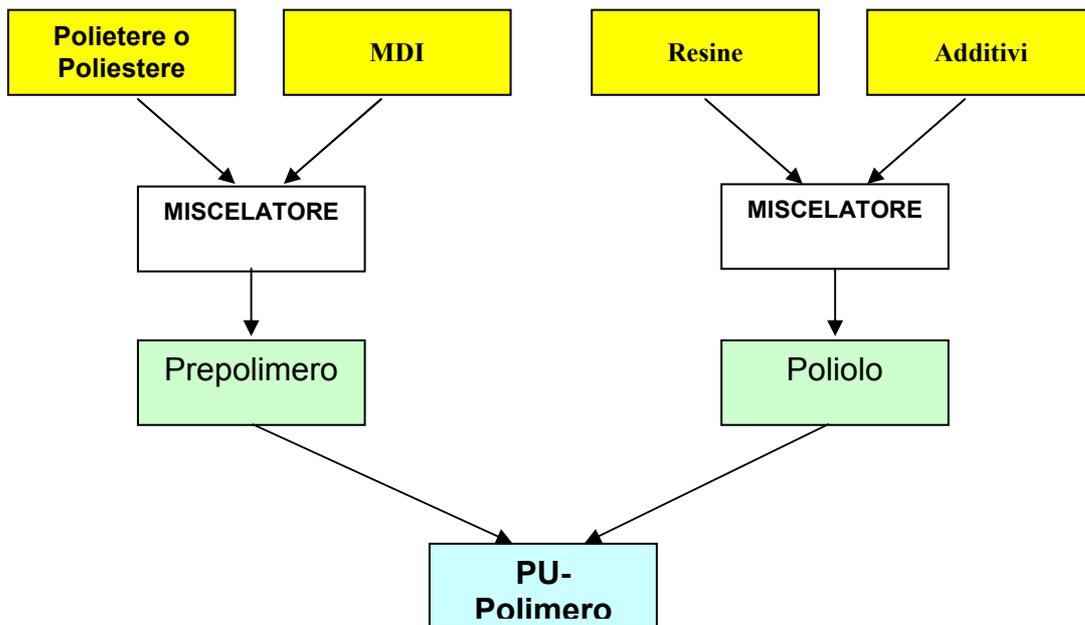
Stampaggio gomma

Nel reparto stampaggio gomma sono presenti presse a due piani, ciascuno dei quali può supportare stampi. In queste macchine avviene la compressione del preformato in gomma (stampaggio a compressione). In ogni stampo posto sul piano della pressa idraulica viene sistemato il preformato, che diventa suola attraverso il processo di stampaggio. Quando la pressa si chiude, la gomma si modella in base allo stampo; alla compressione del preformato segue la vulcanizzazione che avviene per l'azione combinata del calore e del tempo, che varia a seconda del modello di suola. Dopo lo

stampaggio la pressa si riapre e le soles vengono estratte. Saltuariamente lo stampo viene spruzzato con del distaccante a base acquosa per favorire il distacco della suola.

Formulazione PU

Nel Reparto Formulazione, le materie prime (MDI, glicole, resine, additivi) generalmente stoccate in silos o in fusti vengono opportunamente dosate all'interno di due distinti serbatoi di miscelazione dedicati rispettivamente alla produzione di prepolimero e poliolo (principali costituenti del poliuretano).



Il poliolo e il prepolimero ottenuti possono essere stoccati in fusti per il successivo utilizzo oppure essere inviati alle cisterne di stoccaggio intermedio da dove vengono prelevati per giungere in automatico ai serbatoi delle macchine di stampaggio.

Stampaggio PU

Nelle macchine di stampaggio, chiamate giostre per il circuito a rotazione, poliolo e prepolimero dosati in quantità opportune, colano negli stampi attraverso teste di miscelazione alle quali sono collegate i condotti che predispongono eventualmente il colore. La miscela polimerizza nello stampo divenendo suola.

Prima di ogni colata gli stampi vengono trattati con un distaccante siliconico nebulizzato sotto una cappa di aspirazione. Questo permette la fuoriuscita della suola che altrimenti aderirebbe allo stampo.

Stampaggio TR

Lo stampaggio delle soles in gomma termoplastica avviene ad iniezione con l'utilizzo di macchine (possono essere a stazioni fisse od anche giostre rotative) dove vengono fissati stampi dei vari tipi di soles da produrre; attraverso la spinta di una vite senza

fine, mantenuta per mezzo di resistenze elettriche alla temperatura di circa 150/160°, la materia prima, (rappresentata da granulo termoplastico acquistato già preparato per lo stampaggio) posizionata in un contenitore posto a corredo della macchina stessa, viene iniettata nello stampo dove avviene la plastificazione e il materiale assume la forma della figura riprodotta nello stampo.

Lavaggio (suole in PU)

Nella fase di lavaggio il distaccante silconico che rimane sulla superficie della suola viene eliminato in modo da rendere possibile la successiva adesione della vernice.

Il lavaggio avviene tramite macchine a circuito chiuso che possono utilizzare solventi alogenati, idrocarburi o acqua.

Lavorazioni di Finissaggio

Rifilatura (solo per le suole in gomma e poliuretano) - La rifilatura è generalmente la prima delle lavorazioni di finissaggio. Viene effettuata tramite macchine rifilatrici a colonna e serve ad eliminare il materiale in eccesso sulla suola (Gomma o Poliuretano) rimanente dopo l'operazione di stampaggio.

Verniciatura (comune a tutti e 3 i tipi di suole) - Questa fase di finissaggio si può differenziare in due tipologie principali: la verniciatura a immersione e la verniciatura a spruzzo.

La verniciatura a immersione rappresenta la finitura più semplice ed economica e consiste nell'immergere un gruppo di suole, agganciate singolarmente con degli spilli ad un trespole, in una vasca contenente vernice. Le suole vengono tenute in immersione per un tempo predefinito e poi estratte lentamente con avanzamento della catena dei trespole fino ad un tunnel di asciugatura per termoventilazione. Tutta la macchina è chiusa e soggetta ad aspirazione.

La verniciatura a spruzzo avviene con due modalità differenti: manuale o automatica.

Quella manuale è operativamente più semplice ma anche più costosa, e può avvenire a spruzzo libero o con mascherina (bicolore). Quella automatica avviene a mezzo di macchine in linea.

La verniciatura bicolore è realizzata con macchine rotative a due posti dove la suola viene agganciata e spruzzata a mano. Le cabine sono dotate di veli di acqua e di aspirazione localizzata.

La verniciatura totale o libera avviene su una macchina in linea che realizza la verniciatura economicamente più vantaggiosa. Questa macchina utilizza una catena con dei ganci, su ciascuno dei quali viene posta una suola. Le suole passano all'interno di cabine nelle quali sono poste delle fotocellule che ne rilevano presenza e lunghezza e permettono a delle pistole fisse di nebulizzare la vernice. Le cabine sono munite di velo di acqua e tutta l'operazione avviene sotto impianto di aspirazione.

Spazzolatura - E' l'operazione di asportazione di una tipologia particolare di vernice (detta appunto asportabile) attraverso una spazzola di tela che ruota di 700 giri al minuto. La spazzolatura avviene sotto cappe aspiranti.

Cardatura - Con questa lavorazione si effettua l'abrasione della suola attraverso un utensile (fresa) che ha diversi intagli e che per effetto della velocità di rotazione elevata

scava la parte superiore della suola di circa un millimetro. Lo scopo di questa operazione è quello di eliminare la parte esterna della suola che generalmente è soggetta ad invecchiamento e che potrebbe inficiare la fase di incollaggio.

Altre lavorazioni collegate al ciclo produttivo

Sverniciatura suole

L'attività di sverniciatura si rende necessaria nei casi in cui il prodotto lavorato non risulta rispondente agli standard richiesti; tale attività viene effettuata saltuariamente secondo le necessità. L'attività viene svolta immergendo le suole nel solvente contenuto in una piccola vasca e sottoponendole quindi ad un'azione di sfregamento.

Pulizia degli stampi: Sabbiatura e Lavaggio

La sabbiatura è il processo attraverso il quale gli stampi vengono puliti da eventuali residui di gomma o poliuretano che rimangono sulla superficie dopo l'estrazione della suola, pregiudicando la qualità delle suole successive. La sabbiatura non avviene sistematicamente ma saltuariamente a seconda delle necessità.

Gli stampi per le suole in gomma vengono puliti con una macchina sabbiatrice. Come abrasivi possono essere utilizzate diverse sostanze come ad esempio silice o bicarbonato di sodio. In questo caso il bicarbonato usato nella macchina può essere riutilizzato come tampone di acidità nella distillazione per il recupero di solvente.

Gli stampi per le suole in Poliuretano possono essere lavati con solvente oppure sabbiati con varie sostanze come polvere di legno o bicarbonato di sodio.

Le operazioni di sabbiatura avvengono all'interno di macchine chiuse sotto aspirazione.

Formulazione vernici

Nel reparto formulazione vernici vengono preparati i semilavorati utilizzati nelle fasi di finissaggio. Le materie prime stoccate in cisterne o in fusti vengono pesate e miscelate in quantità opportune quindi omogeneizzate tramite trapani agitatori. L'attività di miscelazione è discontinua nel corso della giornata. Le vernici pronte possono essere stoccate in fusti o in cisterne prima di essere avviati alle macchine di verniciatura.



Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni

Produzione soles in poliuretano

		Risorse			Emissioni					
		EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri	Ru	
1	Formulazione vernici	1	1	1	0	1	1	3	0	12%
2	Formulazione e Stampaggio soles	4	3	1	0	2	1	3	1	23%
3	Lavaggio soles	3	3	3	1	1	0	3	0	22%
4	Rifilatura	1	0	0	0	0	0	2	2	8%
5	Verniciatura	2	3	3	0	4	2	3	2	29%
6	Finissaggio	1	0	0	0	1	0	1	0	5%
7	Imballo	1	0	0	0	0	0	1	0	3%
		20%	15%	12%	2%	14%	5%	25%	8%	

Produzione soles in gomma

		Risorse			Emissioni					
		EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri	Ru	
1	Formulazione vernici	1	1	1	0	1	1	3	0	12%
2	Formulazione e Stampaggio soles	4	4	2	1	2	1	3	1	28%
3	Rifilatura	1	0	0	0	0	0	2	2	8%
4	Verniciatura	2	3	3	0	4	2	3	2	29%
5	Finissaggio	1	0	0	0	1	0	1	0	5%
6	Imballo	1	0	0	0	0	0	1	0	3%
		15%	12%	9%	2%	12%	6%	20%	8%	

Produzione soles in termoplastico

		Risorse			Emissioni					
		EE	ET	AQ	AQ	AR	OD	Ri	Ru	
1	Formulazione vernici	1	1	1	0	1	1	3	0	12%
2	Stampaggio soles	3	0	1	0	1	1	3	1	15%
3	Verniciatura	2	3	3	0	4	2	3	2	29%
4	Finissaggio	1	0	0	0	1	0	1	0	5%
5	Imballo	1	0	0	0	0	0	1	0	3%
		12%	6%	8%	0%	11%	6%	17%	5%	

Legenda	Risorse	EE	energia elettrica
		ET	energia termica
		AQ	acqua
	Emissioni	AQ	effluenti idrici
		AR	emissioni in aria
		OD	odori
		Ri	rifiuti
		RU	rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 = impatto significativo
- 5 = impatto forte

Principali indicatori di consumi ed emissioni

EMISSIONI IN ATMOSFERA

Ai fini della stesura del presente documento si fa presente che nella produzione di fondi per calzature le principali emissioni in atmosfera provengono dall'uso di SOV nelle fasi di lavaggio e verniciatura.

Indicatore: solvente emesso* per paio soles prodotto	≤ 25 g/paio
Fonte: (dati bibliografici)	
<i>*Solvente emesso= SOV (g) nei prodotti per lavaggio o verniciatura consumati – SOV (g) contenuti nei rifiuti smaltiti</i>	
Indicatore = $[\sum_i(LV_i(g) \times \%SOV_i) - \sum_j(R_j(g) \times \%SOV_j)] / \text{num. paia soles prodotte}$	
Dati di input:	
LV _i = peso (g) iesimo prodotto per lavaggio o verniciatura	
SOV _i = % SOV nell' iesimo prodotto per lavaggio o verniciatura	
Dati di output:	
R _j = peso (g) jesimo rifiuto di lavaggio o verniciatura	
SOV _j = % SOV nel jesimo rifiuto da lavaggio o verniciatura	

Per il calcolo dell'indicatore: i dati di input si ricavano dai consumi dei prodotti di lavaggio e verniciatura rilevabili dai dati di magazzino tenendo conto delle rimanenze iniziali e finali e degli acquisti mentre per i dati di output occorre fare riferimento alle quantità di rifiuti prodotti (ricavabili dai registri di carico e scarico) ed alle analisi.

EMISSIONI NELLE ACQUE

Ai fini della stesura del presente documento si fa presente che lo scarico idrico delle acque di processo è nullo o minimo.

ENERGIA: (Gj/paio di soles prodotto)

Energia consumata riferita all'intero impianto produttivo		
Fonte: (dati operativi)		
Energia elettrica	GJ/paio	0.0022
Energia termica	GJ/paio	0.0027

RIFIUTI: (grammi di rifiuto prodotto/paio di soles prodotto)

Rifiuti provenienti da operazione di lavaggio e verniciatura

Fonte: dati operativi

Descrizione	gr/paio	Codice CER
rifiuti contenente silicone	0.50	070217
soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri	9.00	070601*
pitture e vernici di scarto	1.45	080112
fanghi prodotti da pitture e vernici	6.00	080114
fanghi prodotti dalla rimozione di pitture e vernici	0.50	080117*
sospensioni acquose contenenti pitture e vernici	0.50	080119*
sospensioni acquose contenenti pitture e vernici	0.40	080120
solventi e diluenti esausti (alogenati e non alogenati)	4.00	140602*/140603*
fanghi e rifiuti solidi (alogenati e non alogenati)	1.10	140604*/140605*
imballaggi metallici	5.50	150104
imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose	0.10	150110*
assorbenti e materiali filtranti, contaminati da sostanze pericolose	0.80	150202*
assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	0.10	150203

quantità rifiuti recuperati (codice R del formulario)/totale rifiuti prodotti : 80%

Le principali tipologie di rifiuti da imballaggio avviati al recupero sono così costituite.

- Carta/cartone
- Metalli
- Plastica
- Legno

Verniciatura velivoli

Premessa

In questa sezione sono riportati i dati inerenti ai processi di verniciatura relativi al comparto aeronautico sulla base di informazioni acquisite dalle società del gruppo Finmeccanica operanti nel settore (Alenia Aeronautica, Alenia Aermacchi e Alenia Aeronavali).

La produzione si articola nella costruzione e revisione/trasformazione di velivoli (o segmenti di questi) sia militari che civili, con tecnologie di applicazione vernici del tutto assimilabili.

Sia nel caso di partecipazione a programmi militari che per quanto attiene il mercato dell'aviazione civile, il processo di verniciatura è vincolato a severi requisiti di progetto soggetti a certificazione di tipo da parte di enti competenti (RAI/ENAC; ARMAEREO) esprimibili in ore di resistenza ad esposizione di nebbie saline o, in altri termini, ad anni di attività, intervalli di revisione, sicurezza aeronautica ecc.

Ciò determina inequivocabilmente la scelta di prodotti preventivamente progettati, testati ed autorizzati dai consorzi o committenti cui fa capo un programma o una subfornitura.

La sostituzione di questi prodotti, che, anche in questo settore si sta rivolgendo a sostanze con minore impatto ambientale, è obbligatoriamente subordinata alla rispondenza a severe caratteristiche prestazionali e di sicurezza condivise o prescritte a livello internazionale.

Tecniche e processi per l'applicazione di vernici

Le tecniche ed i processi relativi al comparto aeronautico sono sintetizzabili nelle seguenti fasi:

- costruzione del velivolo (o segmenti di esso)
- revisione/trasformazione del velivolo (manutenzione).

Le descrizioni (e gli indicatori d'impatto nel seguito) sono principalmente in relazione alle fasi che prevedono un significativo utilizzo di solvente nel trattamento delle superfici.

Tali attività sono individuate nelle seguenti voci:

- verniciatura di velivoli o segmenti di velivolo
- sverniciatura di velivolo o segmenti di velivolo
- pretrattamento di sgrossatura per rimozione del pelante.

Queste possono essere realizzate sia in fase di costruzione che in fase di revisione/trasformazione (manutenzione) dei velivoli.

Le tecniche e i processi adottati nonché i prodotti utilizzati dipendono dal materiale su cui sono applicati che, nel caso del prodotto aeronautico (sia esso militare che civile), è costituito essenzialmente in:

- lamiera in lega leggera (leghe di alluminio);
- pannelli in materiale composito (fibra di carbonio o fibra di vetro).

Le parti in lega leggera sono maggiormente esposte all'azione di agenti corrosivi, pertanto i prodotti utilizzati e le conseguenti tecniche di applicazione devono tener conto di tale aspetto fondamentale.

Per i compositi è invece necessario prevenire il deterioramento provocato dall'esposizione ai raggi UV, all'ozono, nonché dell'indebolimento strutturale che stress meccanici possono causare.

Per tali ragioni, laddove è opportuno il documento tratta separatamente attività connesse alla verniciatura di materiali compositi e leghe leggere.

Costruzione velivoli

La realizzazione di un velivolo viene condotta attraverso i dettami di specifica caratteristici di ciascun programma (o subfornitura), la verniciatura delle parti o del velivolo è soggetta a severi requisiti di progettuali, formulati in anni di vita del prodotto o ore di esposizione a nebbie saline.

Il comparto aeronautico nazionale prevede sia la costruzione di velivoli completi in consegna al cliente finale che di segmenti o parti di velivolo commissionati da aziende aeronautiche estere.

Nell'ambito dei processi di verniciatura la suddivisione di cui al precedente paragrafo implica generalmente la verniciatura completa del velivolo mentre il processo può essere anche solo parziale (o nullo) nel caso di segmenti o delle parti di esso.

Il diagramma di flusso di tabella 1 riassume le fasi principali per la costruzione del velivolo.

Verniciatura di componenti e parti interne

Componenti e parti interne possono essere verniciati prima dell'assemblaggio del velivolo.

I componenti di un velivolo sono costituiti da piccoli pezzi quali tubi, elementi di struttura secondari, a parti più articolate come i "minor components" (sportelli, flaperon etc) o strutture aperte sino ai major components (semiala, tronco di fusoliera, deriva).

Su queste viene applicato un primer e, ove progettualmente previsto anche una vernice di finitura; in quest'ultimo caso il tempo che intercorre tra la stesura del primer e la finitura è compreso in un intervallo rigoroso per la buona riuscita dell'intero processo.

Le caratteristiche chimiche dei prodotti applicati su parti interne, componenti o segmenti (descritte nel seguito) sono le medesime di quelli utilizzati per la verniciatura esterna del velivolo; sia esso militare o civile.

I prodotti si distinguono a base di cromati o senza cromati a seconda che vadano ad essere applicati, rispettivamente, su parti in lega leggera o superfici in composito.

L'attività è condotta, generalmente, in cabine di verniciatura per piccoli pezzi, l'operazione può essere sia manuale che automatizzata, la tecnica utilizzata è con sistema tradizionale o elettrostatico.

L'applicazione e l'asciugatura dei prodotti vernicianti avviene in condizioni ambientali controllate definite dalle specifiche di processo.

Verniciatura di superfici esterne

Il ciclo di verniciatura della superficie esterna del velivolo prevede l'applicazione di un primer e una vernice di finitura: il numero di applicazioni di ciascuno dipendono dalle specifiche progettuali.

Nel caso di parti in alluminio ad elevato rischio di corrosione l'ossidazione anodica cui è stato sottoposto il materiale può comportare una scarsa adesione del prodotto verniciante, in questi casi si applica un wash-primer (con funzione essenzialmente di aggrappante) prima di procedere con i consueti cicli di verniciatura.

I prodotti sono essenzialmente a base di cromo per le parti del velivolo in lega leggera o in caso di accoppiamenti (lega leggera-composito), mentre possono essere privi di cromo nel caso di superfici in composito.

L'applicazione dei prodotti avviene in cabine di verniciatura in grado di ospitare il velivolo, l'operazione è manuale, la tecnica utilizzata è con sistema tradizionale o elettrostatico, a seconda sia della tipologia di superficie da verniciare che del prodotto verniciante.

L'applicazione e l'asciugatura dei prodotti vernicianti avviene in condizioni ambientali controllate e definite da specifiche di processo.

Pretrattamenti

Prima di procedere con l'applicazione dei prodotti vernicianti è necessario effettuare la rimozione dalla superficie del velivolo di polveri, oli, grassi ecc.

Questa dipende dallo stato in cui si presenta la superficie del velivolo; può variare considerevolmente in funzione sia del materiale che, nel caso delle leghe leggere dei processi di trattamento superficiale cui è stata sottoposta.

Prima di essere sgrassata, la superficie è lavata con detergente per eliminare le impurità, eventuali zone che non devono essere bagnate dal solvente vengono adeguatamente mascherate.

Infine, si procede con l'operazione di pulizia tramite l'impiego di solvente organico (metiletilchetone). Il consumo medio può variare ampiamente in funzione del livello d'impurità presenti sulla superficie.

In alcuni cicli produttivi è necessario provvedere alla rimozione di film precedentemente applicati, a scopo protettivo, sulla superficie esterna del velivolo (comunemente denominati "pelanti").

Anche in questo caso la rimozione avviene tramite l'impiego di solvente organico (metiletilchetone).

Revisione velivoli

In fase di revisione o manutenzione del velivolo può essere prevista la rimozione della vernice di finitura.

La rimozione può avvenire o per asportazione chimica con l'utilizzo di prodotti svernicianti appositamente studiati ma solo su parti in alluminio oppure fisica tramite un'operazione definita di carteggiatura anche detta di seppiatura.

La rimozione per asportazione chimica avviene per mezzo di sverniciatori tissotropici mediante l'applicazione di uno strato uniforme sulla superficie da sverniciare. Dopo un tempo di reazione adeguato si procede all'asportazione dello sverniciatore non reagito e della vernice distaccata per poi terminare l'operazione con detergente e/o solvente. Si fa quindi seguire un risciacquo.

Raramente si effettua una sverniciatura totale del velivolo, in quanto, generalmente lungo il ciclo di vita, in fase di revisione, è necessario sverniciare solo parti limitate di superficie che, di norma, prevedono un'ispezione.

Conclusa la revisione prevista, si procede con una fase di pulizia e di riverniciatura della parte del tutto analoghe a quelle descritte nei precedenti paragrafi.

Le attività descritte sono riportate nel diagramma di flusso di tabella 2 alle fasi di sverniciatura eventuale e successiva verniciatura.

Caratteristiche dei prodotti

Wash-primer

Il wash primer è una resina a base polivinilbutirrale contenente cromati a base solvente la cui composizione presenta generalmente le seguenti caratteristiche:

- contenuto in solvente circa 65-75%;
- contenuto di cromati intorno al 5%.

Lo spessore dell'applicazione varia dal 7- 9 μm .

Primer

Il primer è prodotto verniciante a base di resina epossidica o poliuretana; si presenta in due componenti: base e catalizzatore.

in termini di contenuto di cromati può presentarsi:

- cromati di zinco o di stronzio in percentuale 10-20%
- senza cromati

in termini di contenuto di solventi:

- il prodotto convenzionale presenta un 65-75% c.ca di solventi
- il prodotto denominato alto solido la concentrazione scende a c.ca 45-55%.

Lo strato varia tra i 15-30 μm in funzione delle specifiche di processo.

Finitura

La vernice di finitura è una resina epossidica o poliuretana, le cui caratteristiche in termini di concentrazione di cromati e solventi sono del tutto confrontabili a quelle del primer .

Lo strato applicato può arrivare sino ad 80-100 µm funzione sempre di requisiti progettuali.

Sverniciatori

I prodotti svernicianti sono prodotti alcalini addensati, attivati con ritardanti di evaporazione e tensioattivi anionici. Il contenuto di solvente è dell'ordine del 70%.

Prodotti pretrattanti

Prodotti utilizzati per la pulizia superficiale ed eventuale rimozione di film protettivi sono solventi organici (metioletilchetone).

Consumo materie prime

Per determinare il consumo dei materiali impiegati nei processi di verniciatura si è provveduto alla raccolta di informazioni storiche sulle attività e i consumi di materie prime e al coinvolgimento degli enti tecnici per l'espletamento di prove mirate alla determinazione di dati di dettaglio.

La raccolta delle informazioni inerenti il consumo di materie prime è stata parametrizzata alla superficie dei velivoli (o segmenti) oggetto di indagine, ed espressa come intervallo di valori al fine di conferire un ampio margine di rappresentatività (vista la molteplicità di prodotti e processi coinvolti).

Prodotti vernicianti

I dati raccolti ed elaborati per calcolare le emissioni di solvente durante la fase applicazione prodotti vernicianti sono riferiti ad una superficie di velivolo di 600 m², superficie attualmente maggiore che possa essere interessata da tale trattamento.

Nella tabella seguente sono riportati i consumi di materie prime, il solvente in esse contenuto parametrizzato rispetto all'unità di superficie consumato è pari a 320-400 g/m².

ATTIVITA' DI VERNICIATURA (PRODOTTI TRADIZIONALI)						
<i>Prodotto</i>	<i>Superficie velivolo</i>	<i>Quantitativo di prodotto</i>	<i>Quantitativo di solvente</i>	<i>Durata dell'attività</i>	<i>Consumo di prodotto per unità di superficie</i>	<i>Consumo di solvente per unità di superficie</i>
	<i>[m²]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[h]</i>	<i>[g/m²]</i>	<i>[g/m²]</i>
Primer	600	55-75	40-55	14	90 - 125	70 - 90
Finitura	600	200 - 250	150 -180	14	340 - 410	250 - 300
Totale	600	250 - 325	190-250	29	420-535	320- 390

Prodotti per trattamenti

Sgrassatura o pulizia superficiale

La superficie del velivolo prima di essere verniciata a volte richiede una fase preliminare di pulizia o sgrassatura. La quantità di solvente usata per questa attività è stata parametrizzata sull'unità di superficie trattata ed è pari a 70-80 g/m². I dati riportati nella tabella seguente si riferiscono alla condizione più gravosa di operatività.

ATTIVITA' DI SGRASSATURA				
<i>Superficie velivolo trattata</i>	<i>Quantitativo di prodotto</i>	<i>Quantitativo di solvente</i>	<i>Durata dell'attività</i>	<i>Consumo di solvente per unità di superficie</i>
<i>[m²]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[h]</i>	<i>[g/m²]</i>
600	40-50	40-50	6-8	70-80

Sverniciatura

L'attività in oggetto è effettuata di norma sull'intero velivolo o parte di esso. Al fine di parametrizzare i consumi di sovente alla superficie trattata è stato considerata l'attività di sverniciatura di una un velivolo, condizione più gravosa in cui è svolta la tecnica di trattamento superficiale. Il valore ottenuto è pari a 960 g/m² di solvente.

ATTIVITA' DI SVERNICIATURA (PRODOTTI TRADIZIONALI)						
<i>Prodotto</i>	<i>Superficie ala</i>	<i>Quantitativo di prodotto</i>	<i>Quantitativo di solvente</i>	<i>Durata dell'attività</i>	<i>Consumo di prodotto per unità</i>	<i>Consumo di solvente per unità di superficie</i>
	<i>[m²]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[h]</i>	<i>[g/m²]</i>	<i>[g/m²]</i>
Sverniciatore	2496	4000	2400	8	1600	960

Rimozione del pelante

Il pretrattamento di rimozione di vernice protettiva è effettuato saltuariamente (con frequenza settimanale nell'ipotesi più gravosa), nella sua specificità tale fase può essere presa a riferimento come tra i più impattanti per l'ingente quantitativo di solvente di cui necessità.

Il quantitativo di solvente usato è funzione dello spessore dello strato di vernice protettiva da rimuovere e della modalità con cui si effettua la sverniciatura.

Per una superficie di circa 20 m² è impiegata una quantità di prodotto pari a 45-60 kg di solvente in un tempo di applicazione stimato pari a 6-8 ore.

Il consumo rapportato all'unità di superficie trattata è pari a 2,25-3 kg/m².

PRETRATTAMENTO RIMOZIONE PELANTE				
<i>Superficie velivolo trattata</i>	<i>Quantitativo di prodotto</i>	<i>Quantitativo di solvente</i>	<i>Durata dell'attività</i>	<i>Consumo di solvente per unità di superficie</i>
<i>[m²]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[h]</i>	<i>[kg/m²]</i>
20	45-60	45-60	6-8	2,25-3

Consumo energetico

I consumi di metano sono connessi al riscaldamento delle aree di verniciatura, eventuali fasi di essiccazione per convezione e di al funzionamento dei sistemi di abbattimento.

Per quanto attiene l'energia elettrica che oltre ad essere impiegata per l'illuminazione delle aree di lavoro e per il funzionamento degli impianti per l'applicazioni di vernice o altro solvente è anche indispensabile per il funzionamento degli impianti di estrazione ed immissione di aria e degli eventuali sistemi di abbattimento a valle.

I dati di consumo di metano sono di 10-25 m³ di metano c.ca per unità di superficie trattata con solvente, mentre l'energia elettrica impiegata è pari a 70-140 kWh per m² c.ca di superficie trattata.

Risorse idriche

Gli impianti di abbattimento di verniciatura possono essere a secco o a umido, nel caso vi sia il velo ad acqua per :

- l'abbattimento polveri in fase di verniciatura (velo ad acqua);
- la raccolta di solvente e morchie di verniciatura;

anche la risorsa idrica va ad incidere nel bilancio ambientale per lo svolgimento di attività per il trattamento di superfici con solventi. In particolare si può stimare un consumo di acqua pari a 0,1-0,7 m³ per unità di superficie trattata.

Principali indicatori di consumi ed emissioni

Emissioni in atmosfera

Il principale ricettore dell'impatto ambientale inerente le attività di verniciatura è costituito dall'atmosfera.

I composti organici volatili globalmente emessi nelle diverse fasi produttive sopra indicate oscillano in funzione della tipologia di prodotto applicato e della tecnica utilizzata.

I dati oggetto di verifica sono espressi da intervalli di consumo di solvente per unità di superficie trattata.

Le emissioni in atmosfera di solvente sono ridotte dal sistema di abbattimento la cui capacità di assorbimento in peso è c.ca pari al 20%.

Acque reflue

Solo gli impianti con sistemi di abbattimento ad umido prevedono la produzione di acque reflue da trattare in un impianto di abbattimento chimico-fisico (visto la tipologia di inquinanti e concentrazioni in gioco).

Il quantitativo di acque reflue è pari 0,1-0,7 m³ per m² di superficie trattata.

Rifiuti

Le attività di verniciatura e sgrassatura di velivoli prevedono la produzione di rifiuti pericolosi e non pericolosi. In tabella sono riportati alcuni dei rifiuti prodotti per lo sviluppo dell'attività e quelli dei sistemi di abbattimento degli inquinanti.

Il quantitativo di rifiuti pericolosi per il trattamento di un metro quadro di superficie è stimato in un intervallo di 0,7-2 kg.

RIFIUTI DERIVATI DALL'ATTIVITA' DI VERICIATURA / SGRASSATURA	
RIFIUTI	CODICE C.E.R.
RIFIUTI PERICOLOSI	
Vernici e catalizzatori	080111
Morchie di verniciatura	080121
Adesivi e sigillanti	080409
Miscele di solventi	140603
Imballaggi sporchi di solvente	150110
Materiale filtrante (guanti, tute e stracci sporchi di solvente)	150202
Fanghi dell'impianto di trattamento acque reflue provenienti da impianto ad umido	060503
Carboni attivi di sistema di abbattimento a secco	061302
Bentonite indurita	060314
Fanghi acquosi contenenti pitture e vernici	080115

Destinazione finale dei rifiuti in tabella è lo smaltimento.

Cantieristica navale

Descrizione delle principali lavorazioni

L'organizzazione produttiva prevede che le attività necessarie alla costruzione di navi siano sviluppate nell'ambito di Macro Aree definite Centri Produttivi a loro volta suddivise in Officine, dedicate, in relazione all'impiantistica presente ed alla professionalità degli addetti, alla realizzazione di specifiche fasi del processo produttivo

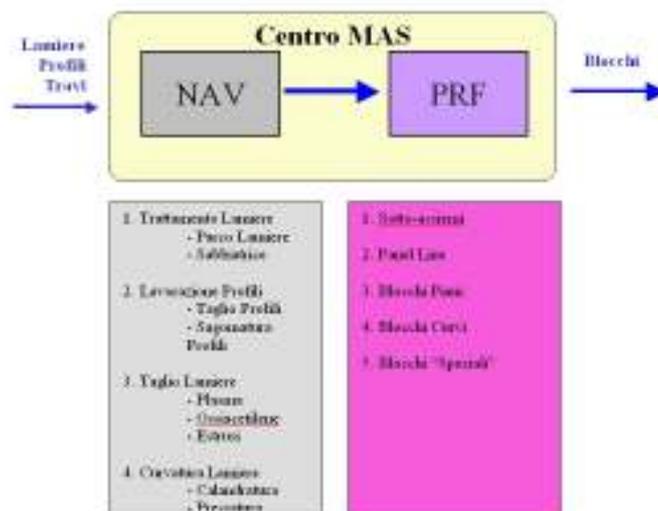
Centro Manufatti Scafo

Le attività svolte nel centro Manufatti Scafo (Centro MAS) sono organizzate su due officine, Navale (NAV) e Prefabbricazione (PRF).

I materiali provenienti dall'esterno vengono provvisoriamente stoccati nel parco lamiera e profilati in funzione della tipologia e della diversa destinazione d'uso dei materiali stessi.

Nell'Officina Navale avvengono le trasformazioni delle materie prime acquistate (lamiera, travi e profili). Dopo un primo trattamento superficiale le lamiera e profilati, vengono avviati alle operazioni di taglio o foratura in base agli schemi taglio definiti, tramite delle macchine di taglio e sistemi di movimentazione a rullo automatizzati ed integrati (plasma ed ossiacetilenico) e sagomatura (pressatura e calandratura a freddo).

In Prefabbricazione, avvengono le trasformazioni necessarie ad ottenere delle strutture saldate definite "blocchi"; più in particolare, sui componenti elementari già lavorati in Officina Navale vengono effettuate le attività di carpenteria necessarie al loro accoppiamento quali saldatura tramite macchinari ad elevata automazione (Panel Line) o manualmente all'interno dell'Area Tecnologica di appartenenza, definita in base alle caratteristiche del blocco finito.



Attività collegate all'utilizzo di C.O.V.

Soluzione A - Con riferimento alle attività direttamente collegate con l'utilizzo di Composti Organici Volatili in questa fase le lamiera e i profili che andranno a costituire lo scafo della nave vengono quando necessario, sottoposti a trattamento superficiale consistente nelle operazioni di sabbiatura e applicazione di vernice protettiva.

Linea Trattamento lamiere

La linea di trattamento lamiere e profilati ha lo scopo di effettuare attraverso un ciclo automatico la preparazione dei materiali che verranno successivamente messi in opera per comporre le strutture delle costruzioni navali.

Le lamiere ed i profilati vengono collocati su una via a rulli motorizzata che li immette in una in un apposita camera, “sabbiatrice”, per essere sottoposti, mediante graniglia metallica, a procedimento di decalaminatura.

Le lamiere ed i profilati così trattati, vengono successivamente introdotti nella pitturatrice dove si precece alla applicazione di rivestimento protettivo mediante spruzzatura automatica airless.

La fase immediatamente successiva consiste nell'essiccaggio a temperatura ambiente dei prodotti all'interno di una camera convenientemente aspirata.

Quest'ultima fase conclude il ciclo tecnologico da cui si ottengono i materiali trattati e rivestiti, pronti per essere sottoposti alle successive lavorazioni.

Prodotti impiegati

La protezione superficiale delle lamiere e profilati (c.d. primerizzazione) viene effettuato utilizzando normalmente prodotti vernicianti che creano un rivestimento anticorrosivo inorganico prevalentemente costituito da zinco.

Si riportano di seguito, a titolo di esempio, due prodotti tra i maggiormente impiegati.

Denominazione Prodotto	Contenuto V.O.C. in gr/l	Solido in Volume %
Cerabond	634	31%
Diluyente 4392	790	0

Le caratteristiche tossicologiche dei prodotti impiegati sono riportate nelle specifiche schede di sicurezza.

La linea di verniciatura è asservita ad un sistema di aspirazione dotato di impianto di abbattimento degli aerosol di vernice emessi durante la fase di miscelazione, pitturazione ed essiccazione materiali.

L'impianto (scrubber + carboni attivi + post combustione) provvede all'abbattimento delle particelle solide di vernice e dei solventi

Soluzione B - Le lamiere e profilati arrivano di norma in stabilimento dopo aver già subito presso il produttore l'applicazione del Primer protettivo. L'utilizzo della linea di Sabbiatura- Primerizzazione è pertanto previsto solo in casi eccezionali per il trattamento di lamiere che arrivano dal produttore prive di trattamento o in caso di lunghi periodi di giacenza delle materie prime in attesa di utilizzo.

Centro Montaggio

Il Centro Montaggio (MTG) è composto da 4 officine: Premontaggio Scafo (PRS), Preallestimento (PRA), Montaggio (MON) e Assistenza (ASS); si occupa della trasformazione dei blocchi in sezioni e successivamente del montaggio delle sezioni sulla nave in bacino.

L' Officina Premontaggio Scafo riceve i blocchi finiti dall'Officina Prefabbricazione e li unisce al fine di costruire le sezioni o unità d'imbarco; tale attività viene fatta seguendo le fasi di carpenteria e saldatura completa all'interno dell'area coperta dalle gru di

bacino, che garantiscono il massimo sollevamento all'interno del cantiere, in modo da poter massimizzare il peso (e quindi il lavoro attuabile a terra).

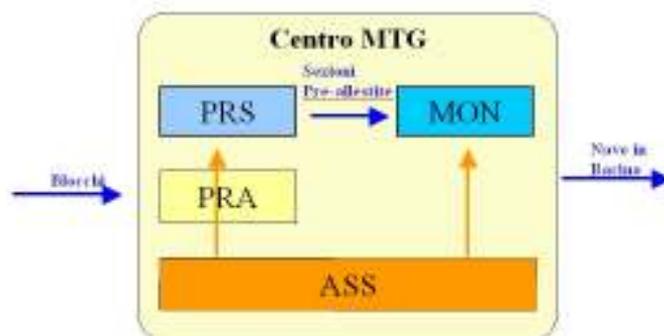
L'officina Preallestimento è responsabile del preallestimento delle sezioni sulla base dei cicli produttivi definiti durante l'engineering di prodotto.

I blocchi vengono dotati di impiantistica (tubazioni, apparecchiature elettriche, etc.) e allestiti con le strutture accessorie (scale, passerelle, etc.).

L'impiantistica e le strutture accessorie possono essere fornite dall'esterno o realizzate da reparti dedicati tramite operazioni di taglio, sagomatura, saldatura, molatura e finitura superficiale per tubi e strutture metalliche, e tramite operazioni di taglio sagomatura.

L'officina Montaggio esegue l'assemblaggio delle sezioni sulla nave in bacino (carpenteria e saldatura); In bacino i blocchi vengono tra loro assiemati con operazioni di carpenteria, saldatura e molatura.

L'officina Assistenza ha il compito di movimentare i blocchi e le sezioni tramite il coordinamento e utilizzo dei mezzi di trasporto e le gru del cantiere, adeguatamente dotati dei necessari ponteggi e garantisce la fornitura dei fluidi tecnici e dell'energia elettrica.



Attività collegate all'utilizzo di C.O.V.

Con riferimento alle attività direttamente collegate con l'utilizzo di Composti Organici Volatili, sui blocchi provenienti dall'officina prefabbricazione, prima del loro trasferimento alle attività previste presso l'officina Preallestimento e Montaggio viene avviato il ciclo di pitturazione tale attività può essere svolta in un'area coperta attrezzata (capannette di sabbiatura- verniciatura), o qualora esistano impedimenti di natura tecnica o dimensionale, sui piazzali o direttamente in bacino. Il trattamento superficiale consiste in operazioni di pitturazione e quando necessario ritocco.

Impianto di verniciatura manuale blocchi, manufatti e componenti di allestimento "Capannette di Verniciatura"

Per l'effettuazione delle attività di pitturazione dei componenti di allestimento, e quando tecnicamente possibile, dei blocchi, e manufatti di scafo, in regime di confinamento, vengono utilizzate delle "Capannette" di dimensioni adeguate e dotate di sistemi di convogliamento ed abbattimento delle emissioni (specificare). Le operazioni di verniciatura vengono svolte prevalentemente mediante spruzzatura airless oppure quando necessario manualmente a rullo o pennello.

Prodotti impiegati

Il rivestimento superficiale dei materiali di cui sopra è un procedimento che prevede l'impiego di svariati prodotti vernicianti. Da una stima dei consumi effettuata nel corso dell'anno 2004 si evince che la quantità di prodotti vernicianti applicati in regime di confinamento varia a seconda dello stabilimento e della tipologia di Nave tra il 20 ed il 40% rispetto al totale previsto per la pitturazione nave

L'attività di pitturazione all'interno delle capanette è asservita ad un sistema di aspirazione (dotato di impianto di abbattimento degli aerosoli di vernice) ~~le cui caratteristiche sono riportate nella documentazione tecnica allegata (Allegato 2b)~~

~~Con riferimento ai controlli effettuati in relazione a quanto previsto (dalle autorizzazioni rilasciate dalle autorità competente) le emissioni derivanti dall'esercizio di tale attività sono a tutt'oggi conformi a limiti stabiliti~~
(Fornire indicazioni sulla valutazione delle emissioni diffuse)

Nave in Bacino

Durante la permanenza della Nave in Bacino, ultimate le operazioni di pre-allestimento, che consistono nella realizzazione delle infrastrutture necessarie al funzionamento della nave (linee elettriche di bordo, linee di alimentazione, etc.), si procede alla verniciatura interna ed esterna della nave.

L'applicazione dei prodotti vernicianti viene effettuata a rullo o mediante spruzzatura airless in funzione delle specifiche necessità.

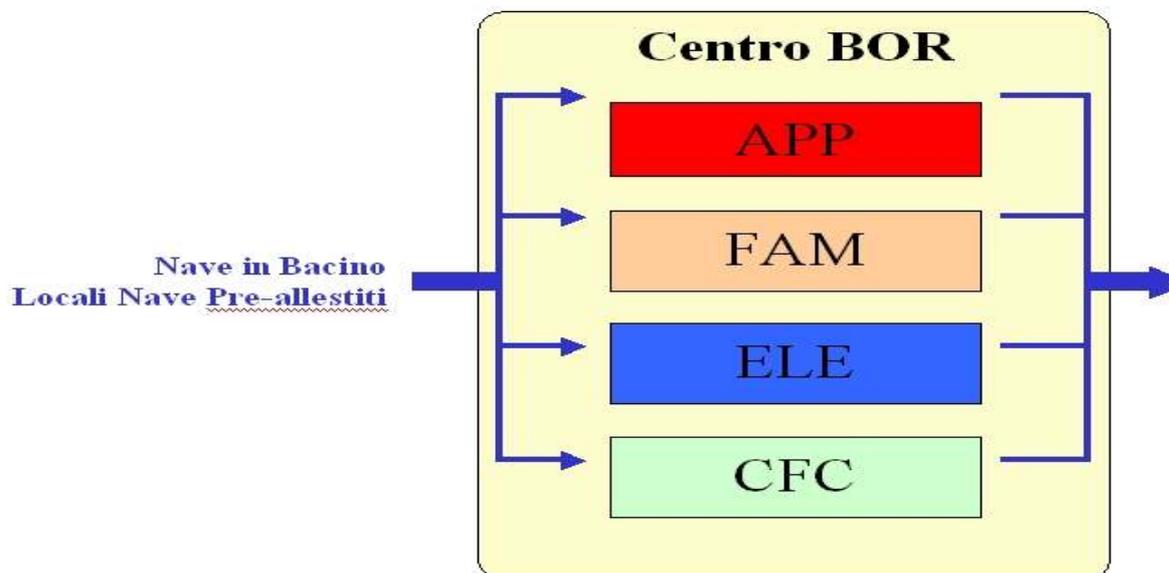
Centro Bordo

Completate le attività in Bacino, la costruzione viene trasferita in banchina per il completamento dell'apparato motore, di tutti gli impianti di bordo e delle cabine ed aree pubbliche.

Presso il Centro Bordo (BOR) vengono effettuate tutte le attività collegate al montaggio finale ed avviamento degli impianti di bordo, commissioning e consegna finale. Il Centro Bordo è composto da 4 officine: Allestimento Apparato Motore (APP), Allestimento Fuori Apparato Motore (FAM), Allestimento Elettrico (ELE), Coordinamento Safety, Condizionamento e Ventilazione (CFC).

L'attività inizia dai locali nave pre-allestiti o costituiti dalle sole strutture di scafo e finisce con la consegna completa degli impianti presenti nei locali macchina, nei locali ausiliari e nelle aree accomodation (aree pubbliche e cabine passeggeri + equipaggio); tali attività vengono iniziate durante il periodo di bacino della nave e vengono completate nella fase di banchina. Una parte consistente delle mansioni di queste officine è il coordinamento e sovrintendenza delle ditte terze impegnate in attività di montaggio (appalti in deroga) o di forniture complete "chiavi in mano".

Durante tale fase, sotto il coordinamento dell'Allestimento Sistema Alberghiero, viene anche effettuato il completamento e consegna delle Cabine ed aree Pubbliche della nave affidato prevalentemente ad imprese appaltatrici.



Attività collegate all'utilizzo di COV

Con riferimento alle attività direttamente collegate con l'utilizzo di Composti Organici Volatili, in questa fase vengono ultimate le attività di pittura interna comprensiva di decorazioni della nave e viene applicata generalmente a rullo la mano finale sullo scafo.

In tale fase per la realizzazione degli arredamenti di bordo viene fatto uso, anche se in quantità scarsamente significative, di adesivi ed è anche prevista la realizzazione, mediante specifici prodotti, di sottofondi e pavimenti

Emissioni Diffuse

Con riferimento alle attività già descritte in premessa (descrizione del ciclo produttivo) l'applicazione dei prodotti vernicianti che non possono essere svolte in ambiente confinato e pertanto danno origine a emissioni diffuse sono quelle svolte sui piazzali ed in bacino per la pittura delle superfici interne ed esterne (carena e fasciame) e durante la permanenza della nave in banchina per il completamento e finitura della stessa.

Occorre precisare che tali attività vengono svolte in accordo con le norme e procedure di sicurezza per la tutela e salvaguardia dei lavoratori e con le disposizioni previste in materia di tutela ambientale dall' art. 51 del decreto legislativo 272/99.

In tale fase, l'applicazione dei prodotti vernicianti viene effettuata utilizzando apparecchiature che garantiscano la riduzione al minimo della dispersione di vapori di solvente e del particolato solido, quale ad esempio la tecnica di spruzzatura airless nonché la tradizionale applicazione a rullo o pennello.

Attività che prevedono l'utilizzo di COV

Riepilogando le attività che nell'ambito del ciclo produttivo sopra descritto possono dare luogo ad emissioni in atmosfera di Composti Organici Volatili possono essere così riassunte:

- verniciatura automatica lamiere e profili,
- verniciatura manuale blocchi e manufatti in capannette di verniciatura,
- attività di verniciatura manuale svolte in bacino, banchina, od aree scoperte,
- realizzazione di sottofondi e pavimenti a bordo.

Verniciatura automatica lamiere e profili (dove effettuata)	Linea di Sabbiatura/ Primerizzazione
Verniciatura manuale componentistica di allestimento e blocchi	Capannette di Pitturazione (quando tecnicamente possibile)
Verniciatura manuale blocchi e sezioni scafo ed interni nave	Capannoni Piazzali Bacino Scalo
Completamento interni, mano a finire scafo (opera morta)	Banchina
Realizzazione Sottofondi e Pavimenti	Banchina

Si riportano a titolo di esempio i dati ricavati nel corso del 2004 riguardanti uno degli stabilimenti dedicato alla costruzione di navi da Crociera.

Attività	Quantità Prodotti vernicianti in l	Contenuto C.O.V. in g/l
Verniciatura automatica lamiere e profili	24350	680
Verniciatura manuale blocchi e manufatti in capannette	33000	400
Verniciatura manuale su piazzali bacino banchina	77000	400

Le tecnologie oggi disponibili consentono di effettuare attività di pitturazione in regime di confinamento:

- mediante “Linea di primerizzazione” - all’inizio del ciclo produttivo, per il trattamento delle materie prime (lamiere e profilati)
- mediante “Capannete di verniciatura” - nelle fasi successive, per l’applicazione dei prodotti vernicianti su componenti di allestimento e blocchi in quest’ultimo caso ove sia tecnicamente e possibile anche in relazione alla dimensione dei manufatti.

Sostanze e preparati di cui al D.Lgs. 52/97

Le procedure aziendali predisposte in materia di protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione a sostanze e preparati chimici pericolosi, nonché a sostanze cancerogene e/o mutagene prevedono già in fase di acquisizione dei materiali il divieto di utilizzo nei

cicli produttivi di prodotti sostanze e preparati etichettati con frasi di rischio R45 – R46 – R49 – R60 – R61.

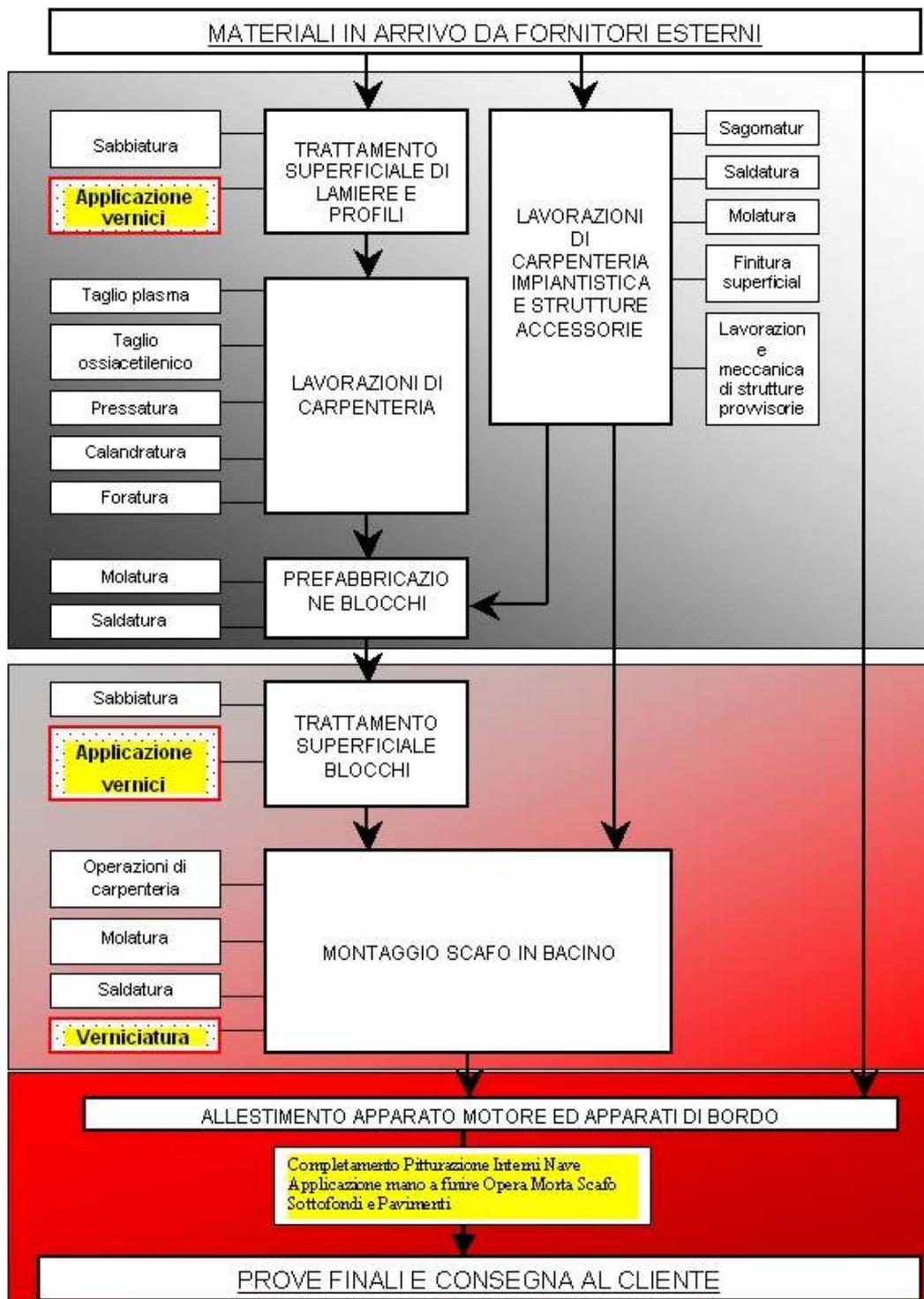
Ormai da lungo tempo tali sostanze e preparati non sono presenti nei cicli produttivi di verniciatura delle navi. E' altresì esclusa per le navi attualmente in costruzione la presenza di prodotti alogenati etichettati con frasi di rischio R40 e R68.

Rifiuti contenenti COV

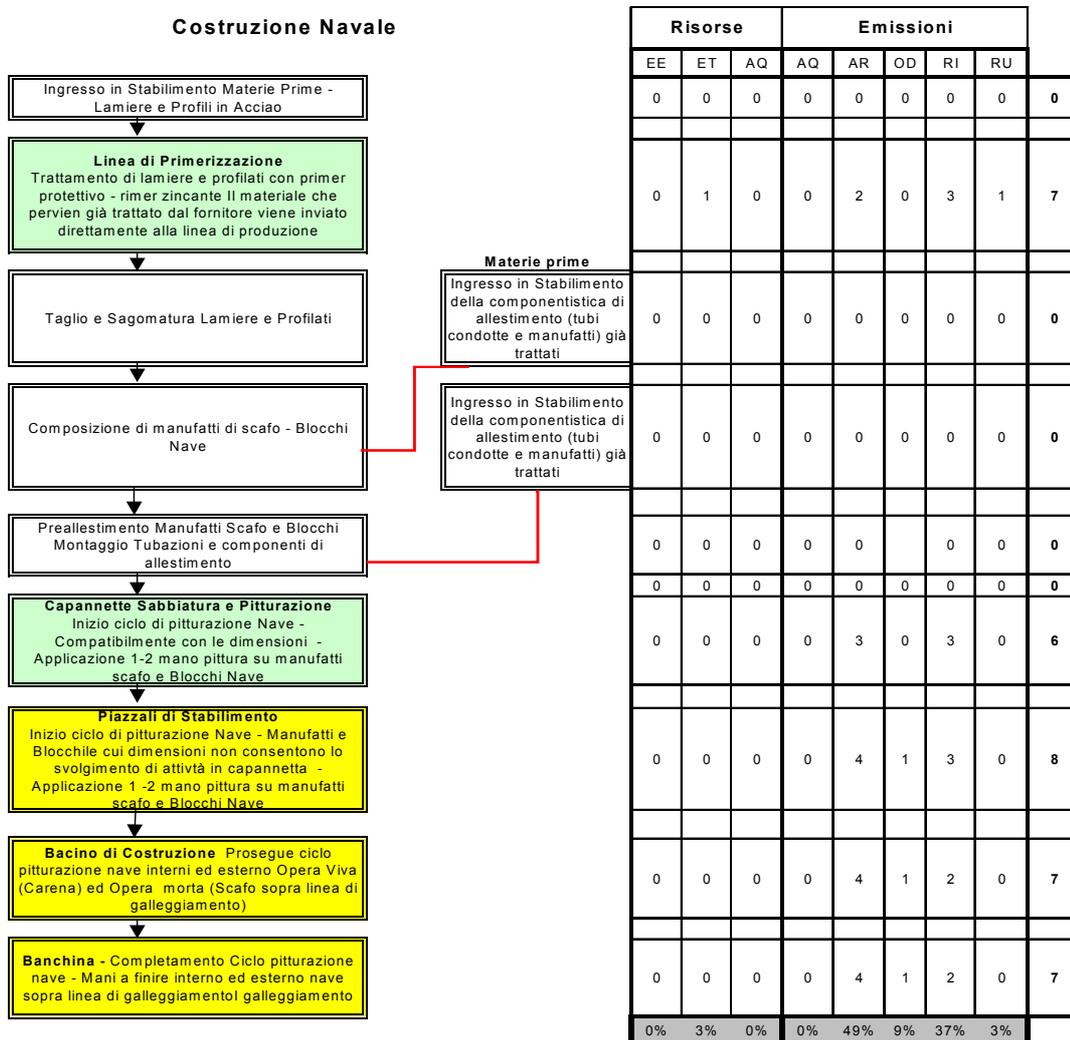
Le attività sopra descritte danno origine a scarti di processo derivanti dall'utilizzo e manutenzione degli impianti oppure dal mancato impiego delle materie prime stesse che una volta pronte all'uso tendono rapidamente a degenerare.

I rifiuti derivanti da tali processi sono generalmente costituiti da vernici e pitture indurite, solventi utilizzati per pulizia di attrezzature e macchinari, materiale filtrante utilizzato su impianti di depurazione.

Si riporta di seguito uno schema a blocchi del ciclo produttivo nel quale sono state evidenziate le fasi di lavoro in cui viene fatto uso di prodotti che danno luogo alla emissione di composti organici volatili.



Individuazione degli impatti prevalenti associati alle lavorazioni



^ eventuali note

Legenda	Risorse	EE	energia elettrica
		ET	energia termica
		AQ	acqua
Emissioni		AQ	effluenti idrici
		AR	emissioni in aria
		OD	odori
		RI	rifiuti
		RU	rumore

A ciascuno di questi è stato attribuito un livello di significatività variabile da 0 a 5, laddove a ciascun livello è stato attribuito il seguente valore:

- 0 = nessun impatto
- 1 = impatto non significativo
- 2 = impatto debole
- 3 = impatto medio
- 4 =

Principali indicatori di consumi ed emissioni

UTILIZZO DI SOLVENTE

Solvente utilizzato	mg/mq 100-150 a seconda della tipologia di nave
Solvente consumato(*)	mg/mq 100-150 a seconda della tipologia di nave

(*) Consumato = utilizzato – recuperato

EMISSIONI IN ATMOSFERA

Linea verniciatura lamiera	
Portata d'aria scaricata	25.000 Nm ³ /h (media tra i vari cantieri)
Capannette pitturazione	
Portata d'aria scaricata	70.000 Nm ³ /h (media tra i vari cantieri)

Linea Pitturazione lamiera

VOC conforme ai limite di legge previsti dalla Direttiva VOC per le emissioni convogliate, ovvero concentrazione massima 120 mg/Nm³ che, con riferimento alla normativa che individua la concentrazione delle emissioni riferite al carbonio, corrisponde a circa 75 mg/Nm³ di carbonio

Capannette Pitturazione

VOC conforme ai limite di legge previsti dalla Direttiva VOC. per le emissioni convogliate, ovvero concentrazione massima 82 mg/Nm³ che con riferimento alla normativa che individua la concentrazione delle emissioni riferite al carbonio corrisponde a circa 75 mg/Nm³ di carbonio

RIFIUTI

Descrizione	Codice CER	rifiuti prodotti	
Pitture e vernici di scarto	080111	45000 Kg/anno	Fonte: dati operativi
Contenitori vuoti	150110	26000 Kg/anno	Fonte: dati operativi
Materiali filtranti da impianti adsorbimento COV	150202	12000 Kg/anno	Fonte: dati operativi
Soluzioni abbattimento da Impianti assorbimento COV	190106	20000 Kg/anno	Fonte: dati operativi

percentuale quantità rifiuti recuperati (codice R del formulario)/totale rifiuti prodotti :
11 % (limitatamente alle fasi di applicazione prodotti vernicianti).

Le principali tipologie di rifiuti da imballaggio avviati al recupero sono così costituite:

- Carta/cartone
- Metalli
- Plastica
- Legno
- Vetro
- Imballaggi in Materiali Misti

E. DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF.

Concetto generale di migliori tecniche

In questo capitolo sono presentate le migliori tecniche disponibili, corrispondenti alla definizione adottata dalla direttiva 96/61/CE, descritte nel documento comunitario disponibile al momento della redazione di questa linea guida, vale a dire il secondo draft del documento “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Draft Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents – September 2005” disponibile sul sito dell’ufficio IPPC di Siviglia all’indirizzo <http://eippcb.jrc.es>.

I criteri utilizzati per individuare le candidate BAT sono riassumibili nell’individuazione delle tecniche mature (uscite dalla fase di R&S), commercialmente disponibili, in grado di evitare e/o ridurre le relative emissioni.

Nel considerare l’applicazione delle candidate BAT, è necessario sottolineare l’importanza di un insieme di interventi e strumenti di carattere organizzativo, gestionale e documentale la cui implementazione permette un adeguato sfruttamento delle potenzialità offerte dalle migliori tecniche disponibili. Alcuni esempi di questo tipo possono essere i seguenti.

1. Costituzione di comitati interfunzionali o gruppi di lavoro che si occupano di ambiente, sicurezza e qualità
2. Definizione di un piano di controllo qualità specifico per tutte le operazioni relative alla gestione dei diversi comparti ambientali
3. Attività di formazione e sensibilizzazione del personale al fine di ridurre i consumi di energia e risorse naturali, la produzione di rifiuti, ecc.
4. Applicazione di procedure per la conservazione delle registrazioni ambientali e per le attività di manutenzione degli impianti
5. Inclusione in fase di progettazione e acquisto di nuove macchine, impianti o attrezzature di una valutazione tecnico-economica in merito alle prestazioni in termini di efficienza ambientale
6. Definizione di interventi a monte del processo produttivo per la riduzione dell’impatto ambientale delle materie prime, del *packaging*, dei processi, delle sostanze, dei combustibili, ecc.
7. Prassi, procedure, metodi e strumenti rivolti alla corretta gestione e manutenzione di infrastrutture, macchinari, impianti, *housekeeping*, ecc.

Questi e altri strumenti di gestione possono essere eventualmente ricompresi e organizzati in modo sistematico, programmato e documentato nell’ambito di un vero e proprio sistema di gestione ambientale, definito in conformità a standard aziendali elaborati internamente, alle norme UNI EN ISO 14001 e/o al regolamento comunitario n. 761/2001 sui sistemi di gestione ambientale e audit (EMAS).

Migliori tecniche e tecnologie nel settore dell'utilizzo di solventi

Nel seguito sono illustrate le tecniche descritte nel BRef. Tali tecniche sono state suddivise in capitoli in relazione alla loro validità generale o specifica per singole attività.

Tecniche di gestione ambientale

Strumenti di gestione ambientali

La migliore prestazione ambientale è realizzata solitamente attraverso l'implementazione della migliore tecnologia e del suo funzionamento nella maniera più efficace ed efficiente. Questo è riconosciuto dalla direttiva IPPC attraverso la definizione di tecniche come “*sia l'insieme delle tecnologie impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura (dismissione) dell'impianto*”.

Per le installazioni soggette ad IPPC, un Sistema di Gestione Ambientale (SGA) è uno strumento che gli operatori possono utilizzare per indirizzare la progettazione, la costruzione, la manutenzione e la dismissione in un modo sistematico e dimostrabile. Un SGA include la struttura organizzativa, le responsabilità, le pratiche, le procedure, i processi e risorse sviluppando e implementando e mantenendo, riesaminando e monitorando la politica ambientale. I Sistemi di Gestione Ambientale sono molto efficaci ed efficienti dove la loro forma è una parte integrante della gestione complessiva delle operazioni di un'installazione.

All'interno dell'Unione Europea, molte organizzazioni hanno deciso su una base volontaria di implementare sistemi di gestione ambientale basati sulle norme EN ISO 14001 e successive edizioni (2004) o lo schema EMAS (Eco Management and Audit Scheme). EMAS include i requisiti del sistema di gestione ambientale, secondo le norme EN ISO 14001, e pone ulteriore enfasi sul rispetto dei requisiti ambientali, sulle prestazioni ambientali e il coinvolgimento dei lavoratori; richiede anche una verifica esterna di terza parte per la convalida di una Dichiarazione Ambientale (nella EN ISO 14001 il documento di dichiarazione ambientale non è previsto). Ci sono anche molti organizzazioni che hanno deciso di adottare sistemi di gestione ambientale non standardizzati.

Mentre entrambi i sistemi standardizzati (EN ISO 14001 ed EMAS) e non-standardizzati considerano le organizzazioni come entità, in questo documento viene considerato un approccio più ristretto in quanto non include tutte le attività dell'organizzazione, ad esempio riguardo ai loro prodotti e servizi, poiché la direttiva IPPC si riferisce ad installazioni/impianti.

Si precisa che nel 2004 la norma ISO 14001:1996 è stata revisionata per fornire chiarimenti al testo e migliorarne l'allineamento con la ISO 9001 sui sistemi di gestione per la qualità. Inoltre, sono stati chiariti ed enfatizzati alcuni requisiti rispetto alla versione precedente del 1996, con particolare attenzione ad alcuni aspetti in analogia con il Regolamento EMAS n. 761 di più recente emanazione (2001).

Di seguito si riportano sinteticamente alcune considerazioni sui requisiti della norma ISO 14001 revisione 2004.

- Maggiore integrazione del SGA ai sistemi di gestione per la qualità e vengono allineati i termini e le definizioni con la ISO 9001:2000.
- Campo di applicazione della certificazione ISO 14001: l'organizzazione deve definire e documentare (per iscritto) il campo di applicazione del proprio SGA.
- Aspetti ambientali indiretti: oltre agli aspetti ambientali diretti (emissione in atmosfera, scarichi idrici ecc.) maggiore evidenza agli aspetti ambientali indiretti, (la progettazione e sviluppo di un prodotto/servizio, le prestazioni ambientali e le prassi in uso degli appaltatori e fornitori quali ad esempio le attività di manutenzione e pulizia affidate a operatori esterni), in linea con quanto sancito nel regolamento EMAS identificando il grado di influenza dell'organizzazione rispetto ai soggetti terzi.
- Comunicazione: l'organizzazione deve documentare la decisione in merito alla comunicazione all'esterno dei propri aspetti ambientali significativi.
- Conformità alle prescrizioni legali: maggior rilievo alla valutazione periodica della conformità alle prescrizioni legali applicabili dall'organizzazione ed importanza alle registrazioni documentate dei risultati di tali verifiche periodiche.
- Competenze e formazione: maggiore evidenza alle competenze, alla formazione all'addestramento (pratico) e alla consapevolezza di chiunque possa causare impatti significativi, in particolare delle ditte esterne che operano all'interno del sito.
- Maggior coinvolgimento dell'alta direzione nella gestione del sistema in termini di disponibilità delle risorse necessarie per stabilire, mantenere attivo e migliorare il SGA.
- Riesame della direzione: definizione degli elementi minimi di input (quali ad esempio risultati di audit interni, le comunicazioni dalle parti interessate esterne, il grado di raggiungimento degli obiettivi ambientali, lo stato delle azioni correttive e preventive, il cambiamento delle situazioni circostanti ecc.) e gli output (decisioni su possibili modifiche della politica ambientale, altri obiettivi e traguardi ambientali ecc.) relativi al "processo" del riesame della Direzione.

Un sistema di gestione ambientale (SGA) per un impianto IPPC, può contenere i seguenti elementi:

- a) l'effettuazione di un'analisi ambientale iniziale
- b) la definizione di una politica ambientale;
- c) la pianificazione e la definizione di obiettivi e traguardi;
- d) l'implementazione e attuazione di procedure;
- e) il controllo e le azioni correttive;
- f) la revisione della gestione;
- g) la predisposizione di una Dichiarazione Ambientale;
- h) la convalida della Dichiarazione Ambientale da parte di un ente di certificazione esterno di terza parte (verificatore di SGA);
- i) il progetto e la pianificazione per la dismissione dell'impianto a fine vita;
- j) lo sviluppo delle tecnologie più pulite;
- k) lo stabilire un punto di riferimento e confronti di settore.

Per ulteriori informazioni sui requisiti, riportati nell'elenco da (a) a (g), si veda il regolamento EMAS n.761:2001 UE e la norma UNI EN ISO 14001:2004.

Sistemi di Gestione Ambientale Standardizzati e non-standardizzati

Un SGA può essere standardizzato o non standardizzato. L'implementazione di un SGA conforme ad una norma internazionalmente accettata ed un sistema standardizzato come la norma EN ISO 14001 o il Regolamento EMAS 2001, può dare una maggiore credibilità, specialmente quando l'organizzazione viene verificata da un soggetto esterno. La maggiore credibilità del regolamento EMAS deriva dall'interazione con la pubblica amministrazione e con il pubblico attraverso la Dichiarazione Ambientale ed il meccanismo di assicurazione del rispetto della legislazione ambientale applicabile, anche mediante la verifica in campo da parte delle autorità preposte al controllo ambientale. Comunque i sistemi non standardizzati possono in linea di principio essere ugualmente efficaci purché siano opportunamente progettati, implementati e migliorati continuamente.

Vantaggi ambientali – L'implementazione di un SGA focalizza l'attenzione dell'operatore sulle prestazioni ambientali dell'impianto. In particolare, la manutenzione ed il rispetto di procedure chiare di conduzione associate, sia in situazioni normali sia anormale e di emergenza, associate alle linee della responsabilità, dovrebbero assicurare che le condizioni e le prescrizioni delle autorizzazioni dell'impianto e i traguardi ambientali siano sempre raggiunti.

I Sistemi di gestione ambientale assicurano il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali di un impianto. Per un punto di partenza peggiore si possono aspettare significativi miglioramenti in breve tempo. Se l'impianto ha già una buona prestazione ambientale, il sistema consente di mantenere il livello elevato delle prestazioni.

Effetti incrociati – Le tecniche di gestione ambientale sono progettate per indirizzare complessivamente l'impatto ambientale secondo l'approccio integrato della direttiva IPPC.

Dati operativi – Non sono riportate specifiche informazioni.

Applicabilità – I componenti descritti sopra possono essere applicati tipicamente a tutte le installazioni IPPC. Lo scopo (livello di dettaglio) e natura del SGA (standardizzato o non standardizzato) sarà riferito generalmente alla natura, alla scala e alla complessità dell'impianto, e la serie di impatti ambientali che può avere.

Aspetti economici – È difficile determinare accuratamente i costi e i benefici economici per l'implementazione e il mantenimento di un buon SGA. Alcuni studi vengono di seguito presentati, pur tuttavia sono solo esempi ed i loro risultati non sono sempre completamente aderenti. È probabile che non siano rappresentativi per tutti i settori nell'ambito dell'EU e dovrebbero essere considerati con accortezza.

Un studio svedese eseguito nel 1999 su 360 società certificate ISO e registrate EMAS in Svezia, con una percentuale di risposta del 50%, concluse che:

- le spese per applicare e condurre un SGA sono elevate ma non irragionevoli, salvo nel caso di società molto piccole. I costi sono diminuiti e ci si aspetta che possano decrescere nel futuro.
- un più alto grado di coordinamento ed integrazione del SGA con gli altri sistemi di gestione è considerato un possibile modo per diminuire i costi.
- la metà degli obiettivi ambientali hanno un tempo di ritorno economico di un anno attraverso risparmi e/o aumento di reddito.
- i risparmi più elevati sono stati realizzati attraverso la diminuzione della spesa sull'energia, sul trattamento dei rifiuti e sulle materie prime.

- la maggior parte delle società pensano che la loro posizione sul mercato è stata rafforzata attraverso il SGA. Un terzo delle società riportano un aumento del reddito a causa del SGA.

In alcuni Stati Membri sono state ridotte le tasse per le organizzazioni con una certificazione. Alcuni studi mostrano che c'è una relazione inversa tra grandezza dell'organizzazione ed il costo per l'implementazione di un SGA.

Secondo un studio svizzero, il costo medio per progettare e mantenere un sistema ISO 14001 può variare:

- per una società con impiegati tra 1 e 49: CHF 64000 (EUR 44.000) per la costruzione del SGA e CHF 16000 (EUR 11.000) per anno per la sua operatività;
- per una industria con più di 250 impiegati: CHF 367000 (EUR 252.000) per la costruzione del SGA e CHF 155000 (EUR 106.000) per anno per la sua operatività.

Queste cifre medie non rappresentano necessariamente il costo reale per un dato sito industriale poiché tale costo dipende dal numero degli aspetti ambientali significativi (sostanze inquinanti, consumo di energia...) e dalla complessità dei problemi in studio.

Uno studio tedesco mostra i seguenti costi per EMAS nelle differenti tipologie. Si può notare come queste cifre sono più basse rispetto allo studio svizzero, a conferma della difficoltà di determinare i costi di un SGA.

Costi per costruire (EUR):

- minimo 18.750
- massimo 75.000
- media 50.000

Costi per convalida (EUR):

- minimo 5.000
- massimo 12.500
- media 6.000

Un studio dell'Istituto Tedesco di Imprenditori (1997) fornisce informazioni sui risparmi medi realizzati per EMAS per anno ed il tempo medio del ritorno economico. Per esempio, a fronte di un costo di realizzazione di EUR 80.000, si riscontravano risparmi medi di EUR 50.000 per anno, con un tempo di ritorno approssimativamente di un anno e mezzo.

I costi esterni relativi alla verifica del sistema possono essere valutati attraverso una guida pubblicata dal Foro di Accreditamento Internazionale (<http://www.iaf.nu>).

I Sistemi di gestione ambientale possono offrire numerosi vantaggi, per esempio:

- miglioramento degli aspetti ambientali della società;
- miglioramento delle decisioni;
- maggiore motivazione del personale;
- maggiori opportunità per la riduzione del costo operativo e il miglioramento della qualità del prodotto;
- miglioramento dell'immagine della società;
- miglioramento delle prestazioni ambientali;

- minori responsabilità, e costi di assicurazioni;
- incremento dell'attrattiva per impiegati, clienti ed investitori;
- miglioramento delle relazioni con il pubblico.

Miglioramento ambientale ed effetti incrociati

Un importante componente di un SGA è il mantenimento complessivo del miglioramento ambientale. È essenziale che l'operatore comprenda cosa accade agli ingressi (input) conoscendo il processo; ad esempio, per i solventi come il loro consumo arriva all'emissione. È ugualmente importante il controllo degli input e degli output significativi per mantenere il corretto equilibrio tra la riduzione delle emissioni di solventi e degli effetti incrociati in termini di consumo di energia, d'acqua e di materie prime. In questo modo si riduce l'impronta ambientale complessiva dell'impianto. Così come il piano di gestione dei solventi è importante in queste industrie, i consumi complessivi e le emissioni dovrebbero essere gestiti in maniera coordinata nel breve, medio e lungo termine congiuntamente con la pianificazione finanziaria e gli investimenti ciclici; ad esempio, adottando soluzioni a breve termine a valle dell'impianto (end of pipe) per l'emissione di solventi, questo potrebbe legare l'operatore ad un alto consumo a lungo termine di energia e posticipare gli investimenti in soluzioni con maggiori benefici ambientali.

Vantaggi ambientali – Riduzione delle emissioni di solvente a lungo termine, con contemporanea riduzione del consumo d'acqua e di energia.

Aspetti economici – L'investimento di capitale in maniera consapevole consente una riduzione generale ed una migliore valorizzazione degli investimenti con conseguente beneficio ambientale.

Piano di gestione solventi

Il bilancio dei solventi e l'analisi dei dati sono di aiuto per identificare le opportunità di riduzione del consumo di solventi. Possono essere identificate le principali aree e processi dove i solventi sono usati in maniera inefficace. Degli esempi di misure per implementare la riduzione del consumo di solventi includono:

- addestramento del personale al miglioramento delle pratiche operative;
- manutenzione preventiva e programmata;
- uso di sistemi misti automatizzati;
- sostituzione;
- modifiche delle pratiche di pulizia;
- confinamento dei solventi e dei rivestimenti in sistemi completamente chiusi;
- uso di attrezzatura di recupero solventi.

I programmi di miglioramento continuo possono impostare azioni chiare ed obiettivi realistici.

Il coinvolgimento di tutti gli impiegati nel piano di gestione dei solventi aiuterà a darli un senso di responsabilità. Con il passare del tempo nuovi traguardi possono essere identificati.

Vantaggi ambientali – Riduzione del consumo di materia prima e di produzione dei rifiuti. Riduzione delle emissioni di COV.

Effetti incrociati – .

Dati operativi – .

Aspetti economici – Molte delle misure per ridurre il consumo di solventi sono senza costo o a basso costo. Comunque, ogni misura per la riduzione dei rifiuti dovrebbe portare risparmi significativi nel breve e medio termine.

Confronti e riferimenti di altri consumi ed emissioni

Il confronto (benchmark) è la sistematica registrazione degli input (materie prime, acqua ed energia) e output (emissioni in aria, acqua e rifiuti) ed i confronti con dati precedenti dell'impianto a livello di settore, a livello nazionale o regionale. Quando i dati sono riferiti ad un impianto è buona pratica mantenere un sistema che include:

- l'identificazione di una persona o più persone responsabili per valutare e prendere azione sui dati;
- l'informazione dei responsabili delle prestazioni, includendo gli operatori di emergenza rapida ed efficace in seguito a variazioni dalle normali prestazioni;
- altri accertamenti per verificare perché le prestazioni sono cambiate o sono fuori linea dei parametri rispetto ai valori di riferimento (benchmark).

Vantaggi ambientali – Supporto ai singoli impianti per valutare le loro prestazioni ambientali rispetto agli altri impianti. Supporto per l'identificazione delle tecniche impiegate dagli impianti con le migliori prestazioni.

Dati operativi – Fornire benchmark e valutare le prestazioni ambientali degli impianti e delle tecniche. I dati possono essere raggruppati e possono essere comparati su livelli diversi come: la tecnica o l'attività, il luogo, il settore, nazionale o regionale. Possono essere resi pubblici o tenendo l'identità del sito riservata. Per esempio:

- solventi;
- consumo d'acqua - questo è importante quando sono usati i rivestimenti a base d'acqua;
- consumo di energia, per esempio dell'asciugatura dell'attrezzatura e dei dispositivi di abbattimento;
- il consumo di materie prime, ad esempio inchiostri, carta, imballaggi, nell'attrezzaggio stampa, oltre il 10% del substrato può essere sprecato;
- la generazione di rifiuti.

Applicabilità – Appropriati riferimenti (benchmark) richiedono dati su basi comparabili adatti ad un confronto. Per le attività di trattamento superficiale questo sarebbe meglio ottenuto su un'area di superficie con trattamento base o altro consumo o chiaramente attraverso il relativo processo di base.

Aspetti economici – L'uso dei dati per ottimizzare le prestazioni ambientali degli impianti comporterà di solito ottimizzazioni economiche.

Modelli di valutazione dei costi ambientali

Attraverso un modello di valutazione dei costi ambientali, le tecniche per la riduzione dell'emissione dei COV sono state spesso analizzate nelle industrie impieganti trattamenti di superfici con solventi. Ogni tecnica è caratterizzata dalla sua specifica riduzione di emissione e dai costi medi di abbattimento. Le misure analizzate comprendono:

- tecniche di verniciatura, ad esempio convenzionale, ad alto solido, a base d'acqua, rivestimento in polvere e vernici ad essiccazione con UV;

- tecniche di trattamento dei gas, ad esempio l'assorbimento su carbone attivo, l'ossidazione termica ed il trattamento biologico (biofiltri).

Nei documenti comunitari in materia di riduzione dell'inquinamento derivante dall'uso di solventi, editi dall'ufficio IPPC di Siviglia, ci sono numerosi esempi dell'uso dei modelli di valutazione dei costi.

Vantaggi ambientali – Supporto sull'identificazione dei costi effettivi delle tecniche il quale può ridurre l'emissione di COV.

Progettazione dell'impianto, costruzione ed esecuzione

Prevenzione dell'inquinamento per rilasci accidentali

Un approccio integrato pianificato può ridurre gli incidenti ambientali o i rilasci accidentali, a partire dall'identificazione di quegli aspetti ambientali per un impianto che possono comportare impatti significativi sull'ambiente. I rischi identificati sono affrontati attraverso un'accurata progettazione e costruzione, come con i sistemi di gestione che considerino la prevenzione, la mitigazione e la gestione degli incidenti e delle emergenze, e le infrazioni alle condizioni di autorizzazione.

In alcune nazioni vengono adottati sistemi regolati e buone pratiche per la prevenzione dall'inquinamento. Molti impianti nel settore hanno beneficiato dall'introduzione di tali tecniche. Le attività seguenti sono esempi chiave dove queste tecniche riducono la frequenza e gli impatti dell'inquinamento acuto e cronico delle acque superficiali e di falda e del suolo che comportano una maggiore efficacia dei costi:

- manutenzione periodica e non;
- approvvigionamento e stoccaggio di materie prime;
- controllo del processo, monitoraggio ambientale del processo.

Alcuni aspetti chiave della prevenzione dall'inquinamento sono:

- l'identificazione dei rischi e dei percorsi;
- una semplice classificazione dei rischi potenziali.

Un'implementazione in tre passi di azioni di prevenzione dell'inquinamento:

- *misure primarie (strutturali)*
 - Adeguate dimensioni dell'impianto.
 - Selezione dei materiali e dei luoghi dove le sostanze chimiche sono stoccate e manipolate, ad esempio per pavimentazioni, aree di contenimento.
 - Stabilità della linea di processo e delle componenti (incluse le attrezzature provvisorie e poco utilizzate, come pompe e serbatoi, usati per operazioni di manutenzione occasionali).
- *misure secondarie (impianto o attrezzature)*
 - Il contenimento (o contenimento secondario) si riferisce ad una protezione supplementare contro i rilasci dai serbatoi oltre le protezioni previste attraverso un contenitore del serbatoio stesso (in questo settore, i serbatoi possono essere per il deposito o per la produzione). Ci sono due tipi di contenimento delle perdite secondarie, quelli che sono parte integrante del serbatoio come, il doppio fondo, doppia parete, ecc., e quelli costituiti da barriere posizionate sul suolo al di sotto dei serbatoi.

- Adeguatezza della capienza e resistenza dei serbatoi per ricevere e pompare fuori i liquidi.
- Sistemi di identificazione delle perdite.
 - *misure terziarie (sistemi di gestione)*
- Ispezioni da parte di esperti esterni o interni inclusa la manutenzione programmata e di emergenza per potenziali incidenti.
- Test programmati.

L'identificazione delle misure e dei traguardi per gli effetti ambientali, possono determinare la scelta del luogo, dell'impianto dell'attrezzatura così come il progetto e la costruzione dell'infrastruttura.

Vantaggi ambientali – Particolarmente utilizzato nella minimizzazione della contaminazione di terreni e acque di superficie per percorsi che non sono prontamente visibili e sono difficili da identificare. Facilita il decommissioning del sito e la minimizzazione di scarichi non pianificati ripetuti e acuti su acque superficiali così come su sistemi municipalizzati di trattamento reflui.

Effetti incrociati – Non ci sono implicazioni avverse.

Dati operativi – Una pianificazione e progettazione accurata impiegante l'esperienza operativa può rendere il funzionamento, la manutenzione e il monitoraggio più facile, più economico ed ambientalmente più sicuro.

Applicabilità – Queste misure possono essere considerate per tutti gli impianti, ad ogni modo esse sono meglio implementate nelle fasi di progettazione e costruzione, proposte e iniziali. Molte modifiche possono essere incorporate con i principali potenziamenti, mentre alcuni miglioramenti possono essere fatti agli impianti esistenti durante i normali periodi di manutenzione, sebbene i miglioramenti retrospettivi possono essere più difficili e possono non essere così efficaci. Diversi standard e guide possono anche formare parte di una pianificazione di più lungo termine per i miglioramenti impiantistici.

Aspetti economici – Fanno parte dei costi di investimento di investimenti iniziali o potenziamenti. Alcune tecniche possono essere opzioni a costo zero in fase di nuova costruzione o potenziamento. Spesso i costi possono essere recuperati attraverso una più efficiente lavorazione, manutenzione ed evitando i costi dell'avere a che fare con incidenti e violazione di permessi.

Immagazzinamento e handling di sostanze chimiche, materiali e rifiuti pericolosi

Lo stoccaggio e la movimentazione delle sostanze pericolose è necessaria per garantire la fornitura delle materie necessarie ai sistemi di trattamento.

Vantaggi ambientali – L'immagazzinamento e l'handling, in luoghi costruiti per tale scopo e con appropriati apparecchiature, riduce i rischi ambientali.

Effetti incrociati – Non ci sono implicazioni avverse.

Dati operativi – Le tecniche seguenti risultano essere importanti per questo settore.

- Solamente piccole quantità vanno stoccate direttamente nelle aree di applicazione. Per maggiori quantità, sono necessarie camere compartimentate per ridurre i rischi ambientali e di incendio.
- Serbatoi di stoccaggio che potrebbero contenere solventi, ove possibile, dovrebbero essere dotati di uno sfiato verso il serbatoio di invio durante le

operazioni di riempimento. Dove questo non è praticabile, ad esempio: a causa di lunghi tratti di tubo, contropressioni o accordi contrattuali sulle consegne, allora gli sfiati di aria dovrebbero essere situati in modo tale da prevenire il sorgere di odore oltre il perimetro del sito.

- Tutti i serbatoi di deposito fissi dovrebbero essere dotati di sistemi di allarme di troppo pieno acustici e/o visivi o di indicatori di volume per allertare in caso di eccessivo riempimento. Dove applicabile, in relazione alla viscosità del materiale maneggiato o pompato, i sistemi di troppo pieno dovrebbero essere collegati al sistema di allarme per prevenire il traboccamento.
- I punti unici di raccolta per ciascun serbatoio per evitare contaminazione incrociata (specialmente di materiali incompatibili).

Applicabilità – Nei medi e grandi impianti di verniciatura esistono depositi speciali per materiali pericolosi.

Aspetti economici – .

Gestione (handling e stoccaggio dei solventi)

Dove vengono usati solventi volatili, possono essere applicate le seguenti misure generali e i seguenti principi per assicurare che essi vengano tenuti in contenitori ermetici:

- incapsulamento, ad esempio usando coperture delle potenziali fonti di emissione;
- ricopertura parziale di contenitori e fusti di solvente, dove praticabile, con sigillanti a nastro adesivo per prevenire perdite di vapore;
- mantenimento dei contenitori di solvente lontano da fonti di calore per minimizzarne l'evaporazione;
- incapsulamento di recipienti, bacini e macchinari in misura quanto più possibile utilizzando al meglio coperchi e coperture sigillate;
- dove recipienti e bacini non hanno coperture adeguate, utilizzo di pellicole e film aderenti o coperture di plastica antistatiche, ad esempio fissate con nastri elastici, tubi interni gommati, o gancio di nylon e chiusure a cappio (tali coperte hanno il vantaggio ulteriore di mantenere la polvere e i frammenti fuori della miscela);
- stoccaggio in contenitori dei rifiuti contenenti solventi, ad esempio stracci contaminati da residui a base di solvente.

Vantaggi ambientali – Riduzione delle emissioni di gas e aerosol nell'aria.

L'automazione delle attrezzature

Molte operazioni in un impianto possono essere automatizzate in funzione dell'attività e dell'industria. Gli esempi sono:

- robot per lo spruzzo:
 - di macchine,
 - di autocarri,
 - per il rivestimento di navi,
 - per il rivestimento di plastiche;
- sistemi automatici di mescolamento;
- rivestimenti in laminato;

- rivestimento a velo.

Vantaggi ambientali –Minimizzazione della vernice a spruzzo non depositata (overspray), riduzione dei rifiuti e dei rifiuti di solvente.

Effetti incrociati – Vedi sezioni attinenti.

Dati operativi – Vedi sezioni attinenti.

Applicabilità – Vedi sezioni attinenti.

Aspetti economici – Vedi sezioni attinenti.

Addestramento

L'addestramento è una parte essenziale di un Sistema di Gestione Ambientale (vedi sezione).

Il personale che esegue molte delle funzioni e delle operazioni necessita di un addestramento adeguato. L'addestramento teorico e pratico nella manipolazione, nell'uso dei solventi e nella pulizia delle relative apparecchiature è essenziale. I nuovi rivestimenti o materiali, i sistemi e le attrezzature per l'applicazione necessitano di cambiamenti d'atteggiamento. I nuovi materiali di rivestimento spesso mostrano ridotti campi di applicazione cosicché le competenze tecniche degli operatori devono essere migliorate, altrimenti possono verificarsi problemi quali ad esempio la realizzazione di una pellicola troppo spessa.

Inoltre, possono essere enfatizzate anche le implicazioni ambientali, economiche e di salute. La documentazione scritta per tutte le operazioni che comportano l'utilizzo e l'handling di solventi dovrebbe includere:

- manuali di processo per dettagliare le quantità di sostanze chimiche richieste, provvedere all'identificazione delle procedure per le relative operazioni e fornire dati sulla salute e la sicurezza;
- procedure operative per spiegare come usare la particolare attrezzatura / impianti in connessione con particolari solventi o rivestimenti;
- occuparsi delle fuoriuscite.

Vantaggi ambientali – Riduzione del consumo di materia prima e della produzione di rifiuti. Riduzione dell'emissione dei COV.

Ottimizzazione di processi/impianti

La maggior parte delle attività richiede di venir ottimizzata, ad esempio il consumo e/o le emissioni insieme ad altri parametri quali la qualità, volume produttivo, etc., vengono monitorati mentre certe variabili di processo vengono modificate. L'ottimizzazione può iniziare dalla progettazione dei processi e spesso viene portata avanti da o con il supporto degli stessi fornitori. In alcuni casi possono essere utilizzati degli appositi software.

Alcuni esempi sono:

- l'ottimizzare la progettazione e il funzionamento del trattamento dei gas reflui mediante software;
- l'ottimizzare la regolazione termica della stampa offset a caldo per un minor utilizzo di alcol isopropilico.

Vantaggi ambientali – Consente di ottimizzare un'attività in termini di consumo d'acqua, energia e materie prime così come in termini di minimizzazione delle emissioni, in particolare di COV.

Dati operativi - Può utilizzare dati esistenti e può essere utilizzata come riferimento delle prestazioni così come dei piani di miglioramento.

Applicabilità - Applicabile a tutte le attività.

Aspetti economici – L'ottimizzazione a fini ambientali può ottimizzare le prestazioni di processo ed economiche dell'impianto.

Manutenzione

La manutenzione di tutti gli impianti e delle attrezzature è una parte essenziale di un Sistema di Gestione Ambientale (vedi sezione). Comporta di avere un programma di manutenzione e la registrazione di tutte le attività di ispezione e manutenzione, quali ad esempio:

- controllo visivo delle perdite da guarnizioni, flange, valvole, saldature, serbatoi e imballi;
- test in pressione di tubazioni e serbatoi;
- controllo del serraggio di dadi e bulloni;
- controllo del logorio meccanico su macchinari, valvole e imballi;
- ricalibrazione dei sistemi di misura.

Dove possibile, un programma di manutenzione preventiva dovrebbe essere organizzato e supportato da un apposito software che può aiutare ad accertarsi che non venga dimenticato nessun intervento di manutenzione.

Vantaggi ambientali – Riduce le perdite di solvente, migliora l'efficienza e la qualità dei prodotti e aiuta a mantenere il luogo di lavoro ordinato e gradevole.

Monitoraggio

Bilanci dei solventi

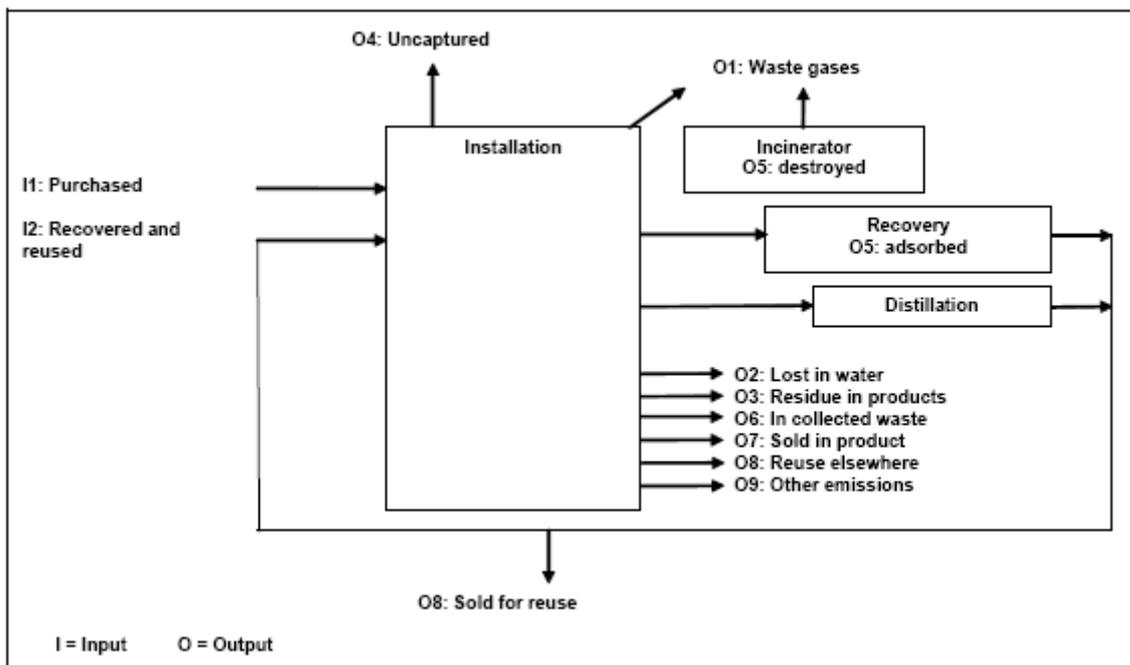
Come parte integrante della comprensione dell'impronta ambientale/piano gestionale di uno stabilimento, un gestore necessita di sapere:

- quanto solvente viene consumato e dove;
- quanto solvente viene emesso in aria e dove.

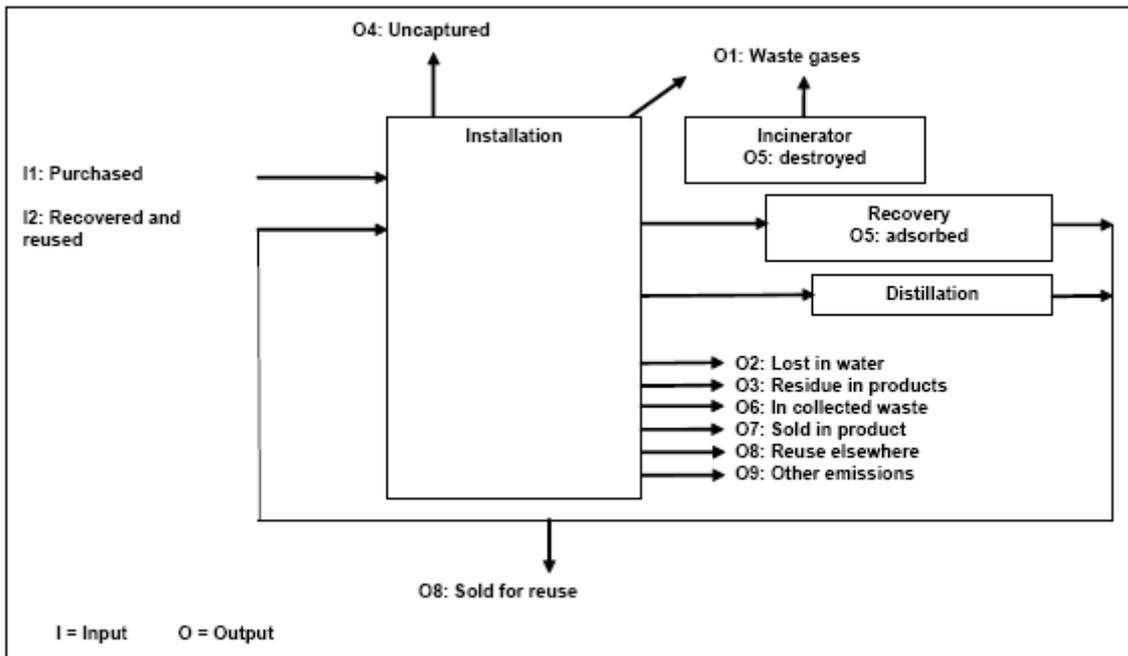
Diversamente dall'acqua, con i solventi organici è difficile misurare gli input e gli output. Le emissioni sono, quindi, determinate attraverso i bilanci di solvente. Ci sono più o meno cinque casi:

- quando non c'è abbattimento end-of-pipe con ri-uso interno di solvente;
- quando non c'è abbattimento end-of-pipe senza ri-uso interno di solvente;
- quando c'è recupero e ri-uso di solvente;
- quando è impiegato un abbattimento end-of-pipe e le emissioni fuggitive sono determinate, es. agenti pulenti;
- quando è impiegato un abbattimento end-of-pipe e le emissioni fuggitive non sono determinate.

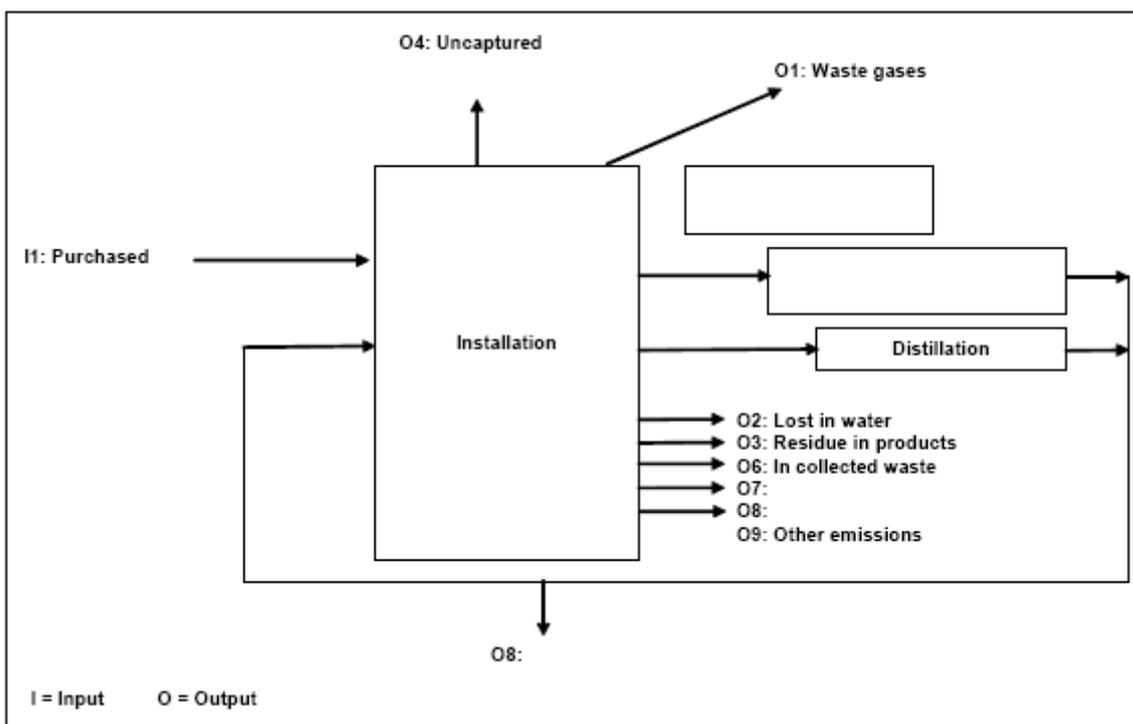
La figura E.1, tratta dal secondo draft del BREF comunitario, mostra tutti i possibili input e output derivanti dai solventi. Le successive figure E.2 - E.6 mostrano gli input e output per ognuno dei cinque casi indicati sopra. In tutte le figure "I" sta per input e "O" sta per output.



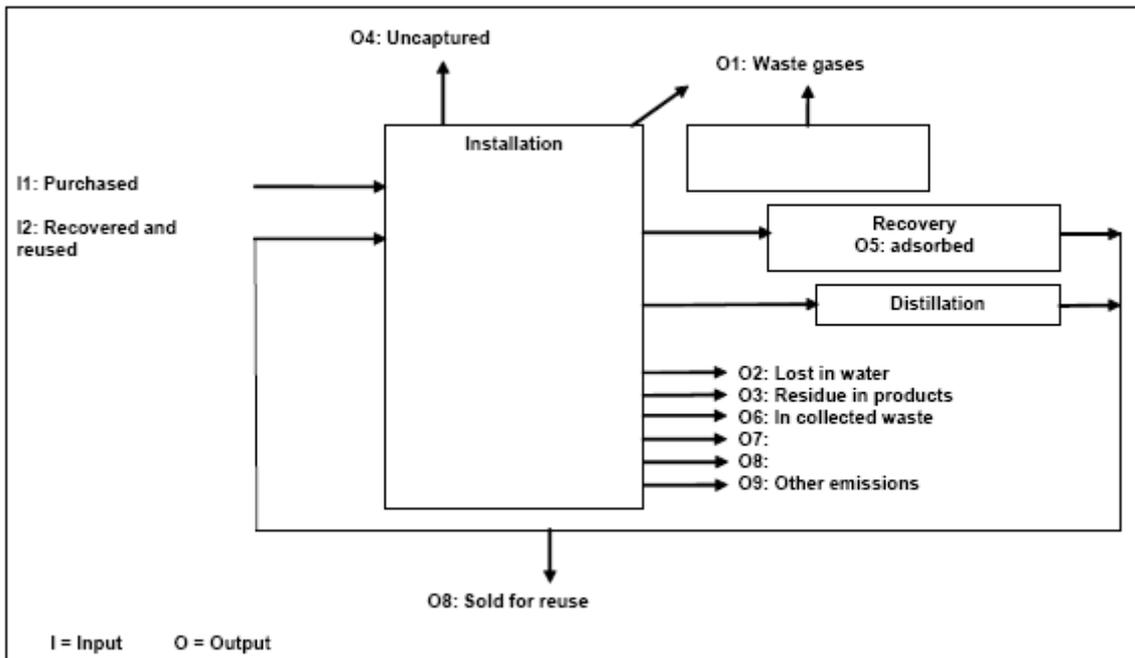
Tutti i possibili input e output da solventi



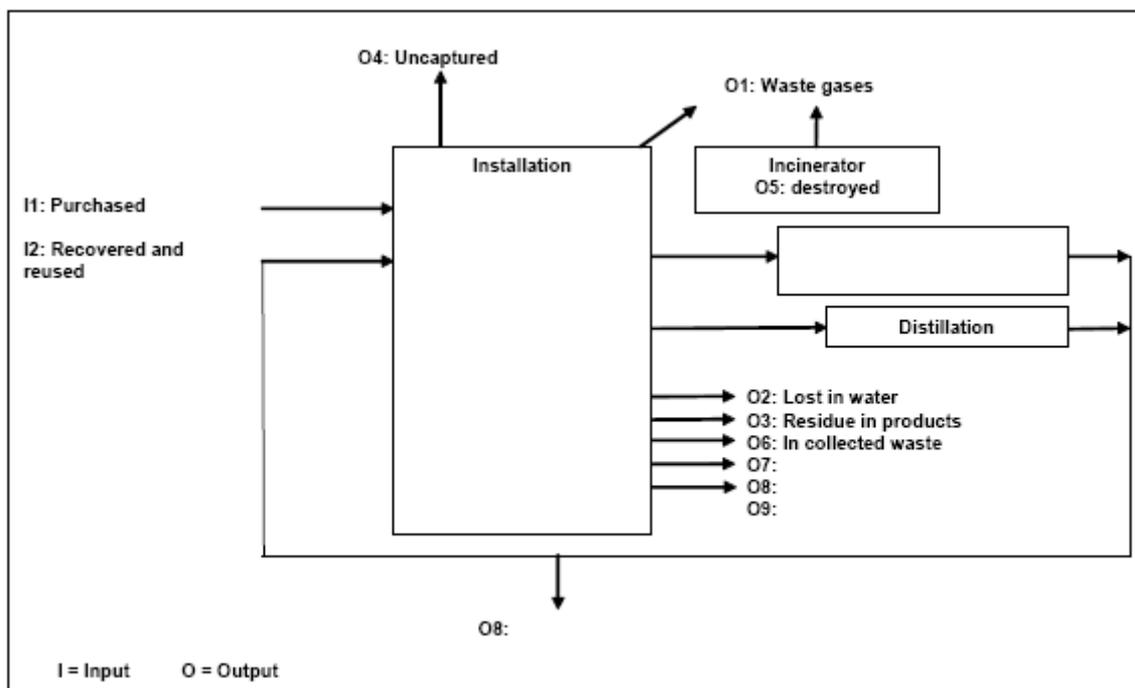
Input e output da uno stabilimento senza abbattimento end-of-pipe e con ri-uso interno di solvente



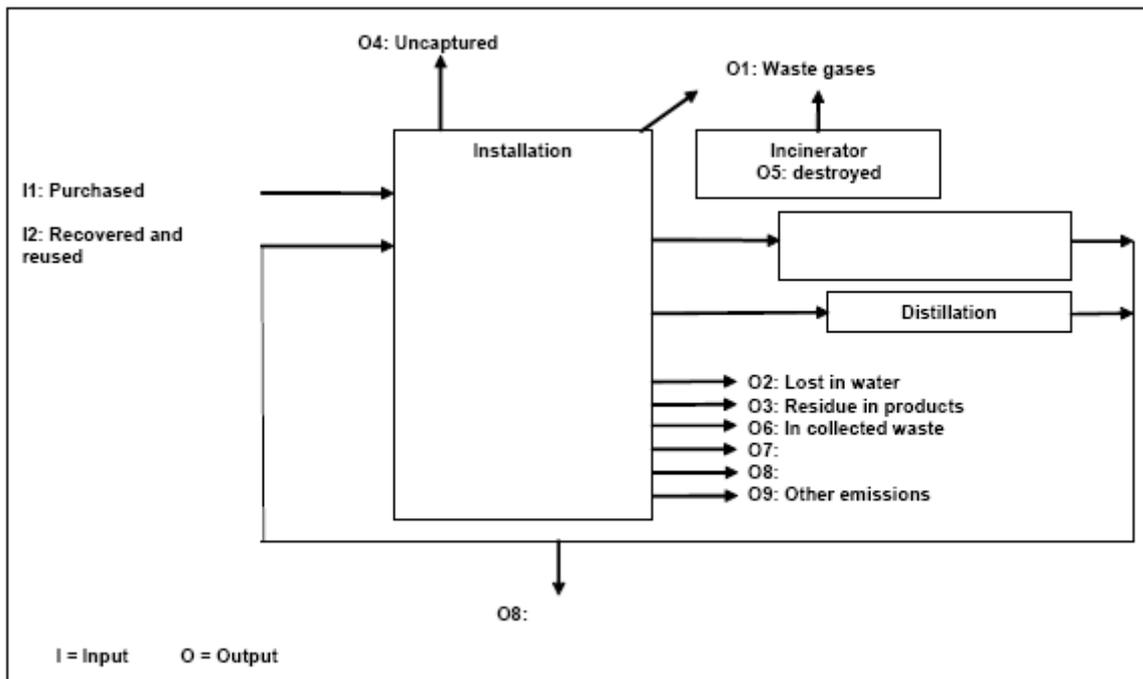
Input e output da uno stabilimento senza abbattimento end-of-pipe e senza ri-uso interno di solvente



Input e output da uno stabilimento con recupero e ri-uso di solvente



Input e output da uno stabilimento con abbattimento end-of-pipe e dove le emissioni fugitive vengono determinate



Input e output da uno stabilimento con abbattimento end-of-pipe e dove le emissioni fuggitive non vengono determinate

I bilanci di solvente, la cui funzione è di provare la conformità alle normative o ai permessi ambientali, sono normalmente redatti annualmente. Ad ogni modo, i bilanci sono normalmente preparati più frequentemente, ad esempio mensilmente o trimestralmente, per le seguenti ragioni.

- Inizialmente, i gestori necessiteranno di impegnare risorse per configurare un appropriato sistema di raccolta dei dati e per redigere e controllare i bilanci di solvente, ad esempio uno o due giorni uomo per mese saranno richiesti per le grandi società. Una volta che un sistema è stato stabilito e le misure chiave sono state identificate, i bilanci potrebbero essere più facilmente monitorati.
- Preparare i bilanci di solvente non è sempre facile. La società necessita di andare lungo una curva di apprendimento. I bilanci di solvente necessitano di essere preparati un certo numero di volte prima che ci si possa aspettare che siano corretti.
- I bilanci periodici forniscono un tempestivo avvertimento qualora sorgessero dei problemi. Si scopriranno i superamenti dei limiti sui limiti delle emissioni fuggitive così che diviene possibile correggere la situazione per tempo e ancora essere in conformità quando il bilancio di solvente per l'intero anno viene preparato.
- I bilanci periodici di solvente possono essere più semplici di quelli annuali. Per esempio, i cambiamenti nelle scorte possono derivare da motivi amministrativi piuttosto che da effettive prese di scorte.

Al fine di avere un ulteriore controllo sulla correttezza dei bilanci periodici, il bilancio annuale non dovrebbe essere la mera somma di tutti questi bilanci ma dovrebbe, per quanto possibile, essere fatto separatamente dai dati originali e includere un sistema di controllo degli andamenti. Questo bilancio annuale può poi essere comparato con la somma dei bilanci periodici per trovare eventuali discrepanze.

Vantaggi ambientali – I bilanci periodici di solvente indicano eventuali situazioni irregolari, riducono i rischi ambientali e abbassano le emissioni di solvente.

Dati operativi – Le cifre delle emissioni dovrebbero essere comparabili ed è importante che in tutto il medesimo settore industriale vengano applicate le stesse definizioni.

Applicabilità - Applicabile a tutti i settori che impiegano i solventi ma considerando anche i limiti applicativi indicati nel capitolo F.

Aspetti economici – La riduzione dei costi mediante l’ottimizzazione dell’uso di solvente.

Prevenire atmosfere pericolose nelle fogne

Quando i solventi vengono impiegati nei processi produttivi, tracce o più alte concentrazioni di solventi possono essere presenti nei reflui idrici qualora questi siano presenti (gli impianti e i processi potrebbero non richiedere uno scarico idrico). La presenza di solventi nelle fogne può portare a:

- pericoli di incendio o esplosione,
- formazione di vapori tossici,
- danno alla rete fognaria,
- interferenza con il trattamento delle acque reflue.

In alcuni casi può essere importante determinare scientificamente cosa è possibile scaricare con sicurezza tenendo presente i costi dei pretrattamenti. Si noti che il solvente non deve essere un COV o insolubile, poiché la temperatura delle acque reflue dall’impianto e nella pubblica fognatura può essere elevata e i solventi possono volatilizzare. Alcune sostanze possono essere scaricate a relative alte concentrazioni: ad ogni modo, questo metodo non tiene in considerazione la capacità di trattamento negli impianti di depurazione, sia municipali sia a piè d’impianto, e altre ragioni per applicare altri limiti di controllo.

Per assicurarsi che l’atmosfera nella fogna non risponda ai criteri sopra, il più semplice criterio da utilizzarsi è quello che il refluo entrante nella fogna non dovrebbe causare il superamento in aria delle concentrazioni tossiche della sostanza (la concentrazione limite di soglia, TLV). Queste saranno i livelli più bassi tra i fattori indicati sopra e, quindi, forniranno la protezione per tutti i fattori. Questo può essere così calcolato:

$$vp = vp0 * \gamma * mf$$

- vp = la tensione di vapore misurata
vp0 = la tensione di vapore del liquido organico puro
 γ = il coefficiente d’attività
mf = la frazione molare

Nella tabella che segue sono riportati alcuni esempi di concentrazioni di solventi in acqua (C_{TLV}) in equilibrio con i TLV in aria.

Esempi di solventi comuni	C_{TLV} (mg/l)	
	25 °C	40 °C
Acetone	1030	478
Etanolo	8550	3220

Etilacetato	216	96
Isopropanolo	2920	1030
Toluene	2.0	0.95

Vantaggi ambientali – Livelli sicuri di solventi nelle fogne.

Dati operativi – Difficoltà di ottenere alcuni dati.

Applicabilità – Dove ci possono essere più alti livelli di solventi, particolarmente solventi solubili, nei reflui. I motivi per l'implementazione sono la sicurezza e la salute dei luoghi di lavoro.

Monitoraggio di BOD e COD

Alti livelli di BOD e COD possono influire sull'efficienza di un impianto di depurazione. Questi due parametri possono essere monitorati prima dello scarico per evitare interferenze con il trattamento del refluo. Il rapporto tra COD e BOD dà una indicazione approssimativa della trattabilità biologica dell'effluente. Maggiore è il rapporto, maggiore può essere la difficoltà di trattare il refluo. Ad ogni modo, il carico (ad esempio la portata oraria o giornaliera moltiplicata per il COD o il BOD) è il fattore cruciale e l'impianto di depurazione ricevente, sia più d'impianto che pubblico, dovrebbe essere in grado di ricevere il carico.

Vantaggi ambientali – Riduzione dei livelli di BOD e COD nel refluo.

Gestione dell'acqua

Rigenerazione delle resine a scambio ionico

L'acqua esausta di lavaggio può essere rigenerata. Questo può portare a risparmi nel consumo d'acqua e ridurrà la quantità di reflui liquidi da trattare, riducendo i costi di trattamento in termini di costi d'investimento, utilizzo di energia e reagenti. Ad ogni modo, questo deve compensare il costo delle attrezzature di rigenerazione e l'energia e reagenti che questo può comportare. Dove l'acqua in ingresso è trattata, è spesso più facile ed economico (in termini di capitale impiegato, reagenti e energia) recuperare l'acqua di lavaggio che trattare l'acqua "pulita" in ingresso dal momento che la concentrazione ionica o i solidi totali disciolti (TDS) nell'acqua in ingresso può essere più alta dell'acqua di lavaggio.

Ri-uso dell'acqua internamente all'impianto

Il riciclo dell'acqua mediante l'uso sistemi di ricircolo chiusi, quali ad esempio torri di raffreddamento (sistemi aperti o chiusi) o scambiatori di calore, riduce la quantità d'acqua utilizzata sulla linea.

Vantaggi ambientali – Riduce il consumo dell'acqua e lo scarico dei reflui.

Dati operativi – La qualità dell'acqua ha un impatto molto grande sulla qualità del prodotto finale e come tale questa viene strettamente monitorata e può limitare il riciclo dell'acqua internamente al processo. L'uso di trattamenti chimici dell'acqua può influire sulla qualità del prodotto e limitare il riciclo dell'acqua.

Applicabilità – Sistemi di ricircolo chiusi (lavaggio) sono largamente impiegati per gli scambiatori di calore e i processi di raffreddamento dei rivestimenti organici. Questa tecnica è largamente impiegata nel settore del coil coating (verniciatura in continuo dei laminati).

Aspetti economici – Vi sono dei risparmi economici a causa del minor consumo d'acqua.

Lavaggio in cascata/stadi

Il lavaggio in cascata controcorrente (una tecnica a lavaggi multipli), combinata con misure di conducibilità e di flusso collegato nell'ultima fase di lavaggio, garantisce il minimo consumo d'acqua e la più bassa formazione di rifiuti.

Solitamente, il lavaggio in cascata/stadi consiste di tre fasi di lavaggio. Maggiore è il numero di fasi che vengono impiegate, inferiore è la quantità di acqua pulita che necessita di essere aggiunta all'ultima fase in modo da mantenere i limiti di conducibilità. L'eccesso dalla prima fase di lavaggio viene inviato al trattamento di depurazione.

Il lavaggio a stadi multipli è particolarmente adatto per ottenere un'alta percentuale di lavaggio con una piccola quantità d'acqua. Per esempio, nel lavaggio in cascata, l'acqua fluisce nella direzione opposta dei pezzi. Questo ha come risultato una richiesta d'acqua di lavaggio di qualità costante e può essere matematicamente così espressa (il GTR ha

ritenuto opportuno riordinare la formula riportata nel BREF in modo da renderla più comprensibile):

$$Sk = \frac{C_0}{C_n} = \left(\frac{Q/t}{V/t} \right)^n$$

Sk = criterio di lavaggio: rapporto fra la concentrazione nel bagno di processo (C₀) e nell'ultimo stadio del bagno di lavaggio (C_n).

Q/t = quantità di acqua di lavaggio necessaria (l/h) per raggiungere il criterio di lavaggio.

V/t = trascinamento (l/h).

N = numero di stadi di lavaggio.

Il principale effetto del risparmio viene raggiunto con il passaggio dal primo al secondo stadio. Come indicato nella tabella qui di seguito, una minor quantità di acqua di lavaggio può essere ottenuta mediante la selezione di un corretto sistema di lavaggio. Con l'incremento del numero di fasi di lavaggio il volume dell'acqua impiegata è ridotto e i risparmi d'acqua sono maggiori. La percentuale di recupero ottenibile è, ad un dato volume di evaporazione, direttamente correlata alla concentrazione delle sostanze chimiche di processo nella prima fase di lavaggio:

Criteri di lavaggio	10000	5000	1000	200
Numero di fasi	Quantità d'acqua di lavaggio necessaria l/h			
Singola fase	10000	5000	1000	200
Due fasi	100	71	32	14
Tre fasi	22	17	10	6

Tabella: quantità specifica d'acqua di lavaggio (litri d'acqua di lavaggio per litro spurgato) in funzione del criterio di lavaggio dato e del numero di fasi nel lavaggio in cascata controcorrente

Vantaggi ambientali – Riduzione nell'uso d'acqua e nella produzione di rifiuti. Con l'introduzione dei sistemi di lavaggio multistadio, parzialmente combinato con un sistema di ricircolo dell'acqua di lavaggio, può essere ottenuta una riduzione del refluo del 90%. Con la riduzione che si approssima allo scarico zero, più completo è il recupero delle sostanze chimiche di processo e meno saranno le esigenze di trattamento delle acque reflue.

Dati operativi – La conducibilità nell'ultima fase di lavaggio è correlata al massimo carico permesso di contaminanti che può influenzare ulteriormente i processi di trattamento superficiali. La durata degli ulteriori bagni di trattamento può essere migliorata attraverso il monitoraggio dell'inquinamento dell'acqua di lavaggio mediante misura della conducibilità.

L'accumulo di materiali di scarto, il quale può ridurre la qualità del processo, è possibile a meno di non prendere altre misure di manutenzione. L'accumulo di materiali di scarto può essere misurato attraverso misure di conducibilità.

Applicabilità – Vi sono opzioni e combinazioni adattabili per tutte le installazioni dove i bagni di trattamento chimico vengono utilizzati. Questa tecnica è

largamente impiegata nell'industria del coil coating, del rivestimento di autoveicoli e dei veicoli commerciali e industriali.

Aspetti economici – Generalmente l'installazione di un lavaggio in cascata/stadi è associata ad una necessità di più ampi spazi e maggiori costi di investimento (costi per i serbatoi addizionali, impianti di trasporto dei pezzi lavorati e controllo). La riduzione del consumo d'acqua, il recupero dei prodotti chimici e la minor quantità di effluente scaricato, il quale richiede un più piccolo impianto di trattamento, riducono il costo complessivo.

Controllo dell'impiego d'acqua

L'impiego d'acqua può essere ottimizzato per raggiungere una qualità richiesta quale quella individuata attraverso benchmarking, calcoli, analisi chimiche e chimico-fisiche (le quali possono essere online o manuali). Il flusso d'acqua è poi controllato da una persona autorizzata utilizzando una varietà di tecniche quali ad esempio la chiusura delle valvole di flusso o il monitoraggio dei parametri chiave. Per esempio, per il lavaggio, la conducibilità nell'ultima fase di lavaggio è correlata al massimo carico permesso di contaminanti che può influenzare gli ulteriori processi di trattamento superficiali. Il monitoraggio dello scarico dai lavaggi utilizzando le misure di conducibilità può ridurre la quantità d'acqua utilizzata poiché aiuta a controllare la quantità d'acqua di reintegro richiesta.

Vantaggi ambientali – Il consumo d'acqua e i rifiuti correlati ai lavaggi vengono ridotti e la durata degli ulteriori bagni di trattamento chimico viene migliorata.

Dati operativi – Le attrezzature di misura di conducibilità dovranno essere robuste nella maneggevolezza e nella manutenzione. Nel settore del coil coating la conducibilità consentita nell'ultimo stadio di lavaggio dipende dagli ulteriori processi ma è generalmente tra i 10 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C). Le misure devono essere compensate con la temperatura.

Applicabilità – Applicabile dove i bagni di trattamento chimico a base acquosa vengono utilizzati. Questa tecnica è largamente impiegata nell'industria del coil coating, del rivestimento di autoveicoli e dei veicoli commerciali e industriali.

Aspetti economici – Bassi costi di investimento vengono richiesti per le apparecchiature di misura della conducibilità. I risparmi economici vengono ottenuti poiché vi è una riduzione del consumo d'acqua e dei rifiuti generati.

Gestione dell'energia

Tutta l'energia in ingresso può essere registrata su base effettiva e divisa rispetto alla tipologia e al principale uso finale su base specifica, quale ad esempio mensile, giornaliera, oraria, etc.. Gli ingressi possono essere confrontati e ottimizzati rispetto ad altre misure di processo.

Le misure di risparmio energetico e i sistemi comportano l'uso di strumenti operativi o idonee attrezzature in grado di:

- massimizzare l'uso dell'energia consumata dall'installazione, ad esempio gestione della fornitura di energia in ingresso;
- minimizzare l'energia utilizzata nei processi;
- minimizzare l'energia utilizzata per raffreddare le soluzioni di processo;
- massimizzare l'efficienza degli altri utilizzi quali ad esempio l'estrazione dell'aria, altri motori elettrici e le operazioni degli impianti periferici o di riciclaggio;
- ottimizzare l'estrazione d'aria e degli spazi da riscaldare.

Maggiori informazioni sulla gestione energetica nei trattamenti superficiali a base acquosa, es. minimizzazione delle perdite di energia nei processi elettrochimici quali ad esempio elettrodeposizione, utilizzo dell'elettricità, riscaldamento e raffreddamento, possono essere trovati nelle linee guida nazionali o nei BREFs sul Trattamento delle superfici di metalli e plastiche.

Fornitura di energia ad alta tensione e larghi consumi

La fornitura di energia dovrebbe essere gestita per allineare le fasi, minimizzare le perdite di energia reattiva nel passaggio dall'alta tensione e fornire grandi quantità di energia.

Ogni impianto elettrico a corrente alternata quale ad esempio trasformatori, motori, etc. assorbe una energia totale chiamata energia apparente. Questa è costituita dall'energia attiva (in forma di lavoro o calore) e energia reattiva la quale è improduttiva. L'energia reattiva aumenta se la corrente è fuori fase in relazione al voltaggio ed è la differenza tra il voltaggio e i picchi dell'onda di corrente. Il fattore di potenza ($\cos\phi$) di un apparato elettrico è il rapporto tra la potenza attiva P (kW) sulla potenza apparente S(kVA) ed è il coseno dell'angolo tra il picco del seno della curva del voltaggio e della corrente. Più vicino è il $\cos\phi$ al valore di uno, maggiore è l'efficienza dell'uso della potenza; più basso è il valore $\cos\phi$, meno efficientemente l'energia viene impiegata. Quando $\cos\phi$ si posiziona permanentemente sopra 0.95, le perdite di energia reattiva ai livelli 15kV e 150 kV sono limitate.

Vantaggi ambientali – Minimizzazione delle perdite energetiche.

Applicabilità – Tutte le installazioni che utilizzano la trifase.

Aspetti economici – Tutte le perdite energetiche causano maggiori costi.

Efficienza energetica degli impianti

E' buona pratica installare impianti energeticamente efficienti quali ad esempio motori ad alta efficienza.

Vantaggi ambientali – Risparmio energetico.

Applicabilità – In funzione della dimensione dell'unità e dall'energia consumata, l'uso dei motori ad alta efficienza è una buona pratica per le grandi applicazioni.

Aspetti economici – Minimi extra costi quando sostituiscono un impianto o per un impianto nuovo.

Gestione delle materie prime

Gestione just-in-time

L'applicazione di un sistema di gestione just-in-time assicura che la quantità ordinata di materiale corrisponda al volume che è necessario.

Vantaggi ambientali – Risparmio di materia prima e riduzione dei rifiuti.

Applicabilità – Sistemi di gestione delle vernici sono comunemente applicati negli impianti di coil coating e nella verniciatura del legno in funzione della tipologia produttiva e delle contingenze del mercato.

Aspetti economici – Riduzione dei costi per ottimizzazione della logistica.

Garanzia di qualità di vernici e solventi

Solamente le vernici e i solventi che vengono approvati da esperti competenti (interni o esterni) sono utilizzate nelle cabine di verniciatura. Questa procedura di approvazione consiste in test di qualità approfondito e nella verifica che non si sostituiscano i materiali impiegati che hanno un minor impatto ambientale e tossicologico.

Vantaggi ambientali – Una sistematica valutazione degli impatti ambientali negativi in aria e acqua.

Applicabilità – Nelle grandi aziende dove l'applicazione delle vernici è un elemento molto importante.

Aspetti economici – La verifica interna dei materiali e l'approvazione è molto costosa ed è solamente adottata per le verniciature di alta qualità.

Minimizzazione dei consumi di materia prima

Sistemi di miscelamento automatizzati

Per utilizzare i sistemi di miscelamento automatizzati non è strettamente necessario utilizzare dei colori standard da miscelare per arrivare al colore richiesto. Un computer può calcolare come comporre i colori di partenza, anche se questi non sono standard, attraverso una loro misura spettrofotometrica.

Vantaggi ambientali – Riduzione nella produzione di rifiuti e risparmio di risorse. Durante il miscelamento si possono avere perdite di solvente dell'1-2%. Questo può rappresentare il 15% del totale delle emissioni di COV che con sistemi automatizzati chiusi possono essere considerevolmente ridotte.

Nella stampa, la quantità di inchiostro persa può essere ridotta del 75% in funzione del numero di volte che l'inchiostro viene miscelato e delle quantità interessate. I sistemi automatizzati consentono un perfetto dosaggio delle quantità.

Dati operativi – Questo metodo di lavoro, inoltre, consente di utilizzare vernici/inchiostri che vengono resi come elementi per nuove vernici/inchiostri. Le vernici rese sono miscelate assieme in accordo con il colore più prossimo. Quando si raggiunge una certa quantità, il colore risultante viene misurato e il computer impiega quel colore appena possibile.

Applicabilità – Comunemente impiegati in flessografia e calcografia nel confezionamento per gli inchiostri a base solvente dove più di 200 tonni di inchiostro per anno vengono miscelate.

Nel coil-coating il miscelamento automatizzato dei colori è correntemente applicato nelle fabbriche che producono vernici, tale tecnica può essere anche applicata direttamente nei siti produttivi vicino a linee di coil-coating.

Sistemi di miscelamento in linea per prodotti bicomponenti sono applicabili quando prodotti su attrezzature dedicate a linee di produzione singole. Non ci sono restrizioni nelle conseguenti tecniche di applicazione. In Olanda viene consigliato alle società di applicare questa tecnica quando è necessario miscelare oltre 200 litri di vernici bicomponenti. Per gli adesivi, sono miscelate quantità relativamente piccole. La tecnica è comunemente applicata nella verniciatura del legno e dei mobili, degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali. E' anche applicabile nel rivestimento dei treni.

Sono sistemi fondamentali e largamente usati nel settore aeronautico per la miscelazione di prodotti bicomponenti.

Aspetti economici – Nella stampa i costi di investimento dipendono dalle dimensioni e dalle esatte necessità, a iniziare approssimativamente da 50.000 euro e, comunque, nell'operatività, è possibile un risparmio perché viene utilizzato meno inchiostro ed è necessario smaltire meno rifiuti. In funzione delle dimensioni i risparmi possono portare ad un tempo di ritorno dell'investimento favorevole.

Per sistemi di miscelamento in linea di prodotti bicomponenti i costi di investimento sono di 9.000-18.000 euro per un impianto con sistema meccanico di miscelamento della vernice base. I costi sono di 27.000-37.000 euro per un impianto con sistema elettronico. Il tempo di ritorno dell'investimento normalmente è di diversi anni per le società con rivestimenti in piccole serie e, comunque, questo dipende dalla quantità di rifiuto evitata, il prezzo dei materiali che sono miscelati e i costi di smaltimento.

Riuso delle vernici/inchiostri resi

Le vernici/inchiostri resi a base di solvente o acqua possono essere riutilizzati se essi non sono troppo diluiti, se non sono già miscelati nel caso di prodotti multicomponente ad indurimento chimico (in quanto solidificano) e non sono contaminati con prodotti di lavaggio se questi differiscono dal solvente utilizzato come diluente. Diversamente non possono essere impiegati.

Per evitare contaminazioni del resto delle vernici/inchiostri, le parti delle macchine contenenti vernici/inchiostri devono essere svuotate il più possibile prima di essere lavate.

Vantaggi ambientali – Minor consumo di vernice/inchiostro fresco e minori rifiuti da smaltire.

Dati operativi – In generale, le vernici a base d'acqua possono essere meno riutilizzate rispetto a quelle a base di solvente. Nei flessi processi a base solvente la quantità di rifiuto di inchiostro che necessita di essere smaltita può essere ridotta del 30-50% e meno inchiostro fresco è necessario.

Applicabilità – La tecnica è applicata quando vengono utilizzati colori standardizzati diversamente si veda quanto detto nel paragrafo precedente sui sistemi di miscelamento.

Applicabile nella stampa offset a caldo e nella calcografia per pubblicazioni dove solamente quattro colori standard vengono utilizzati. In questi processi lo stesso

inchiostro è utilizzato per il passaggio successivo e resta nella pressa. I ritorni della pressa sono solitamente un problema nei casi in cui vengono miscelati colori specifici per lavori specifici, come succede nella stampa degli imballaggi flessibili.

Nel coil-coating è una pratica normale riutilizzare il fusto di vernice avanzata. Il fusto viene risigillato per un uso successivo quando lo stesso prodotto/colore è richiesto. Il solo rifiuto dall'applicazione della vernice sui laminati è il sottile film restante sui rulli e sull'attrezzatura consegnata che richiede una pulizia manuale dalla superficie per consentire il cambio di colore.

Aspetti economici – Risparmi dovuti ad un più basso consumo di vernice/inchiostro fresco e minori rifiuti da smaltire.

Riuso delle vernici/inchiostri recuperati

Quando vengono impiegate vernici/inchiostri a base d'acqua vi è la possibilità di riutilizzare le morchie e l'overspray recuperati ad esempio applicando un'ultrafiltrazione. Nel caso che vengano presi reflui misti, le vernici /inchiostri recuperati possono essere aggiunti alla vernici/inchiostri nere diversamente devono essere tenute e recuperate separatamente per poter essere rimiscelati con il medesimo colore.

Vantaggi ambientali – Minor consumo di vernice/inchiostro fresco e minori rifiuti da smaltire.

Dati operativi – Nei processi di rivestimento per elettro-immersione il riciclaggio delle vernici e la completa demineralizzazione dell'acqua è possibile mediante un sistema a ciclo chiuso dove l'ultrafiltrazione è solitamente impiegata in queste situazioni.

Applicabilità – Applicabile solamente negli inchiostri a base d'acqua ad un componente e nelle vernici a base d'acqua o solvente sempre ad un componente e nelle vernici a polvere. Le restrizioni sull'applicabilità sono così spiegabili:

- l'inchiostro nero è utilizzato in piccole quantità;
- ogni inchiostro colorato ha una differente alta qualità di preparazione;
- le morchie possono contenere agenti pulenti.

Nell'industria automobilistica è applicato da una società nella sezione della verniciatura di fondo (primer).

Nell'industria della stampa è applicato nella stampa degli imballaggi flessibili ma non in quello alimentare dove non ci sono aggiunte incontrollate d'inchiostro.

Nell'industria del mobile e del legno le morchie di verniciatura non sono riutilizzabili.

Aspetti economici – Gli elevati consumi di energia rendono tale tecnica maggiormente efficace dal punto di vista dei costi per impianti di trattamento dedicati.

Tubazioni dirette per le vernici/inchiostri dallo stoccaggio

La vernice o l'inchiostro viene trasportato dall'area di stoccaggio direttamente all'unità di inchiostaggio o di verniciatura attraverso un sistema dedicato di tubazioni.

Vantaggi ambientali – Le tubazioni dirette hanno una serie di vantaggi:

- Riduzione dei rischi di perdite attraverso il trasferimento e la decantazione
- Rimozione della necessità di aprire serbatoi e contenitori
- Possibilità di installare misuratori di flusso per un accurato controllo nei dosaggi

Applicabilità – La tecnica è applicata nei grandi impianti dove vengono impiegati grandi recipienti riutilizzabili di vernici/inchiostri. Nella stampa è applicata negli impianti con sufficienti consumi di inchiostri. Comunemente impiegata nei grandi impianti di stampa a caldo. Nella calcografia per pubblicazioni questa è una tecnica standard. Nella flessografia e calcografia per imballaggi non è applicata a causa delle centinaia di colori che vengono utilizzati. Largamente utilizzata nell'industria degli autoveicoli e dei veicoli commerciali e industriali.

Aspetti economici – I costi di investimento per il sistema di pompe e tubazioni sono notevoli. Ad esempio nell'industria della stampa l'investimento minimo è di 5.000-24.000 euro. Un minimo risparmio si ottiene attraverso inchiostri leggermente più economici e minor costi di smaltimento.

Tubazioni dirette per i solventi dallo stoccaggio

I solventi per il controllo della viscosità sono pompati direttamente dall'area di stoccaggio alla sezione di inchiostrostraggio o di verniciatura attraverso un sistema dedicato di tubazioni.

Vantaggi ambientali – Le tubazioni dirette hanno una serie di vantaggi:

- Riduzione dei rischi di perdite attraverso il trasferimento e la decantazione
- Rimozione della necessità di aprire serbatoi e contenitori
- Possibilità di installare misuratori di flusso per un accurato controllo nei dosaggi

Dati operativi – Nella stampa per fotoincisione viene impiegato solamente il toluene e, quindi, l'alimentazione diretta è facile da applicarsi. Ad ogni modo, nella stampa degli imballaggi flessibili la situazione è più complessa poiché il controllo della viscosità necessita di esser fatto con differenti solventi in funzione del tipo di lavoro. Generalmente vengono impiegati etanolo per la flessografia o etilacetato o miscele specifiche etanolo/etilacetato per la calcografia e qualche volta metiletilchetone (MEK) per adesivi e vernici qualche altra volta altri solventi.

Applicabilità – Comunemente impiegata nella calcografia per pubblicazioni e per i processi di stampa degli imballaggi flessibili. Largamente utilizzata nell'industria automobilistica. Non applicabile nel coil coating e nel settore legno-arredo.

Nel settore aeronautico è impiegata per impianti di grassaggio a ciclo chiuso e quindi per piccoli componenti.

Aspetti economici – Per i nuovi impianti i costi possono essere contenuti mentre l'implementazione su impianti esistenti può essere molto costosa.

Verniciatura a lotti

La verniciatura a lotti, anche chiamata raggruppamento colore o verniciatura blocco a blocco, significa che una serie di prodotti specifici viene verniciata con il medesimo colore. Questo comporta un meno frequente passaggio ad un differente colore.

Vantaggi ambientali – Riduzione delle emissioni di COV derivante dalla riduzione delle pulizie delle linee ad ogni cambio colore. Minor produzione di residui di vernici.

Effetti incrociati – Nessuno.

Dati operativi – Devono essere disponibili un sufficiente spazio per tenere i lotti di prodotti da verniciare così come un appropriato sistema di pianificazione logistica.

Applicabilità - E' comunemente applicata nell' industria degli autoveicoli in impianti di grande produzione. Applicata anche nel rivestimento degli imballaggi di metallo e nell'industria del mobile.

Aspetti economici – I risparmi in vernice, solventi e pulizia/tempo d'attesa vengono controbilanciati dai più alti costi di capacità di stoccaggio.

Sistema di pulizia "pig-clearing"

Questo metodo solamente carica tanta vernice quanta ne serve per il processo di rivestimento. La vernice viene poi spinta indietro dal tubo (flessibile) al sistema di alimentazione mediante un modulo di separazione elastico (pig-clearing, una sorta di pistone spinto ad aria compressa) e riutilizzata. Il solvente di spurgo può essere recuperato e riutilizzato.

Un tipo particolare di spurgatura è chiamato "spurgatura delicata" dove sostanze vernicianti con più bassi COV piuttosto che solvente sono utilizzate per purgare linee e pistole.

Vantaggi ambientali – I vantaggi sono legati ad un più basso uso di sostanze pulenti, la riduzione di perdite di vernice e solvente così come la riduzione delle operazioni manuali a seguito del cambio di colore.

Applicabilità – Non applicabile dove vengono utilizzati prodotti con bassa viscosità poiché essi andranno oltre il modulo di separazione. Nella verniciatura degli autoveicoli e dei veicoli commerciali e industriali deve essere valutata in funzione della complessità del sistema di circolatori che portano vernice alle cabine di spruzzatura. Nell'industria del mobile vi è anche una domanda crescente di mobili verniciati in colori individuali e speciali, conseguentemente è crescente l'uso dei sistemi di pig-clearing.

Aspetti economici – Riduzione dei costi derivante dalla riduzione dei consumi di vernice e solvente.

Processi di rivestimento e impianti

Pretrattamenti prima della verniciatura

Sgrassaggio con solventi

L'olio, il grasso e lo sporco sono rimossi dai substrati di metallo o di plastica mediante l'impiego di solventi. Questa operazione di solito avviene per immersione in una vasca contenente il solvente liquido o solvente allo stato di vapore sopra il liquido. Le vasche possono essere aperte o chiuse e possono essere usate in combinazione con sistemi ad ultrasuoni.

Vantaggi ambientali -

Effetti incrociati - Uso di COV estremamente volatili e/o alogenati

Dati operativi -

Applicabilità - Largamente usato

Aspetti economici -

Pretrattamenti a base d'acqua

I pretrattamenti a base d'acqua sono applicati per tre ragioni: rimuovere il grasso e lo sporco derivante dalle operazioni precedenti, migliorare la resistenza alla corrosione e migliorare l'adesione dei successivi strati di vernice. In genere i pretrattamenti applicati sono sgrassanti, fosfatanti e cromatanti.

Sgrassaggio a base d'acqua

L'olio, il grasso e lo sporco sono rimossi dai substrati di metallo e di plastica con soluzioni detergenti a base d'acqua. Esiste una varietà di detergenti acidi o soluzioni alcaline adatte a tutte le situazioni.

Vantaggi ambientali - Riduzione dell'emissione di solvente, in particolare gli alogenati.

Effetti incrociati - Generalmente ha bisogno di riscaldamento.

Dati operativi : Il sistema deve essere selezionato per essere idoneo alla rimozione degli oli e grassi dal substrato.

Applicabilità: Largamente usato.

Aspetti economici: Economici per l'installazione e l'esecuzione.

Rivestimento per conversione chimica con cromo

In genere i rivestimenti per conversione contengono cromo. Si usano per migliorare la protezione dalla corrosione su varie superfici di metallo, includendo l'elettrolitico con zinco, la galvanizzazione per immersione a caldo con zinco, alluminio, acciaio inossidabile, acciaio laminato a freddo, stagno, rame, e magnesio. Per la cromatura si usa cromo esavalente (CrVI) che è tossico a causa della sua cancerogenicità così come è dannoso per l'ambiente. Il suo uso oggi è proibito virtualmente nell'industria automobilistica (direttiva 2000/53/EC), dei beni elettrici ed elettronici (direttiva 2003/95/EC). Le sostituzioni dirette dal 2005 non sono state identificate. Comunque, le alternative sono state identificate nei laminati per le basse esposizioni alla corrosione.

Vantaggi ambientali: Incremento della vita del materiale prodotto. La fosfatazione e la cromatura non hanno impatto sul riciclaggio dei substrati metallici.

Effetti incrociati : La concentrazione di cromo esavalente nel bagno di trattamento, nel caso di risciacqui successivi, ha conseguenza sull'inquinamento delle acque reflue e sul sistema di trattamento.

Dati operativi : Lo spessore dello strato del rivestimento di cromatura è compreso tra 0.1 e 2 microm. Tali strati si prestano bene come mediatori di adesione per i rivestimenti successivi con strati di vernice o rivestimenti di materiale sintetici. I lubrificanti possono essere inclusi per diminuire i valori di attrito della striscia trattata. Questo sistema è applicato a spruzzo/a bagno e detergente o o tramite rullo con una apparecchiatura denominata "CHEMCOATER" seguita da una stazione di asciugatura "DRIER".

Applicabilità: Usato largamente per ragioni di qualità. Nel coil coating la cromatura è usata per migliorare la protezione dalla corrosione su varie superfici di metallo, includendo quelle elettrozincate e quelle zincate per immersione a caldo, l'alluminio, l'acciaio inossidabile, l'acciaio laminato a freddo, lo stagno, il rame e il magnesio. Senza questa protezione le superfici di acciaio rivestite di zinco hanno una forte tendenza alla corrosione con ossidazione in alcune ore.

Nell'industria automobilistica, la passivazione dello strato a fosfatazione con zinco era realizzata mediante soluzione di Cromo VI o di esafluoruro di zirconio, comunque l'uso di cromo esavalente (VI) nella produzione di veicoli, è proibito dal luglio 2003 dalla direttiva 2000/53/EC. Oggi il rivestimento per immersione catodica è applicato direttamente sullo strato di fosfato per realizzare una protezione alla corrosione di alta qualità.

Il meccanismo di protezione è basato sulla dissoluzione del Cromo (VI) presente sulla superficie del film. La presenza del cromato localmente inibisce qualsiasi azione corrosiva sulla superficie del metallo esposto. Senza tale protezione, le superfici di acciaio rivestite di zinco hanno una forte tendenza all'ossidazione.

Aspetti economici: Economico all'uso.

Rivestimento per conversione chimica senza cromo

Sono disponibili alcuni sistemi di rivestimento per conversione chimica senza cromo, basati su trattamenti con soluzioni composite organiche – fluoruro di zirconio, di fluoruro di titanio, o trattamenti con derivati organici del silicio (silani). Può essere richiesto un successivo strato polimerico per ottenere la resistenza alla corrosione desiderata.

Vantaggi ambientali - Si evita che i rifiuti e reflui liquidi contengano cromo esavalente (Cr VI) che è più pericoloso del cromo trivalente (III).

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi - Le verniciature *primer* (fondo) senza cromo nei sistemi di rivestimento di lunga durata in ambienti aggressivi, non sono ancora state provate completamente.

Applicabilità - Sono applicabili per alcune specifiche combinazioni di substrati metallici e sistemi di verniciatura, per particolari usi e applicazioni e per esempio per sistemi interni e a specifiche più basse.

Aspetti economici -

Sistemi di verniciatura

Vernici convenzionali con solventi

Le vernici convenzionali con solventi contengono approssimativamente 35 - 80 % di solventi organici per la regolazione della viscosità e la formazione della pellicola (film). Il tipo di solventi utilizzati dipende principalmente dagli agenti leganti utilizzati. Secondo il processo di formazione della pellicola, i materiali possono essere suddivisi in:

- rivestimenti termoplastici, dove l'asciugatura avviene attraverso l'evaporazione del solvente rimanendo chimicamente immutata la pellicola di rivestimento, ad esempio acrilici, vinilici;
- rivestimenti termoindurenti che avvengono attraverso l'evaporazione del solvente seguita da una reazione chimica o una reticolazione per la produzione di una struttura reticolare polimerica, ad esempio resine poliestere / amminiche, poliuretaniche ed epossidiche;
- rivestimenti per ossidazione a secco, dove le resine alchidiche sono modificate con oli naturali che induriscono/reticolano attraverso una reazione con l'ossigeno atmosferico.

Vantaggi ambientali - Confrontati con i sistemi a base d'acqua, è richiesta meno energia per l'asciugatura.

Effetti incrociati - Hanno le emissioni di COV più elevate.

Applicabilità - I prodotti a base di solvente sono usati come primo strato/ sigillanti, fondo e ricoperture superficiali, e dipendono dal tipo di industria e dal substrato.

Le vernici a base di solvente sono applicate comunemente:

- nel rivestimento degli autoveicoli
- nel rivestimento di veicoli commerciali e industriali
- nel rivestimento di autobus
- nel rivestimento di treni
- nel rivestimento "coil-coating"
- nel rivestimento e costruzione di veicoli agricoli
- nel rivestimento di navi e yacht
- nel rivestimento di velivoli
- nel rivestimento di bobine
- nel rivestimento di imballaggi di metallo
- nel rivestimento di lavorati in plastica
- nel rivestimento di mobili e materiali di legno.

Vernici ad alto solido a base di solventi

L'alto solido, attualmente non definito univocamente, rappresenta un miglioramento delle vernici convenzionali a base di solvente. Il contenuto di solidi ammonta solitamente a più del 60-65 vol (peso) %. Gli agenti filmogeni sono principalmente costituiti da resine poliesteri, epossidiche, poliuretaniche bi-componenti,

polisilossaniche o alchidiche.

Vantaggi ambientali - Riduzione significativa dell'uso e delle emissioni di solvente.

Effetti incrociati –

Dati operativi – Per la verniciatura di macchine agricole e da costruzione o di elettrodomestici, viene molto usato l'alto solido costituito da acrilato e poliestere isocianato.

Applicabilità - Largamente applicabile laddove non venga richiesta una qualità di finitura elevata o bassi spessori (es. poro aperto nel caso del legno).

- Nel rivestimento di navi e yacht, i rivestimenti epossidici ad alto solido sono applicati comunemente per le parti sommerse di navi e yacht.
- Nel rivestimento di aerei, i rivestimenti ad alto solido possono essere applicati nei rivestimenti superficiali sempre nei vincoli di riferimento dei requisiti di progetto e di certificazione.
- Nel rivestimento di treni, la vernice ad alto solido è applicata solo nella finitura superficiale.
- Nel rivestimento di autoveicoli, veicoli commerciali e industriali e degli autobus, il sistema ad alto solido è applicato solo nella spruzzatura del primer.
- Nel coil coating, l'alto solido è applicato comunemente.

Le vernici ad alto solido non sono applicate nell'industria europea degli autoveicoli, dei veicoli industriali e commerciali e degli autobus, perché non sono compatibili con i materiali solidi medi (problemi di applicazione e qualità). L'approvvigionamento di base per questi materiali avviene negli Stati Uniti. Ci sono anche restrizioni sulla domanda di materiale, come la bassa proprietà del punto di flash del solvente, che è la principale restrizione per la sicurezza nell'EU. Attualmente non vengono applicati nel rivestimento e nella costruzione di veicoli agricoli, nelle lavorazioni di pezzi in plastica, negli imballaggi di metallo, nei mobili di legno.

Aspetti economici - I costi di acquisto delle vernici ad elevato tenore di solidi sono più alti rispetto alle vernici convenzionali, però il costo per metro quadro è inferiore poiché esse comportano una maggiore copertura. I risparmi possono essere attesi sui costi di manodopera.

Vernici ad acqua

Le vernici ad acqua contengono agenti filmogeni a base acquosa o idrodispersi. I sistemi di vernice ad acqua possono essere monocomponenti, tuttavia sono principalmente utilizzate vernici a 2-componenti e vernici che reticolano mediante radiazione UV. Sono principalmente costituite da resine alchidiche, poliuretaniche, poliesteri, acrilate, melaminiche ed epossidiche.

Sistemi di verniciatura ad acqua hanno normalmente un contenuto di acqua dal 10 - 65 wt % e spesso contengono anche dal 3 al 18% di solventi organici come coalescente per il miglioramento delle proprietà dello strato bagnato della pellicola. Sono inoltre disponibili le vernici senza solventi organici⁹. I biocidi possono far parte della formulazione come conservanti per l'immagazzinamento delle vernici, nelle applicazioni in architettura e per l'elettrorevestimento (che è tenuto in vasche).

I miglioramenti principali ottenibili con questi materiali sono la protezione dalla

⁹ Al GTR queste vernici non risultano essere commercialmente disponibili

corrosione e la resistenza esteriore (contro agenti climatici).

Le vernici ad acqua a 2-componenti mostrano una miglior resistenza, specialmente quella meccanica ed anche una buona funzione di isolante nei confronti dell'umidità.

Vantaggi ambientali - I principali vantaggi delle vernici ad acqua sono la riduzione dell'emissione di COV e la possibilità di riciclaggio della vernice in uso in certe applicazioni, ad esempio con l'ultrafiltrazione. La pulizia dei sistemi di spruzzo e di altri strumenti può essere effettuata con acqua mista a solvente, con una proporzione di solvente approssimativamente compresa dal 5 a 20%.

Un altro vantaggio delle vernici ad acqua è la bassa capacità di combustione che può comportare costi più bassi per l'applicazione, il deposito e l'asciugatura, se confrontate con i materiali convenzionali.

Effetti incrociati – Rispetto ai solventi organici, l'acqua ha un'energia di evaporazione più alta, quindi la richiesta di energia per asciugare le vernici ad acqua è presumibilmente più alta se deve essere ottenuta la stessa velocità di asciugatura delle vernici a base di solventi. Comunque, confrontata con l'atomizzazione, l'acclimatizzazione delle cabine, il riscaldamento dei substrati, le perdite dal forno ecc. la richiesta di energia per l'evaporazione delle componenti volatili rappresenta solamente circa l'1% per molti processi industriali. L'acqua, rispetto ai solventi organici, ha un impatto minore sul totale dell'energia di processo. La richiesta di energia supplementare è significativa solamente per avere un'asciugatura in certe condizioni ambientali e nel caso di processi bagnato su bagnato.

A causa della bassa efficienza di applicazione delle vernici ad acqua, il consumo di vernice può essere più elevato (questa affermazione non è valida per il settore del legno). Comunque, nella pratica, la riduzione dell'efficienza di trasferimento è valida per l'applicazione a unità elettrostatiche a campana ad alta rotazione se il caricamento avviene all'esterno (al massimo meno del 5%). La riduzione dell'efficienza di trasferimento può avvenire nelle applicazioni elettrostatiche condotte manualmente dove la tensione viene limitata per ragioni di sicurezza. Tecniche alternative come il caricamento interno sono disponibili e largamente impiegate.

I rivestimenti ad acqua sono usati soprattutto nelle nuove installazioni e nella riprogettazione degli impianti; l'efficienza è migliorata a causa delle migliori prestazioni delle attrezzature e per la più elevata velocità di anticipazione del problema. Le applicazioni automobilistiche mostrano efficienze di trasferimento quasi confrontabili rispetto ai sistemi a base di solventi.

Potrebbero aumentare i reflui di scarico.

Dati operativi: Le vernici ad acqua possono dar inizio a problemi di corrosione significativi all'interno dei sistemi di spruzzo a causa della presenza di acqua ed ossigeno. La sostituzione con vernice ad acqua per installazioni convenzionali richiede modifiche significative dei mezzi, degli impianti e delle attrezzature come la sostituzione delle linee di alimentazione della vernice utilizzando acciai idonei allo scopo.

L'aumento dell'intasamento delle attrezzature a spruzzo si riscontra nel rivestimento di mobili e del legno.

Se sono utilizzate vernici ad acqua, devono essere considerati generalmente i seguenti requisiti:

- la temperatura dell'ambiente deve essere tra 18 - 28 °C;
- la temperatura di superficie del pezzo in lavorazione non può essere più bassa che 15 °C;

- un processo ottimale è dato da un'umidità dell'aria compresa tra 55 – 75%;
- vernici ad acqua non possono essere immagazzinate sotto 0 °C (deterioramento per gelo).

Applicabilità - Per molti anni, le vernici ad acqua sono disponibili sul mercato e sono largamente usate. A causa dello sviluppo continuo di questi materiali, il loro campo di applicazione sta decisamente aumentando.

Nell'industria automobilistica sono applicabili per le nuove installazioni.

Nel rivestimento di navi e yacht, le vernici ad acqua hanno un uso limitato sebbene esse siano disponibili per numerose applicazioni.

Nel rivestimento dei treni sono utilizzate vernici ad acqua epossidiche bicomponenti prive di cromati nel primo trattamento di verniciatura, nella verniciatura di fondo e nella finitura finale. Vernici ad acqua sono applicate anche per la protezione del sottoscocca.

Per il rivestimento dei veicoli agricoli, sono applicate comunemente in bagni di rivestimento cataforetici anche nelle finiture superficiali.

Nel coil coating la vernice ad acqua può essere usata ma l'applicazione è limitata soprattutto per il primo trattamento di verniciatura.

Le vernici ad acqua sono usate nel rivestimento degli imballaggi metallici e contengono comunque solventi organici fino al 38%. Nel rivestimento esterno dei fusti si usano rivestimenti ad acqua con meno dell'1% di solventi organici.

Nel rivestimento di pezzi in plastica, i sistemi ad acqua sono applicati comunemente nel primo trattamento di verniciatura, nella verniciatura di base e qualche volta nel rivestimento trasparente.

Nel settore aeronautico sono attualmente impiegati per parti di velivolo civile e anche per i nuovi programmi dei velivoli militari è previsto il loro impiego.

Aspetti economici: È probabile che i costi siano elevati e comportino il cambiamento delle linee di verniciatura automatizzate esistenti. L'adattamento viene eseguito di solito a fine vita dell'installazione esistente. Dove la verniciatura è applicata a mano, i costi per il retrofit sono bassi ma ancora significativi e dipenderà dal rapporto delle attrezzature manuali e automatiche.

Vernici a solidificazione per radiazione

Le vernici di rivestimento che solidificano (reticolano) per radiazione, si basano sull'attivazione di particolari gruppi chimici per mezzo della luce UV o di elettroni veloci. Questa proprietà si trova nelle resine e diluenti liquidi, così è possibile produrre sistemi liquidi per il rivestimento che solidificano e induriscono senza emissione di calore e senza alcuna emissione di COV. In alternativa, una simile funzionalità chimica può essere incorporata nei rivestimenti a base acquosa o anche in quelli solidi (polvere). Le resine di base sono epossidiche, poliestere, poliuretaniche ma tutte con gruppi funzionali acrilici o vinilici. La reazione di solidificazione è iniziata direttamente dall'irraggiamento del fascio di elettroni (EB) o dalla radiazione ultravioletta (UV) per mezzo dell'aggiunta di foto iniziatori.

Vantaggi ambientali - Né le vernici ad acqua né le vernici a solidificazione per radiazione generano rifiuti liquidi o emissioni di COV.

Dati operativi - Le vernici per solidificazione da radiazioni UV possono essere applicate in molte tecniche, come la spazzolatura, la verniciatura a rullo, la colatura, il rivestimento a spruzzo sottovuoto.

Applicabilità - Largamente usato laddove applicabile.

I rivestimenti che induriscono per effetto delle radiazioni UV sono ampiamente utilizzati nella produzione di lattine in tre elementi. Non sono, comunque, utilizzate nella produzione per imbutitura e stiratura (DWI) di lattine e tubi in alluminio.

Nei manufatti in plastica, la solidificazione mediante UV viene applicata per la vernice trasparente.

Nella verniciatura dei mobili e del legno, le vernici a base acquosa, che induriscono all'UV, sono comunemente applicate in alcuni rivestimenti. Di solito questo accade nel caso di pannelli piani che sono rivestiti separatamente prima di essere assemblati.

Non sono attualmente applicati nel rivestimento di autoveicoli, di velivoli, navi, treni, autobus, aerei, veicoli agricoli, veicoli commerciali e industriali e nel coil coating.

Aspetti economici - I costi dipenderanno dalle specifiche, dalle quantità e dai fornitori. Per esempio, il costo delle vernici a base d'acqua a solidificazione per UV sono circa EUR 6.50 per chilo che è di più delle vernici convenzionali (ad esempio la vernice poliuretana bi-componente costa EUR 4.35 per chilo). Comunque, complessivamente il costo per metro quadrato è minore perché con l'elevato contenuto solido si ha una maggiore efficienza e si ottiene almeno il 50% di riutilizzo dell'overspray.

Il prezzo approssimativo per chilo della polvere per il rivestimento a solidificazione UV è compreso tra EUR 5.15 - 12.36 (nel 2003).

L'investimento di una nuova unità per il rivestimento a polvere a solidificazione UV, è di circa EUR 875.000 e comprende EUR 275.000 per l'installazione della cabina di asciugatura e EUR 600.000 per l'automazione, il materiale lucidante e i sistemi di convogliamento etc.. I costi operativi sono più o meno gli stessi delle unità convenzionali che utilizzano solventi.

Rivestimento in polvere a solidificazione convenzionale

Il rivestimento con strati di polvere senza solventi consiste nell'impiego di polveri di dimensioni comprese tra 25 - 60 micron.

I principali agenti per la formazione della pellicola sono il poliestere o le resine di epossidi. Per la solidificazione, il materiale viene scaldato in un essiccatore a convezione dove si scioglie e si fonde in un film. I sistemi di rivestimento a polvere hanno le seguenti caratteristiche positive di seguito riportate:

- sono quasi senza emissioni di solvente;
- non è necessaria l'acqua per assorbire le particelle di lacca nella cabina di verniciatura;
- la bassa generazione di rifiuti se è utilizzata la possibilità di riciclo della vernice usata;
- il riciclo della vernice è tecnicamente possibile (fino al 95%) ed è necessario per ragioni di economicità;
- l'elevata efficienza di applicazione fino al 100 %;
- l'elevata porzione di aria circolante nella cabina di verniciatura dà luogo ad una riduzione di consumo di energia.

Tuttavia ci sono anche gli svantaggi come di seguito riportati.

- Il controllo dello spessore della pellicola è difficile (si vedano i dati operativi): nel rivestimento di autoveicoli, veicoli commerciali e industriali ed autobus, un elevato spessore dello strato (approssimativamente 65 micron) è necessario e dà luogo ad un consumo di vernice più elevato;

comunque, oggi in modo crescente, sono conseguibili anche strati più sottili (approssimativamente 55 - 60 micron).

- Sono necessarie temperature più alte per l'asciugatura (approssimativamente 140 - 200 °C) comunque il rivestimento in polvere sta divenendo sempre più disponibile a temperature di solidificazione più basse tra i 60 - 100 °C.
- Le condizioni applicative devono essere rigorosamente mantenute (temperatura, umidità).
- Le applicazioni manuali sono possibili solamente in certe condizioni di sicurezza (contro la polvere e le tensioni elettrostatiche).

Vantaggi ambientali - L'applicazione del rivestimento a polvere non genera reflui né emissioni di COV.

La tecnologia di verniciatura con polvere, applicata tramite lo spruzzo assistito elettrostaticamente, non richiede una ripresa di particelle di overspray tramite l'acqua. Per questo il riprocessamento dei reflui acquosi non è necessario e l'uso di additivi (come agenti di coagulazione) può essere evitato.

Gli attrezzi per l'applicazione e le cabine possono essere pulite mediante sistemi a vuoto o attraverso il soffiaggio ad aria compressa. In questo modo vengono risparmiate risorse ed evitate le emissioni di solvente.

Effetti incrociati - Sono richieste elevate temperature per l'essiccazione. Comunque, attraverso la combinazione delle tecniche ad infrarosso e l'essiccazione a circolazione d'aria, l'efficienza energetica è comparabile alle tecniche di essiccazione convenzionali.

A causa del processo chimico di reticolazione, bassi livelli di emissione di COV possono essere emessi durante l'essiccazione conseguentemente alle reazioni chimiche di reticolazione.

Dati operativi - Lo spessore della pellicola di rivestimento in polvere non è di semplice definizione. Il possibile campo di applicazione dello spessore della pellicola è limitato dalla distribuzione della granulometria delle particelle di polvere così come dalla velocità di applicazione e dalle condizioni di reticolazione. In questo modo è tecnicamente possibile applicare uno strato di rivestimento sottile fino a 5 micron ma la polvere deve essere macinata molto finemente e controllata con precisione. Questa è un'operazione molto costosa. Inoltre, queste polveri molto fini hanno basse proprietà reologiche e di trasporto e sono, quindi, difficili da applicare. L'applicazione del rivestimento a polvere a 30 micron è disponibile per alcuni usi finali. D'altra parte possono essere applicati rivestimenti molto spessi attraverso la sinterizzazione della polvere ma, in questo caso, il fattore limitante è il tempo necessario per il trasporto di calore e la fusione: se la formulazione è termoindurente (indurimento con il calore), la superficie può indurirsi prima della completa fusione, intrappolando bolle d'aria all'interno del film. A meno di particolari impieghi, spessori della pellicola maggiore di 90 micron sono inusuali semplicemente per questioni economiche.

Applicabilità - In molti settori i rivestimenti a polvere sono già una tecnica consolidata. Riguardo ai vantaggi ambientali c'è la possibilità di automazione e una buona redditività poiché c'è la possibilità di riciclare l'overspray e l'uso di rivestimenti a polvere è in continuo aumento. I rivestimenti a polvere richiedono tecniche di applicazione elettrostatiche e sono per questo appropriate per i metalli.

Aspetti economici - I costi dipenderanno specificatamente dalle quantità e dai fornitori. Il prezzo per sistemi di rivestimento a polvere ancora è attualmente più alto rispetto ai sistemi di rivestimento convenzionali. Il prezzo per chilo era compreso tra

EUR 5.15 - 12.36 nel 2003.

Vernici in polvere disperse in acqua

Le vernici in polvere disperse in acqua consistono in polveri disperse e stabilizzate in acqua e sono applicate utilizzando un'attrezzatura convenzionale per vernici liquide. Si possono usare per applicazioni della vernice trasparente.

Benefici ambientali - L'applicazione delle polveri disperse in acqua non genera né rifiuti liquidi né emissioni di COV. Nell'industria automobilistica sono ottenibili risparmi significativi di energia sostituendo il rivestimento trasparente bicomponente convenzionale con uno bagnato su bagnato basato su vernici in polvere disperse in acqua.. Con l'applicazione bagnato su bagnato è possibile saltare la fase di essiccazione intermedia.

Dati operativi - E' necessaria una fase di asciugatura forzata.

Applicabilità - Questa tecnica è applicata attualmente solamente in un caso nell'industria automobilistica.

Materiali preverniciati

I materiali pre-verniciati possono essere usati nell'assemblaggio di prodotti, riducendo il numero di verniciature o eliminando la necessità di verniciare. Nel caso di rivestimenti dei substrati di dimensioni uniformi, come i nastri metallici rivestiti, pannelli in legno o fibra, possono essere utilizzate tecniche di più difficile applicazione su prodotti assemblati o su loro parti e che comportano maggiori benefici dal punto di vista ambientale.

Benefici ambientali - Riduzione significativa dell'emissione di COV che dipende dalle attività a spruzzo le quali vengono sostituite con l'applicazione della verniciatura in continuo dei laminati. Uso più efficiente dei materiali. Maggiore efficienza nell'asciugatura o nell'indurimento (essiccazione).

Effetti incrociati - Nessuno

Dati operativi -

Applicabilità - I nastri in metallo rivestiti sono generalmente forniti già completo con il rivestimento di finitura, ma possono essere anche fornito con la verniciatura di fondo (primer) pronti per i rivestimenti successivi. I nastri rivestiti sono utilizzati per un numero crescente di applicazioni: nei prodotti per la costruzione e nell'edilizia, negli elettrodomestici, nelle roulotte, caravan e case mobili, armadi e cabine di metallo, ecc.

Per il rivestimento dei treni, tali materiali di rivestimento vengono sempre più usati nei vagoni di trasporto merci.

Nei veicoli agricoli e da costruzione, alcuni costruttori applicano la cataforesi e la finitura finale prima dell'assemblaggio; in questo caso l'utilizzo di nastri ricoperti può essere opzionale.

Negli imballaggi in metallo, i materiali laminati verniciati sono comunemente usati e fabbricati in tre pezzi.

Anche per la produzione di velivoli sono impiegati materiali preverniciati.

Aspetti economici - Riduzione delle fasi di produzione e concentrazione sulla produzione principale.

Vernici che contengono metalli tossici

I pigmenti per vernice hanno metalli tossici come cadmio, cromo esavalente, nichel e piombo per la colorazione dei loro composti e la resistenza alla corrosione. Il loro uso oggi è comunque severamente limitato da regole e permesso solo per alcune attività.

Effetti incrociati - Materiali tossici per l'ambiente.

Applicabilità - Applicazioni specifiche.

Processi di applicazione delle vernici e impianti

I processi con un'elevata efficienza di applicazione includono il rivestimento a riempimento, a rullo, a velo, ad immersione, ad allagamento e a vuoto. Questi processi generano meno overspray rispetto al sistema a spruzzo ma non sono generalmente applicabili. Con riferimento al rivestimento a immersione, due processi possono essere distinti: convenzionale e per elettroforesi.

Per i sistemi a spruzzo assistito elettrostaticamente, viene generato un campo elettrico tra il pezzo in lavorazione e lo spruzzo della pistola. Si ottengono i seguenti vantaggi riguardanti sia l'ambiente che l'efficacia di rivestimento:

- più bassi consumi di materiale, più basse emissioni, bassa produzione di fanghi di verniciatura e riduzione delle aree sporche di vernice (minore pulizia);
- possibilità di miglioramento dell'automazione dei processi di verniciatura, rivestimento più veloce e, quindi, produttività più elevata;
- minore consumo di aria (minore richiesta di energia).

Gli svantaggi per la verniciatura a spruzzo assistita elettrostaticamente sono il rischio di colature dai bordi e spessori degli strati troppo profondi nelle cavità e nei bordi interni dovuti ad una concentrazione di materiali di vernice sopra queste aree.

Nonostante l'incremento dell'utilizzo delle tecniche a spruzzo assistite elettrostaticamente, la verniciatura a spruzzo senza carica elettrostatica è ancora largamente usata. Rispetto ai processi elettrostatici, i costi di investimento sono significativamente più bassi. Non sono richiesti speciali requisiti riguardo la geometria, le vernici, la conduttività elettrica e la sicurezza sui luoghi di lavoro. Gli svantaggi di queste tecniche sono le basse efficienze. Per questo motivo, molte tecniche sono state sviluppate per minimizzare l'overspray, la cui efficienza è confrontabile con i processi elettrostatici. Queste tecniche sono anche descritte nelle sezioni seguenti.

Rivestimento a rullo

L'applicazione ha luogo mediante rullo in gomma o gommapiuma; è inoltre possibile verniciare su entrambi i lati. Il peso dell'applicazione può essere modulato attraverso la variazione dello spazio compreso tra i rulli.

Se il pezzo in lavorazione e il rullo si muovono nella stessa direzione possono essere applicati strati solamente fino a 12 µm e possono essere utilizzati solo rivestimenti con

certe viscosità. Questi problemi non si presentano quando il rullo ha la direzione opposta al movimento del pezzo in lavorazione.

Un particolare impiego del rivestimento a rullo (inverso) è l'applicazione nei processi automatici di riempimento del legno: il riempitivo viene applicato mediante rullo nei verniciatori inversi e l'eccesso di vernice viene strofinato via. Dopo l'indurimento, una superficie liscia è ottenuta mediante trattamento di abrasione.

Benefici ambientali: Dipende dal pezzo in lavorazione e dalle condizioni del processo, può essere raggiunta una efficienza tra il 90 e il 100 %.

Effetti incrociati: -

Dati operativi: -

Applicabilità: Il ricoprimento a rullo è applicato specialmente per i materiali mono e bicomponenti e per materiali polimerizzabili ad elevata viscosità o al 100% di contenuto solido.

Nel rivestimento degli imballaggi in metallo, la verniciatura a rullo è comunemente applicata per i rivestimenti esterni delle lattine. Nella produzione a partire da tre elementi, il rivestimento a rullo è usato esclusivamente per verniciare i fogli e le bande laterali.

Nell'estrusione dei tubi in alluminio la verniciatura a rullo è usata esclusivamente per la verniciatura di base.

Nel coil coating è una tecnica largamente applicata.

Nel settore del legno e del mobile, è applicata esclusivamente per i pezzi piani (es. pavimenti prefiniti).

Aspetti economici: Una macchina utilizzata per il rivestimento a basso peso nell'industria del mobile e del legno, con un'ampiezza di lavoro di 1,3 metri e una potenza elettrica installata di 5,5 kW, ha un costo di circa EUR 55.000 nel 2000. Un altro esempio, una macchina a rullo di gommapiuma con un'ampiezza di lavoro di 1,3 metri e una potenza elettrica di 3 kW ha un costo di circa EUR 26.000. Una macchina che applica due rulli (sistema doppio) utilizza la stessa larghezza e una potenza elettrica di 6 kW ha un costo di EUR 52.000. Entrambi gli esempi sono riferiti all'anno 2000.

Rivestimento a velo (pezzo fuso)

La vernice o il rivestimento è tenuto in un trogolo di testa ed è scaricato sottoforma di pellicola e distribuito sui pezzi in lavorazione. Il materiale ricoprente d'eccesso è intercettato in un serbatoio ed è pompato nuovamente al dispersore di testa.

Viene utilizzato per l'applicazione delle lacche senza solventi a base di poliestere ma possono essere applicati anche altri tipi di materiali di rivestimento. Il rivestimento a velo può realizzare un'elevata qualità nella eguale parità degli strati.

Vantaggi ambientali: Dipendono dai pezzi in lavorazione e dalle condizioni di processo, possono essere realizzati efficienze comprese tra 90 - 98 %.

Effetti incrociati: -

Dati operativi: -

Applicabilità: Nel rivestimento a velo possono essere rivestiti i pezzi piani o quasi piani. A seconda del tipo della macchina, l'applicazione può posare da 40 a 500 g/m².

Il rivestimento a velo è usato principalmente nell'industria del mobile per il rivestimento di porte, di pareti ed altri pannelli piani. Inoltre è largamente impiegato nei circuiti stampati.

Aspetti economici: Il costo dell'installazione di un impianto di rivestimento a velo nell'industria del mobile e del legno con un'ampiezza di lavoro di 1,3 metri e una potenza elettrica di 3 kW è di circa 35.000 € nel 2000.

Rivestimento per immersione convenzionale

I pezzi in lavorazione possono essere immersi, sia manualmente sia per il tramite di un sistema automatico di movimentazione, entro una vasca contenente la sostanza rivestente. L'immersione può essere applicata, tipicamente, nel caso di rivestimenti a componente singolo.

Vantaggi ambientali – Il principale vantaggio consiste nell'efficienza di verniciatura dei pezzi di lavorazione (sia per le superfici interne che esterne) molto alta (fino al 100% ma sono riportati anche casi con efficienza tra 80 e 90%). Ovviamente non c'è rilascio di solvente per effetto dello spray ma ci può essere evaporazione dalla vasca.

Effetti incrociati – A confronto con lo spray si ottengono strati di copertura più spessi, il che determina un possibile maggior consumo di vernice. Ad esempio nel settore della verniciatura dei mezzi agricoli è stato calcolato che è possibile raggiungere spessori di copertura di 50 µm con la verniciatura spray a fronte degli 85 µm che si ottengono con l'immersione. Con lo spray comunque l'efficienza di deposizione è inferiore.

Dati operativi – Potrebbe essere necessario un sistema di sfogo/fuoriuscita dell'aria intrappolata nel pezzo. L'immersione in vernici ad acqua può causare la formazione di schiume. Inoltre, le vernici ad acqua sono stabili in un intervallo molto stretto di pH e, dunque, potrebbero essere affette sensibilmente da variazioni di pH dovute alla contaminazione con residui del pretrattamento. Il processo di essiccamento del pezzo dopo il pretrattamento, come ad esempio il processo di lavaggio, è spesso non necessario quando si utilizzano vernici ad acqua.

Applicabilità – L'immersione è tipicamente applicabile per la produzione in serie di articoli a lotti numerosi colorati con una singola tonalità, senza cambi di colore. Pesi di applicazione nell'ordine dei 60 - 200 g/m² sono in genere processabili. Nel settore dei veicoli agricoli e industriali l'immersione è utilizzata per la verniciatura dei pezzi a rivestimento singolo, con spessori di vernice sino a 85 µm. Nel settore del legno e del mobile, in cui il suo utilizzo è limitato, l'immersione è utilizzata tipicamente per la verniciatura dei telai delle finestre in legno prodotte in serie. Non è in genere utilizzata nei settori delle verniciature di aerei e navi.

Aspetti economici – Si tratta di una tecnica considerata, in genere, conveniente economicamente.

Verniciatura per elettroforesi

La tecnica è anche nota come elettro-verniciatura. Nella vasca della vernice viene fatta circolare una corrente continua tra i pezzi e appositi elettrodi collocati nella vasca. A seconda della polarità dei pezzi si parla di elettroforesi anodica o catodica, con caratteristiche differenti.

Vantaggi ambientali – Tutte le operazioni di elettroforesi sono a base d'acqua e non comportano utilizzo di piombo; il contenuto di solventi nel bagno di cataforesi è compreso nell'intervallo 1- 6 %.

Effetti incrociati – L'elettroforesi può comportare un incremento di acqua reflue di scarto.

Dati operativi – Il vantaggio principale dell'elettroforesi è nella ricopertura completa del pezzo (persino nelle cavità), dunque un'alta efficienza, l'assenza di imperfezioni di bordo, la possibilità di automatizzazione completa del processo. Il principale svantaggio consiste nell'elevato requisito di manutenzione sia ai fini dell'operatività che della garanzia di qualità. È molto comune pertanto l'uso di tecniche "a cascata" e dell'ultrafiltrazione per la vasca di risciacquo.

Applicabilità – La tecnica è tipicamente adatta per la produzione in serie di articoli a lotti numerosi colorati con una singola tonalità, senza cambi di colore. È tipicamente utilizzata nei settori del rivestimento di autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, agricoli e dei bus.

Aspetti economici – Si tratta di una tecnica che comporta alti costi di investimento e di esercizio ma che ha impatti ridotti sulla sicurezza dei lavoratori.

Verniciatura per immersione forzata (flooding)

I pezzi da verniciare sono trasferiti, per mezzo di sistemi automatici, entro canali chiusi nei quali viene iniettata, tramite tubi, la vernice sino al completo riempimento. Il materiale verniciante in eccesso è quindi raccolto e riutilizzato.

Vantaggi ambientali – A seconda delle caratteristiche dei pezzi e delle condizioni di processo si raggiunge un'efficienza nell'intervallo 95 – 99%.

Effetti incrociati – Le perdite per evaporazione, a confronto dell'immersione convenzionale, sono molto maggiori.

Dati operativi –

Applicabilità – La tecnica è principalmente adatta al trattamento di pezzi di grandi dimensioni con conseguenti superfici molto estese, come nel caso di elementi di scambiatori di calore o di telai di autocarri e mezzi agricoli. La tecnica è utilizzata in un solo caso in Europa per la protezione cerosa di cavità nel rivestimento di autoveicoli. Pesi di applicazione nell'ordine dei 60 - 200 g/m² sono in genere processabili.

Aspetti economici –

Rivestimento a vuoto

I pezzi da verniciare sono trasferiti, per mezzo di sistemi automatici, entro una camera chiusa dove viene creato il vuoto. I pezzi transitano nella camera ad alta velocità e la vernice viene applicata da quattro lati diversi.

Vantaggi ambientali – A seconda delle caratteristiche dei pezzi e delle condizioni di processo si raggiunge un'efficienza nell'intervallo 80 – 100%.

Effetti incrociati –

Dati operativi –

Applicabilità – La tecnica può essere utilizzata nella verniciatura di profili (cornici, battiscopa, etc.). Il rivestimento a vuoto è applicato con vernici ad indurimento mediante raggi UV su legno o materiali compositi in legno.

Aspetti economici – In un caso reale, il cambiamento da un sistema di verniciatura a spruzzo misto aria assistito di vernici a base d'acqua con essiccazione ad infrarossi ad un sistema a vuoto con indurimento mediante raggi UV ha comportato un risparmio economico annuo di EUR 262.000. Il tempo di ritorno dell'investimento è

inferiore ai 2 anni. Il risultato è stato di evitare le emissioni di COV (14 tonn/anno), rifiuti (100 tonn/anno) e l'efficienza in termini del materiale impiegato della vernice ad indurimento UV è stata del 100%.

Verniciatura a stampo

Il materiale di rivestimento è applicato su uno stampo ed il materiale da verniciare viene quindi accoppiato con lo stampo. Questa tecnica è applicata tipicamente alla verniciatura dei volantini che sono realizzati con materiali poliuretanic (PUR) bicomponenti versati e reticolati in stampo. La produzione e la verniciatura dello sterzo viene realizzata in un unico processo. Un agente distaccante viene depositato all'interno dello stampo in cui viene poi spruzzata la vernice. Successivamente, dopo un breve periodo di evaporazione, si introducono i materiali poliuretanic di realizzazione dello sterzo e lo stampo viene chiuso. Il processo di schiumatura dello sterzo si avvia e contemporaneamente la vernice aderisce alla superficie esterna del componente.

Vantaggi ambientali – L'overspray prodotto, vale a dire la perdita di materiale, è pari all'incirca al 20% del verniciante in ingresso.

Effetti incrociati –

Dati operativi – Per il momento sono note applicazioni in stampo solo di vernici a base di solventi. Per le vernici ad acqua questa tecnica è in fase di sperimentazione.

Applicabilità – Oltre che per la verniciatura degli sterzi, questa tecnica può essere utilizzata per la costruzione di componenti in resine plastiche.

Aspetti economici –.

Verniciatura a spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione

L'atomizzazione della vernice è ottenuta meccanicamente per mezzo di aria compressa. In una pistola convenzionale, si introducono in un getto la vernice e l'aria compressa ottenendo l'atomizzazione della vernice. Il getto d'aria trasporta le particelle di vernice sulla superficie del pezzo. Al crescere della pressione dell'aria cresce la quantità di vernice spruzzata ma crescono anche le perdite per overspray. Una pressione dell'aria troppo bassa comporta una qualità della verniciatura inferiore.

Vantaggi ambientali – L'efficienza varia da un 5% per pezzi tipo griglia al 30 – 60% per pezzi caratterizzati da grandi superfici. Nel settore automobilistico sono state rilevate efficienze del 18 – 35% in processi manuali.

Effetti incrociati –

Dati operativi – Tutte le superfici possono essere verniciate con questo metodo, con qualità di verniciatura molto elevate.

Applicabilità – La tecnica è applicabile a tutte le superfici ed è utilizzata, per esempio, per il rivestimento di veicoli, mobili e macchine industriali. Pesi di applicazione nell'ordine dei 250 g/m² sono in genere processabili.

Nel rivestimento degli autoveicoli spesso la verniciatura convenzionale con pistola spray ad aria è necessaria dopo l'applicazione elettrostatica del rivestimento base per ottenere la qualità visiva finale voluta (effetto metallizzato e perlato). E' comunemente applicata nel rivestimento di veicoli agricoli e da costruzione, treni, aerei, imballaggi di metallo (interno delle lattine) e per la verniciatura del legno e del mobile.

Aspetti economici –

Verniciatura a spruzzo ad alto volume d'aria e bassa pressione (HVLP)

La tecnica è analoga a quella convenzionale ad alta pressione dalla quale differisce per l'utilizzo di una pista diversa. La tecnica HVLP infatti comporta l'invio di un minor numero di particelle di vernice atomizzate, ma di maggior dimensione, per effetto della pressione dell'aria ridotta. Il contenitore della vernice può essere sopra la pistola o al di sotto. Solo la prima soluzione comporta la possibilità di svuotamento completo del serbatoio.

Vantaggi ambientali – La tecnica HVLP può arrivare ad un fattore di utilizzazione del materiale nell'intervallo 40 – 80%. In confronto alla tecnica ad alta pressione si possono conseguire risparmi di vernice sino al 20%, se il serbatoio è sopra la pistola.

Effetti incrociati –

Dati operativi – A causa della dimensione maggiore delle particelle atomizzate la resa visiva della superficie verniciata è diversa dal trattamento ad alta pressione. Oggi, comunque, la tecnica HVLP può consentire di ottenere qualità delle superfici confrontabili alla tecnica convenzionale ad alta pressione. Si possono raggiungere pesi di applicazione sino a 250 g/m².

Applicabilità – La tecnica è applicabile a tutte le superfici. Nella verniciatura del legno e dei mobili la tecnica è scarsamente applicata soprattutto per la difficoltà di dover operare a distanze molto ravvicinate rispetto ai sistemi tradizionali. È una tecnica usata talvolta nell'industria automobilistica e meno per i veicoli commerciali ed industriali e agricoli e da costruzione. Poiché i treni sono verniciati a mano, questa tecnica può essere adoperata per la finitura finale. È anche utilizzata per i pezzi in plastica, mentre non risulta applicata nel caso delle navi e risulta invece applicata nel caso degli aerei.

Aspetti economici – Una pistola HVLP costa EUR 275 – 550, escluso il costo degli adattamenti dei compressori ed il costo della formazione del personale per l'utilizzo di questa tecnica. Il tempo di ritorno dell'investimento può comunque essere anche di un solo anno.

Verniciatura a spruzzo a caldo

La tecnica è analoga a quelle a spruzzo già viste, ma da esse differisce per il fatto che la vernice o l'aria sono riscaldate. Pertanto possono essere utilizzate vernici con maggior viscosità, riducendo il quantitativo di diluente e, quindi, l'emissione di COV. Il riscaldamento avviene a 60 – 70 °C nel serbatoio della vernice o nei tubi di adduzione dell'aria. Il riscaldamento è limitato all'aria, nel caso di utilizzo di vernici che possono avviare la reazione alle temperature raggiunte prima dell'applicazione. Aumentando la temperatura si possono ottenere spessori di deposizione maggiori senza imperfezioni di bordo.

Vantaggi ambientali – La tecnica comporta una riduzione delle emissioni di COV (che può essere quasi annullata) ed anche una possibile riduzione del numero di strati (di passate). Efficienze nell'utilizzo di materiale del 40 – 60% possono essere agevolmente raggiunte, con un incremento del 10% rispetto allo spray convenzionale.

Effetti incrociati – Si utilizza energia per riscaldare.

Dati operativi – È una tecnica normalmente utilizzata per vernici ad alto solido, ma è anche applicabile allo spray di cera calda. Normalmente si esercita nelle seguenti condizioni:

- 60 – 200 bar per vernici ad alto solvente o ad acqua;
- 200 – 400 bar per vernici ad alto solido e verniciature spesse;
- vernici a doppio componente per miscelazione contemporanea alla verniciatura.

Applicabilità – L'esigenza di riportare in temperatura in caso di cambio di colore rende questa tecnica poco adatta per processi in cui ci sono frequenti cambi di colore. La tecnica è utilizzata talvolta anche nella verniciatura di mobili e potrebbe essere utilizzata anche per navi ed aerei.

Aspetti economici – Considerando l'aumento di spessore degli strati, si può ritenere che il costo di manodopera sia inferiore alle tecniche convenzionali e ai loro metodi di applicazione.

Verniciatura a spruzzo senz'aria

Consiste in una verniciatura a spruzzo ma l'atomizzazione della vernice è ottenuta meccanicamente utilizzando una pressione idrostatica. Il materiale verniciante viene forzato attraverso un piccolo ugello metallico (< 2 mm) a pressioni nell'ordine di 80 – 250 bar. Il getto di vernice si rompe per effetto dell'espansione dell'ugello e del contrasto con l'aria ferma fuori dall'ugello. Questa tecnica può essere esercitata sia manualmente che in forma completamente automatizzata.

Vantaggi ambientali – L'efficienza nell'utilizzo di materiale è all'incirca pari al 5% per materiali tipo griglia e nell'intervallo 40 – 75% per materiali con superfici ampie.

Effetti incrociati –

Dati operativi – Le condizioni operative sono molto importanti per poter conseguire qualità superficiali comparabili con quelle della tecnica ad alta pressione. La pressione elevata di esercizio della pompa non consente frequenti cambi di colore.

Applicabilità – La tecnica senz'aria è usata nel rivestimento di autoveicoli, veicoli commerciali ed industriali e autobus, esclusivamente per materiali ad alta viscosità (ad es. protettivo sottoscocca). È comunemente utilizzata anche nell'industria del legno per la verniciatura di grandi superfici specie laddove sia richiesta l'applicazione di elevate grammature come nel caso di aerei e navi. Nella verniciatura dei treni la tecnica senz'aria può essere usata per i primi trattamenti di verniciatura/rivestimento. Nella verniciatura delle navi si utilizza quasi sempre questa tecnica.

Aspetti economici – I costi di investimento per l'acquisto dell'intero sistema (pistola, pompa, accessori) sono nell'intervallo EUR 3600 – 7800. Occorre inoltre considerare i costi per l'addestramento del personale.

Verniciatura a spruzzo misto aria

Si tratta della tecnica a spruzzo senz'aria in cui c'è un modesto apporto di aria compressa per agevolare lo spruzzo.

Vantaggi ambientali – L'efficienza nell'utilizzo di materiale è nell'intervallo 35 – 70%.

Effetti incrociati –

Dati operativi – La tecnica misto aria consente prestazioni in genere superiori a quella senz'aria. Con un buon addestramento del personale si possono raggiungere le stesse prestazioni della tecnica spray convenzionale.

Applicabilità – Questa tecnica è utilizzata principalmente per la verniciatura di grandi superfici. È utilizzata comunemente nel settore del legno e dei mobili, nel rivestimento di autoveicoli, veicoli commerciali ed industriali e autobus.

Aspetti economici – I costi di investimento per l'acquisto dell'intero sistema (pistola, pompa, accessori) sono nell'intervallo EUR 2600 – 5200. Occorre inoltre considerare i costi per l'addestramento del personale. È stato riportato un caso specifico in cui i costi di investimento iniziali sono stati pari a 2900 €, conseguendo risparmi nel consumo di vernice pari a 3100 € al mese, con un tempo di ritorno quindi inferiore al mese.

Verniciatura ad atomizzazione elettroassistita

In questa tecnica il materiale verniciante è atomizzato e quindi sottoposto all'effetto di un campo elettrico. La vernice è trasportata sul pezzo dallo stesso campo elettrico.

L'applicazione elettrostatica può essere abbinata a tre sistemi di atomizzazione:

- Spruzzo, adatto a superfici piane senza irregolarità o depressioni superficiali. Il massimo flusso di vernice è pari a 2 – 3 ml al minuto. Richiede un tempo elevato per il cambio di colore (circa 30 minuti). L'efficienza dipende molto dalla geometria del pezzo e dalle condizioni operative e può arrivare al 99%.
- Coppe, adatto a pezzi piccoli e tubolari con modeste depressioni superficiali. Il massimo flusso di vernice dipende dalla dimensione della campana e può arrivare a 250 ml al minuto. Si possono realizzare cambi di colore ma in tempi significativi di parecchi minuti. L'efficienza dipende molto dalla geometria del pezzo e dalle condizioni operative e può arrivare al 95%.
- Disco, adatto per pezzi tubolari e pezzi piccoli con depressioni superficiali significative. Il massimo flusso di vernice dipende dalla dimensione dei dischi e può arrivare a 800 ml al minuto. L'efficienza ed il tempo per il cambio di colore sono simili alla tecnica a campana.

Vantaggi ambientali – L'efficienza dipende molto dalla geometria del pezzo e dalle condizioni operative e varia tra il 95% e il 100%. In confronto alla tecnica spray convenzionale si generano residui in minore quantità e le cabine di verniciatura sono meno inquinate e sporche con conseguente minor utilizzo di agenti pulenti. Inoltre il tempo di verniciatura è inferiore.

Effetti incrociati – Occorre considerare il consumo di energia.

Dati operativi – Nel caso di verniciatura del legno è necessario che l'umidità del pezzo sia almeno pari al 10%

Applicabilità –Pertanto processi con atomizzazione elettrostatica sono utilizzati solo per applicazioni particolari. Il vantaggio della tecnica è la buona affidabilità e le alte efficienze che si possono conseguire. Non è applicabile su pezzi con marcate irregolarità superficiali a causa di un effetto “gabbia di Faraday” che impedisce che le particelle di vernice entrino nelle cavità o ad elementi che non possono essere posti “a terra”. Nella verniciatura del legno e dei mobili questa tecnica è talvolta utilizzata per le sedie ed i telai delle finestre. È una tecnica spesso usata in combinazione con le tecniche

senz'aria o misto aria. Questa tecnica non è utilizzata per la verniciatura di navi, treni e aerei.

Aspetti economici – I costi di investimento per l'acquisto di un sistema elettrostatico (pistola, serbatoio di otto litri, accessori) sono nell'intervallo EUR 5100 – 7800. Occorre inoltre considerare i costi per l'addestramento del personale.

Verniciatura a campane rotanti assistita da carica elettrostatica

Questa tecnica è in grado di atomizzare il materiale verniciante sostanzialmente per via meccanica (la carica elettrostatica induce un'ulteriore dispersione/atomizzazione della vernice). In confronto alla tecnica elettrostatica ne consegue una maggiore flessibilità in relazione alle vernici utilizzate ed ai flussi che si producono. Si possono raggiungere flussi nell'ordine di 1000 ml al minuto ed un cambio di colore può essere fatto in alcuni secondi.

Vantaggi ambientali – A seconda delle caratteristiche dei pezzi e delle condizioni di processo si raggiunge un'efficienza sino al 95%. Nell'industria automobilistica si possono raggiungere efficienze pari al 70% qualora si utilizzi un sistema caricato elettrostaticamente all'interno. In confronto alla tecnica spray convenzionale si generano residui in minore quantità e le cabine di verniciatura sono meno inquinate e sporche con conseguente minor utilizzo di agenti pulenti. Inoltre il tempo di verniciatura è inferiore.

Effetti incrociati –

Dati operativi – La carica elettrica può essere applicata internamente o esternamente. La carica interna è più costosa ma comporta migliori efficienze di trasferimento. Nel caso di vernici ad acqua il materiale verniciante deve essere caricato elettrostaticamente prima di lasciare la campana (dunque esternamente). Utilizzando particolari vernici metalliche si possono ottenere, con questa tecnica, particolari varietà di finitura superficiale e di colore.

Applicabilità – Si possono utilizzare vernici ad acqua. La tecnica può essere adoperata manualmente o in modo automatico. La tecnica è largamente utilizzata nella verniciatura di autoveicoli, degli aerei, dei veicoli industriali e commerciali. Questa tecnica non è utilizzata nel settore dei treni e delle navi (è una tecnica proposta dalla Renault che la utilizza in alcuni stabilimenti).

Aspetti economici – Il costo complessivo di un sistema a carica elettrostatica interna dipende dalla dimensione e dal livello di automazione e può posizionarsi nell'intervallo 250 – 1600 k€.

Verniciatura a dischi rotanti assistita da carica elettrostatica

Questa tecnica è in grado di atomizzare il materiale verniciante sostanzialmente per via meccanica in analogia con la tecnica a campane rotanti.

Vantaggi ambientali – A seconda delle caratteristiche dei pezzi e delle condizioni di processo si raggiunge un'efficienza sino al 95%. In confronto alla tecnica spray convenzionale si generano residui in minore quantità e le cabine di verniciatura sono meno inquinate e sporche con conseguente minor utilizzo di agenti pulenti. Inoltre il tempo di verniciatura è inferiore.

Effetti incrociati – Le perdite per evaporazione, a confronto dell'immersione convenzionale, sono molto maggiori.

Dati operativi –

Applicabilità – Applicazioni comuni di questa tecnica sono le verniciature di profili o telai di biciclette. È una tecnica adatta a tutte le vernici, incluse quelle ad acqua, e può essere utilizzata manualmente o con sistemi automatici. Per il flusso di materiale fino a 1500 ml/min e un'efficienza del 95%, il processo è in generale impiegabile nelle operazioni di verniciatura industriale.

Aspetti economici –.

Verniciatura a spruzzo ad aria compressa, senz'aria o mista aria assistita da carica elettrostatica

Si tratta di più tecniche qui accomunate poiché l'atomizzazione del materiale avviene nelle medesime forme già viste per la verniciatura a spruzzo ad aria compressa senz'aria e misto aria. La differenza qui è che le particelle di vernice sono elettricamente cariche, cosa che non può essere fatta solo con vernici ad acqua. Ciò consente di conseguire flussi di vernici sino a 1000 ml al minuto nel caso di aria compressa e sino a 3000 ml al minuto nel caso senz'aria e misto aria.

Vantaggi ambientali – Si raggiunge un'efficienza pari all'85%. Nel settore del legno e del mobile si ottengono efficienze nell'intervallo 50–70%. In confronto alla tecnica spray convenzionale si generano residui in minore quantità e le cabine di verniciatura sono meno inquinate e sporche con conseguente minor utilizzo di prodotti di lavaggio. Inoltre il tempo di verniciatura è inferiore.

Dati operativi – Il tempo necessario per il cambio di colore dipende fortemente dal sistema utilizzato (a pompa singola o a una pompa per ogni colore). Pezzi di geometria complessa e con significative cavità possono esser verniciati solo con aria compressa.

Applicabilità – Le tecniche qui descritte possono essere utilizzate con molte tipologie di vernici, in forma manuale o con sistemi automatici. Nel settore del legno e del mobile le tecniche senz'aria o misto aria sono utilizzate soprattutto nel caso di grandi consumi di vernici e di grandi superfici come nel caso della verniciatura automatica dei mobili o dei telai delle finestre piuttosto che nella verniciatura manuale di grosse superfici. Nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, le tecniche ad aria sono utilizzate solo per la finitura, manuale o automatica, di accoppiamenti interni (ad es. battute porte). Nel settore aeronautico e nel settore della verniciatura delle plastiche le tecniche ad aria assistite elettrostaticamente sono molto comuni. Queste tecniche potrebbero essere utilizzate anche nella verniciatura dei treni per la cataforesi ma non ci sono segnalazioni specifiche dell'utilizzo di questa tecnica. Queste tecniche assistite elettrostaticamente non sono invece utilizzate per la verniciatura delle navi perché è realizzata di solito in spazi aperti ed in prossimità di aree potenzialmente esplosive (serbatoi di combustibile).

Rivestimento in polvere a spruzzo assistito da carica elettrostatica

Le particelle di vernice in polvere sono caricate elettrostaticamente e spruzzate sul pezzo per mezzo di aria compressa.

Vantaggi ambientali – Si raggiunge un'efficienza di utilizzo di materiale nell'intervallo 80–95%. Le cabine di verniciatura e gli strumenti possono esser puliti per

aspirazione e tramite getto di aria compressa, con conseguente risparmio di acqua e di emissioni di solventi.

Effetti incrociati – L'utilizzo di aria compressa richiede energia.

Dati operativi – Occorre considerare la conducibilità elettrica.

Applicabilità – La tecnica è utilizzata molto comunemente. È utilizzata in piccole linee di rivestimenti “coil coating”, anche se ha forti limiti sulla velocità e lo spessore del rivestimento. È usata comunemente nell'industria del legno e del mobile.

Rivestimento in polvere per sinterizzazione

Per l'utilizzo di questa tecnica i pezzi da verniciare sono riscaldati ad una temperatura superiore a quella di fusione delle polveri vernicianti prima della loro applicazione. Non appena le polveri vengono in contatto con le superfici avviene il processo di sinterizzazione e di amalgama. Sotto questo titolo dunque sono comprese molte tecniche che applicano il medesimo principio, come ad esempio la tecnica di rivestimento in letto fluido.

Vantaggi ambientali – Si raggiunge un'efficienza molto elevata di utilizzo del materiale.

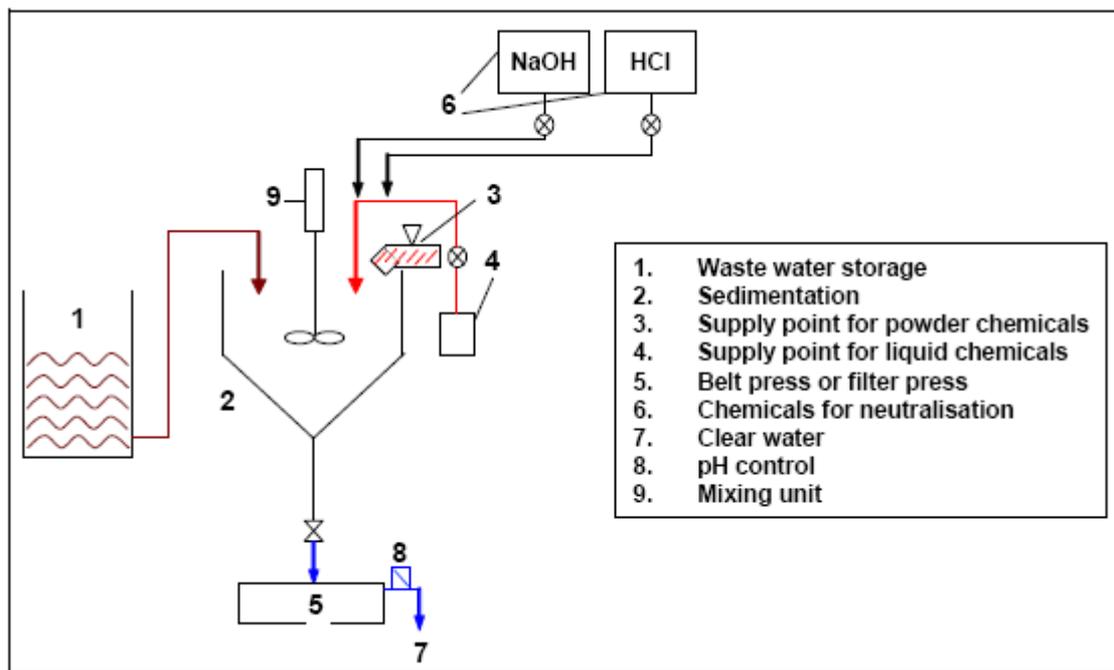
Effetti incrociati – In genere comporta un utilizzo di energia superiore.

Applicabilità – La tecnica è largamente utilizzata. Una variazione nota di questa tecnica è utilizzata nel coil coating utilizzando un blocco solido di materiale verniciate che è strofinato sul nastro metallico opportunamente riscaldato ma si tratta di una variante poco utilizzata.

Cabine a spruzzo con abbattimento a separazione ad umido

L'overspray in una cabina a spruzzo in cui le superfici sono spruzzate con materiali vernicianti può essere intercettato applicando un velo d'acqua. La miscela di acqua e vernice viene catturata e trattata in un serbatoio al di sotto della cabina a spruzzo.

La figura seguente mostra uno schema di trattamento delle acque reflue in uscita da una cabina di verniciatura con intercettazione a velo d'acqua.



Vantaggi ambientali – Si ottiene una rimozione del particolato totale. Può essere raggiunta una efficienza del 98 – 99%. Le emissioni di COV in aria vengono ridotte e talvolta la vernice può essere riutilizzata.

Effetti incrociati – Vengono prodotte acque reflue di scarto, che possono essere spesso riutilizzate, e fanghi contaminati che devono essere smaltiti.

Dati operativi – Le acque reflue di scarto sono generalmente depurate tramite la flocculazione e la coagulazione. L'acqua è introdotta nella vasca a caduta dall'alto o per insufflaggio d'aria.

Applicabilità – Gli abbattimenti a separazione ad umido in cabina a spruzzo sono applicabili con vernici a base di acqua e a base di solventi.

Vengono utilizzate come pratica comune nella:

- verniciatura del legno e dei mobili
- verniciatura degli autoveicoli
- industria aeronautica
- verniciatura dei treni
- verniciatura dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus.

Aspetti economici – I costi stimati per un impianto con capacità tra 2 e 5 m³/h di acque reflue di scarto e che copre un'area di superficie di circa 4 m² è all'incirca di Euro 20.000 o 1–2 Euro per Nm³. Un impianto di queste dimensioni è adatto per aree di spruzzo grandi con numerosi veli d'acqua.

Cabine a spruzzo con recupero a parete fredda

L'overspray in un processo di verniciatura a spruzzo è parzialmente raccolto da uno schermo fatto di Teflon. La temperatura dello schermo è soltanto di pochi gradi Celsius e ciò comporta la formazione di uno strato di condensa sullo schermo stesso. La vernice che viene catturata sullo schermo scorrerà verso il basso, a causa della gravità, in un serbatoio o su un nastro. Questa vernice raccolta viene riutilizzata.

Vantaggi ambientali – Tipicamente il 33 – 50% dell'overspray può essere riutilizzato.

Effetti incrociati – Il consumo di solvente aumenta nel caso di vernici a base di solventi.

Dati operativi – Sono a disposizione diversi modelli di progetto, anche come parte integrante di una zona o linea di spruzzo automatizzata. Pulire lo schermo dopo un cambio di colore richiede circa cinque minuti.

Applicabilità – Questa tecnica è utilizzabile sia con vernici a componente singolo, sia con vernici a base di solventi sia a base d'acqua. Essa può essere utilizzata sia in processi di spruzzo automatizzati sia manuali. Essa è, comunque, meno idonea per produzione di piccola serie con molti cambiamenti di colore e per vernici di breve durata di conservazione.

Essa è talvolta utilizzata nella verniciatura del legno e dei mobili, ma non è largamente utilizzata per via dei molti cambi di colore necessari.

Aspetti economici – I costi energetici per il raffreddamento dello schermo sono di circa 1000 Euro per anno. I risparmi sono dovuti ad una riduzione di materie prime, poiché la vernice viene riutilizzata, e ad una riduzione di rifiuti da smaltire. Il sistema è economicamente fattibile per società che utilizzano almeno 15 tonnellate di vernice all'anno. Il tempo di ritorno dell'investimento per sei casi studio è risultato tra 1,5 e 5 anni.

Tecniche di emulsione ad acqua

Le tecniche di emulsione della vernice overspray possono essere utilizzate per eliminare l'uso di cabine ad acqua e le morchie di verniciatura. La vernice overspray è concentrata in una emulsione e viene rimossa fuori dall'impianto. Il materiale verniciante può essere teoricamente riutilizzato ma in pratica non lo è.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica elimina l'utilizzo di cabine ad acqua del 100% e la produzione di rifiuti fangosi di una quantità maggiore del 95%. Nel flusso d'aria di scarico, si raggiunge una separazione delle particelle con efficienza maggiore del 99% e si ottiene una concentrazione di particelle rimanenti inferiore a 3 mg/m³.

Applicabilità – Questa tecnica può essere utilizzata in applicazioni a cabina sia con vernice a base d'acqua, sia con vernice a componente singolo, sia con vernice a base di solventi, ed è utilizzata in alcuni impianti dell'industria automobilistica.

Aspetti economici – Il risparmio di costi possono essere ottenuti grazie ad un consumo ridotto di acqua (l'emulsione di acqua viene ricircolata nella cabina) e tramite la diminuzione del numero dei lavaggi.

Processi di rivestimento e impianti - Tecniche di trattamento delle acque per ridurre i reflui e i rifiuti e per il trattamento delle acque reflue

L'obiettivo generale delle misure descritte nelle sezioni successive è quello di evitare perdite di materiale e scarichi in acqua, ridurre l'utilizzo di acqua e, conseguentemente, ridurre il bisogno di trattamento delle acque reflue di scarto. Per fare ciò vengono utilizzate molteplici operazioni unitarie e tecniche per separare le varie fasi e i materiali.

Lavaggi multipli delle acque di processo (a cascata)

I passi del processo quali lo sgrassaggio, la fosfatazione e l'elettroforesi sono seguiti dal risciacquo per rimuovere dal prodotto il materiale aderente in eccesso. Per minimizzare il consumo d'acqua, viene utilizzato un lavaggio in cascata attraverso più di un serbatoio di lavaggio. Il flusso d'acqua da un serbatoio all'altro è opposto alla direzione del flusso di materiale. I passi successivi di diluizione migliorano il lavaggio e riducono la quantità di acqua richiesta per raggiungere la necessaria diluizione del contaminante sulla superficie.

Il materiale trasportato dal primo serbatoio può essere rinviato al bagno di processo. Ciò può essere eseguito tramite le tecniche di concentrazione descritte nella sezione relativa alla gestione dell'acqua.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica permette un risparmio dei materiali rinviati al serbatoio di processo. Inoltre, permette una significativa riduzione nel consumo di acqua e di produzione di acque reflue di scarto.

Dati operativi – Questa tecnica è necessaria per evitare problemi di qualità nel processo di verniciatura successivo.

Applicabilità – I lavaggi a cascata sono comunemente utilizzati nei processi di pretrattamento, per esempio negli impianti di verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, agricoli e da costruzione. In ogni modo, si riscontra che tale tecnica viene utilizzata comunemente.

Sono buone ragioni per l'implementazione di questa tecnica l'aumento di qualità, la riduzione dei costi, e i requisiti di legge in alcuni Stati Membri.

Aspetti economici – Questa tecnica genera costi inferiori per i ridotti consumi d'acqua e per il ridotto trattamento delle acque reflue di scarto.

Uso di resine a scambio ionico nelle vasche di pretrattamento delle acque reflue di scarto

Uno scambiatore ionico può essere utilizzato sia per la manutenzione del bagno sia per il risparmio di acqua nei processi di fosfatazione e di passivazione. Con questa tecnica, lo scambio ionico può essere usato per la rimozione degli ioni metallici, che sono trasportati dalla vasca dei fosfati nella prima vasca di rilavaggio.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica permette una riduzione del consumo di acqua nel lavaggio in cascata e una produzione di una più piccola e più concentrata quantità di rifiuti.

Effetti incrociati – Si verifica un consumo di materie prime ed energia per rigenerare lo scambiatore ionico, e vengono prodotti rifiuti dalla rigenerazione dello scambiatore.

Dati operativi – L'utilizzo di questa tecnica comporta uno sforzo maggiore di manutenzione tecnica e un potenziale peggioramento della sicurezza di funzionamento nel caso in cui l'attività non sia condotta da esperti, e ciò è dovuto sia alla contaminazione dovuta ai germi sia alla continua abrasione meccanica dovuta al possibile rilascio di particelle.

Applicabilità – Questa tecnica è applicabile nel rivestimento degli autoveicoli e dei veicoli commerciali ed industriali, nel caso di installazione di nuovi impianti. Sono buone ragioni per l'implementazione la qualità del rilavaggio e dei processi di produzione, la riduzione dei costi e i requisiti di legge in alcuni Stati Membri.

Aspetti economici – Con l'uso di questa tecnica sono possibili risparmi nei consumi d'acqua e nel trattamento delle acque reflue di scarto.

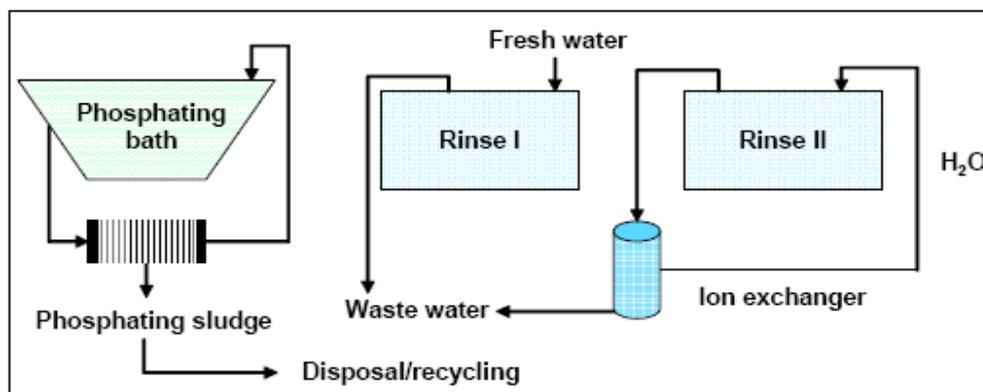


Figura 20.8: Schema di fosfatazione con resine a scambio ionico (fonte draft2 BREF STS)

Filtrazione a membrana

Molteplici tipi di processi di filtrazione sono utilizzati con i pretrattamenti ad acqua, per esempio:

- la rigenerazione del bagno di sgrassaggio tramite rimozione dell'olio è eseguita tramite ultrafiltrazione;
- le sostanze di neutralizzazione rilasciate durante l'elettroforesi si diffondono attraverso le resine anioniche e sono trasferiti in soluzione;
- l'ultrafiltrazione è utilizzata per separare i solidi di vernice dell'elettroforesi trasportati nell'acqua di risciacquo, che è rinviata nel bagno di immersione.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica permette un risparmio di materie prime e una riduzione dei consumi d'acqua. Le acque reflue di scarto si producono in quantità ridotte e i contaminanti risultano in concentrazione più elevata.

Effetti incrociati – L'utilizzo di questa tecnica determina una produzione di rifiuti e di acque reflue di scarto che hanno bisogno di trattamenti.

Applicabilità – Questa tecnica viene comunemente utilizzata, in particolare nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali ed industriali. Sono buone ragioni per l'implementazione la qualità del rilavaggio e dei processi di produzione, la riduzione dei costi e i requisiti di legge in alcuni Stati Membri.

Aspetti economici – Questa tecnica genera costi inferiori per i consumi d'acqua e per i trattamenti delle acque reflue di scarto.

Rimozione delle morchie dal bagno

Con lo sgrassaggio a spruzzo e a bagno delle carrozzerie delle automobili dal reparto carrozzerie, le particelle rimosse rimangono nel bagno di pulizia. Con il tempo, il fondo della vasca di pulizia si ricopre di fango e questi residui sono rimossi manualmente dopo aver pompato temporaneamente i fluidi nei serbatoi di riserva. La stessa procedura è eseguita periodicamente con il fango di fosfato di ferro che viene prodotto nel processo di fosfatazione.

Vantaggi ambientali – Con questa tecnica si ottiene il risparmio del materiale per effetto dell'allungamento della vita di funzionamento dei bagni di pretrattamento.

Effetti incrociati – Produzione di rifiuti.

Dati operativi – La frequenza di rimozione dei fanghi è fortemente interdipendente con le altre operazioni di manutenzione dei bagni. Generalmente, i bagni sgrassanti sono puliti a intervalli regolari che possono essere da due a sei mesi mentre i bagni fosfatanti da mensilmente ad annualmente.

Applicabilità – Questa tecnica è comunemente utilizzata, in particolare nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali ed industriali e dei veicoli. Sono buone ragioni per l'implementazione la qualità dei pretrattamenti, il prolungamento della vita dei bagni e la riduzione del consumo di materiale. Si ottengono risparmi dei costi grazie alla riduzione dell'acquisto di materiale e la riduzione dei trattamenti delle acque reflue di scarto.

Aspetti economici – Utilizzando questa tecnica si ottengono risparmi nella produzione di soluzioni nuove.

Filtrazione delle soluzioni di processo

Le impurità sono continuamente rimosse dai fluidi di processo tramite filtrazione. Generalmente sono utilizzati filtri a sabbia o filtri a tessuto.

Vantaggi ambientali – Con questa tecnica si ottiene il risparmio del materiale per effetto dell'allungamento della vita di funzionamento dei bagni di pretrattamento. Si ottiene inoltre una riduzione della necessità delle rilavorazioni.

Effetti incrociati – Produzione di rifiuti (filtrato e filtri)

Dati operativi – Necessità di evitare problemi di qualità nel processo di verniciatura.

Applicabilità – Questa tecnica è comunemente utilizzata, in particolare nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali ed industriali. La qualità è una buona ragione per l'implementazione.

Aspetti economici – Con questa tecnica si ottiene un risparmio nella produzione di soluzioni nuove e nella rilavorazione dei prodotti non conformi.

Scarico continuo delle morchie di verniciatura

Nelle cabine a spruzzo con abbattimento a separazione ad umido, la vita utile dell'acqua può essere incrementata fino a un anno tramite un continuo scarico delle morchie di verniciatura.

Sistema di decantazione

Il sistema di decantazione nelle cabine a spruzzo con abbattimento a separazione ad umido aumenta la vita utile dell'acqua. Questa tecnica è utilizzata comunemente nella:

- industria automobilistica
- verniciatura dei camion e dei veicoli commerciali
- verniciatura dei treni
- verniciatura degli aerei

Coagulazione del solido delle vernici in sistemi di abbattimento ad umido

Nella verniciatura a spruzzo si produce un overspray che in stabilimenti di verniciatura industriali o in cabine di spruzzo è intercettato da lavaggi ad umido. L'acqua necessaria per il lavaggio dell'emissione gassosa viene circolata in un sistema chiuso. L'overspray trattenuto o la morchia di verniciatura devono essere rimossi da quest'acqua per mantenere condizioni operative appropriate.

L'overspray da vernici a base di solventi non si disperde in acqua. Piuttosto forma un tappeto galleggiante di coagulato che è facile da rimuovere. Se si utilizzano adsorbenti per deagglomerare, l'overspray viene distribuito all'interno del flusso di lavaggio. Esso può essere rimosso in un by-pass o nel flusso principale. La chiarificazione dell'acqua viene realizzata tramite precipitazione e/o tramite agenti flocculanti.

Le vernici a base d'acqua, al contrario, sono costituite fondamentalmente da componenti che formeranno una sospensione in acqua. Gli stessi metodi di separazione sono usati come per le vernici a base di solventi.

Vantaggi ambientali – Riduzione del consumo d'acqua nel sistema di ricircolo.

Effetti incrociati – Il coagulato deve essere rimosso dal circuito dell'acqua e deve essere smaltito.

Applicabilità – Queste tecniche sono usate comunemente, in particolare nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali ed industriali e degli autobus.

L'utilizzo dello scrubber a umido per la rimozione delle particelle di vernice dalle emissioni gassose, e la coagulazione continua, che è il metodo migliore per mantenere un elevato tempo di vita del ciclo dell'acqua, sono buone ragioni per l'implementazione.

Aspetti economici – Utilizzando questa tecnica si ottengono costi inferiori per i ridotti consumi d'acqua e per i ridotti trattamenti delle acque reflue di scarto.

Essiccazione

L'essiccazione è uno dei processi che consumano maggiore energia. L'essiccazione è utilizzata per:

- l'essiccazione della vernice,
- l'essiccazione dell'inchiostro,
- l'essiccazione degli adesivi,
- l'essiccazione dell'acqua trattenuta o di altri liquidi dal pretrattamento o dalle zone di risciacquo,
- la gelificazione e la solidificazione degli adesivi o dei materiali di protezione degli interni,
- il pretrattamento dei pezzi di lavorazione (contro le superfici fredde o aria intrappolata nella lacca delle rifiniture del legno).

Processi di evaporazione

Evaporazione a convezione forzata

L'aria riscaldata viene ricircolata in un essiccatore o in un forno per trasportare il calore al pezzo in lavorazione. L'aria è in contatto diretto con l'oggetto o la superficie che deve essere essiccata. Il tempo di essiccazione è compreso in un range di 3 – 60 minuti. Per l'essiccazione di strati di vernice a base d'acqua o nel passaggio di pre-essiccazione di uno strato di deposizione umido-su-umido, viene utilizzata aria deumidificata. Quindi, possono essere utilizzati essiccatori a convezione con un ulteriore stadio di deumidificazione. Per effetto dell'aspirazione dell'acqua, i tempi di essiccazione possono essere ridotti significativamente.

Vantaggi ambientali – Con l'essiccazione convettiva, può essere risparmiata circa il 25% della fornitura di energia rispetto agli essiccatori convenzionali a circolazione d'aria, non essendo necessaria una successiva zona di raffreddamento.

Dati operativi – Il tempo e la temperatura di essiccazione influenzano la qualità della superficie. Vi è il rischio di inclusioni di polvere nello strato umido. I tempi di essiccazione sono piuttosto lunghi e la richiesta di energia è alta. Comunque, è possibile un elevato grado di automazione ed esiste flessibilità nell'utilizzare questa tecnica di essiccazione.

A causa del consistente riscaldamento che avviene nell'essiccazione a convezione, il rischio di surriscaldamento è basso, anche se si verifica un breve arresto del nastro trasportatore.

L'essiccazione tramite la circolazione di aria può essere combinata con il processo di reticolazione mediante radiazione infrarossa (reattore termico) per diminuire il tempo di essiccazione e ridurre il consumo di energia. Questa combinazione è utilizzata nella verniciatura del legno e dei mobili, tuttavia, viene riportato che questa non è una pratica comune in tutta l'Unione Europea, considerando anche i Paesi Membri in accesso.

In essiccatori utilizzati per passaggi continui e veloci, con substrati continui come maglie di carta e lamine di plastica o una continua successione di piccoli oggetti come lattine da bibita, il tempo di essiccazione viene misurato in secondi e la lunghezza

dell'essiccatore in centimetri. Il parametro più importante non è la temperatura, ma il flusso dell'aria. L'energia può essere risparmiata tramite la ricircolazione dell'aria, ma con la limitazione dovuta alla necessità di evitare incendi o esplosioni e odori nel prodotto finito. Gli essiccatori sono riscaldati da fiamma, vapore, olio termico o elettricità.

Applicabilità – E' applicabile a tutti i rivestimenti termoindurenti o ai materiali di stampa, sia a base di solventi sia privi di solventi. Non vi è limitazione sullo spessore dello strato o sulla pigmentazione. La geometria del substrato di verniciatura non è importante; comunque dovrebbe essere resistente al calore.

Gli essiccatori a convezione possono essere utilizzati per essiccare gli strati di vernice a base d'acqua, per una fase di pre-essiccazione o per la deposizione di strati umido-su-umido. Essi sono comunemente utilizzati nel rivestimento dei paraurti di plastica, nei processi di rivestimento dei nastri metallici, nella verniciatura del legno e dei mobili e nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali ed industriali e degli autobus. Gli essiccatori a convezione sono comunemente utilizzati nella fabbricazione degli abrasivi.

Gli essiccatori a convezione non sono utilizzati nella fabbricazione del nastro adesivo e nell'industria del filo per avvolgimento.

E comunemente usato anche nel settore aeronautico.

Aspetti economici – I costi per l'essiccazione ammontano fino a 15 – 20% dei costi totali dell'energia della linea di verniciatura nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali ed industriali e degli autobus.

Un essiccatore a convezione da dieci minuti nell'industria della verniciatura del legno e dei mobili, con una potenza elettrica installata pari a 30kW e una fuoriuscita di aria di 1500 m³/h, costa Euro 60.000 (dati anno 2000, sono esclusi il controllo elettrico e l'unità del nastro trasportatore).

Evaporazione a convezione con gas inerte

Il gas inerte è riscaldato con gas o vapore tramite scambiatori di calore o olio combustibile. Utilizzando il gas inerte, piuttosto che l'aria, sono possibili carichi di solvente maggiori di 1200 g/m³ di azoto.

Vantaggi ambientali – Il gas inerte può contenere molto più solvente dell'aria. Per un processo di essiccazione con gas inerte, per esempio, viene messo in circolo un volume di gas di 2000 m³ per una quantità di solvente di 400 kg/hr. L'essiccazione dell'aria richiederebbe fino a 10 volte tale volume per essere al 40% del valore limite inferiore di esplosibilità (LEL). Si realizza un risparmio di energia e i sistemi di trattamento delle emissioni gassose possono essere progettati per capacità inferiori comparati con l'utilizzo di aria.

Dati operativi – Quando viene utilizzato un gas inerte per l'essiccazione, è possibile recuperare i solventi utilizzando tecniche basate sulla loro condensazione.

Applicabilità – Questa tecnica è applicabile a impianti nuovi ed esistenti. In quest'ultimo caso, l'adattamento potrebbe risultare difficoltoso. Questa tecnica viene utilizzata comunemente come fase di pre-essiccazione nella fabbricazione di nastri adesivi. La tecnica non è utilizzabile quando gli essiccatori hanno bisogno di essere aperti regolarmente. Aprire l'essiccatore necessita di uno spurgo, e cioè deve essere rimpiazzata l'aria con il gas inerte. Pratica che è costosa e richiede tempo. Questa è la ragione per cui questa tecnica non viene utilizzata in industrie in cui i cambi di lavoro

avvengono quotidianamente, come nei processi di stampa, per esempio, degli imballaggi flessibili. Questa tecnica non è nemmeno utilizzata nella fabbricazione degli abrasivi, nel coil coating, nel rivestimento del filo per avvolgimenti elettrici e nell'industria automobilistica.

Evaporazione ad induzione

Le bobine elettromagnetiche montate vicino al nastro metallico verniciato inducono correnti oscillanti all'interno del metallo che possono essere regolate per generare una velocità di riscaldamento di centinaia di gradi al secondo.

Vantaggi ambientali – Il riscaldamento elettrico è molto controllabile ed efficiente senza emissioni puntuali.

Effetti incrociati – Con questa tecnica si usa direttamente l'elettricità e si spostano le emissioni ai soli impianti di produzione di energia elettrica.

Dati operativi – Per gli impianti esistenti esiste la necessità di riprogettare l'unità di trattamento delle emissioni gassose poiché i tempi di riscaldamento sono molto più brevi rispetto agli essiccatori convenzionali.

Applicabilità – Questa tecnica viene utilizzata abitualmente per il rinvenimento e la ricottura dei metalli, ma è anche appropriata per una reticolazione rapida delle vernici. Essa viene utilizzata se il substrato o l'oggetto che deve essere essiccato conduce elettricità. Potrebbe essere applicabile come sostitutiva o supplementare ai forni a gas esistenti. La domanda potenziale di grandi quantità di elettricità ne può limitare l'applicabilità. Nella stampa degli imballaggi metallici, questa tecnica è utilizzabile con tutti i rivestimenti termoindurenti o i materiali di stampa e i substrati ferromagnetici. Tuttavia le formulazioni dei rivestimenti possono richiedere delle piccole variazioni in relazione alla differenti velocità di riscaldamento. L'induzione è principalmente utilizzata in applicazioni speciali come la polimerizzazione di adesivi strutturali nell'industria dell' autoveicolo e del veicolo industriale e commerciale. Utilizzata nel coil coating in alcune linee. Poiché richiede un substrato metallico, questa tecnica non è utilizzata nella stampa, nella fabbricazione degli abrasivi, o nella fabbricazione dei nastri adesivi. Essa non è inoltre utilizzata nel rivestimento del filo per avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – Economicamente fattibile soltanto per impianti nuovi o quando un forno richiede di essere sostituito.

Evaporazione elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua

In questo processo lo strato di vernice umida è riscaldato attraverso onde elettromagnetiche. Le due tecniche disponibili sono l'essiccazione a microonde e l'essiccazione ad alta frequenza (HF). L'interazione con le onde elettromagnetiche forza le oscillazioni molecolari della materia determinando un aumento di temperatura (l'energia elettromagnetica è trasformata in calore). In questo modo, l'acqua trattenuta evapora rapidamente e ha bisogno di essere estratta.

Gli essiccatori HF consistono in un generatore ad alta frequenza, in una unità di trasmissione, in elettrodi collettori e in una zona appropriata di flash per la rimozione dell'acqua evaporata. Alternativamente, lo strato umido di vernice è riscaldato attraverso microonde elettromagnetiche. L'evaporazione e l'essiccazione avvengono dall'interno dello strato di vernice fino all'esterno. Il riscaldamento è omogeneo.

Applicabilità – Gli essiccatori ad onde elettromagnetiche sono applicabili esclusivamente con verniciature e inchiostri a base d'acqua, e substrati non metallici. Gli essiccatori HF sono comunemente applicabili nella fabbricazione di abrasivi, ma non sono utilizzati nella fabbricazione dei nastri adesivi e nel rivestimento dei fili per avvolgimento.

L'essiccazione a microonde è utilizzata per la verniciatura del legno. Non è utilizzata nella fabbricazione degli abrasivi, nel rivestimento dei fili per avvolgimento e nella fabbricazione dei nastri adesivi.

Aspetti economici – Un essiccatore a microonde utilizzato per due minuti nell'industria del rivestimento del legno e dei mobili, con una potenza elettrica installata di 60kW e una fuoriuscita di aria di 1500 m³/h, costa Euro 75.000 (dati anno 2000, escludendo il controllo elettrico e l'unità del nastro trasportatore).

Un essiccatore ad alta frequenza (HF) da due minuti nell'industria del rivestimento del legno e dei mobili, con una potenza elettrica installata di 120kW e una fuoriuscita di aria di 1500 m³/h, costa Euro 150.000 (dati anno 2000, escludendo il controllo elettrico e l'unità del nastro trasportatore).

Processi di reticolazione a radiazione

La reticolazione a radiazione è basata su resine e diluenti reattivi (monomeri) che reagiscono insieme per effetto dell'esposizione, ad esempio alla luce ultravioletta (UV) o a fasci di elettroni ad alta energia (EB). Le resine sono generalmente poliesteri, poliuretani o epossidi, con gruppi funzionali acrilici o metacrilici, sebbene possano anche essere utilizzate altre sostanze chimiche ricoprenti. Le formulazioni sono liquide ma non contengono solvente e la reticolazione può essere molto veloce, anche di pochi secondi, generalmente a temperatura ambiente o leggermente superiore.

Vantaggi ambientali – Una completa eliminazione dell'utilizzo del solvente nei sistemi di rivestimento. Normalmente non ci sono emissioni significative durante la reticolazione e il rivestimento reticolato non contiene componenti volatili. Inoltre, aspetti quali il miglioramento dell'efficienza energetica, il consumo minimo di gas così come i forni ad alta temperatura e l'incenerimento dei gas non sono più necessari.

Effetti incrociati – Ve ne possono essere alcuni potenziali dovuti a bassi livelli di emissione di COV eventualmente presenti nella formulazione come reattivi organici monomeri.

Applicabilità – I rivestimenti mediante reticolazione per radiazione vengono ampiamente utilizzati nel settore del legno e della grafica ma non con altrettanto successo con i metalli. Nel coil coating sono richieste caratteristiche di adesione, flessibilità e durabilità che la reticolazione mediante radiazione non è in grado di garantire. Il principale motivo che ne giustifica l'impiego è dato dall'eliminazione dei solventi e dall'efficienza energetica.

Essiccazione a radiazioni infrarosse

Con la essiccazione a radiazioni infrarosse il pezzo viene riscaldato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse. Il processo di essiccamento parte dall'interno del pezzo e arriva alla superficie. L'intensità della radiazione infrarossa dipende dall'intervallo della lunghezza d'onda e anche dalla temperatura della sorgente radiante.

L'assorbimento dei raggi dipende dalla qualità della superficie, dal colore o dalla lucentezza e dalla sua composizione chimica.

Vantaggi ambientali - Un consumo energetico più basso comparato con i processi di essiccamento ad aria.

Effetti incrociati - A causa del calore di radiazione anche i solventi evaporano.

Dati operativi - Tecnica di riscaldamento veloce (1-5 secondi) e, quando la temperatura del substrato durante la reticolazione della vernice è bassa, richiede tempi di raffreddamento brevi. La composizione del solvente richiede di essere aggiustata in relazione all'energia della radiazione.

C'è comunque il rischio di formazione di ombre sui bordi e negli interstizi. Differenti sorgenti radianti sono disponibili in funzione della lunghezza d'onda che si vuol utilizzare. Vengono applicati dei programmi stabiliti in funzione delle condizioni di essiccamento e della qualità della superficie.

Applicabilità - Applicabile a tutti i prodotti di verniciatura o di stampa a caldo sia a base di solvente o senza solvente o in polvere. Non ci sono limitazioni sullo spessore dello strato. La geometria del substrato da verniciare o stampare non è rilevante. Comunque deve essere resistente al calore.

La reticolazione a radiazioni infrarosse è utilizzata su un numero limitato di linee di coil coating. Nel caso di installazioni esistenti nella verniciatura dei laminati vi è la necessità di riprogettare il sistema di trattamento dei gas reflui poiché i tempi di riscaldamento sono molto più brevi rispetto ai sistemi convenzionali.

La tecnica è comunemente applicata nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli industriali e commerciali e degli autobus, dopo operazioni di ritocco, ovvero per il pre-essiccamento dei rivestimenti superficiali che vengono applicati con tecniche bagnato su bagnato. Viene anche utilizzata nella produzione dei nastri adesivi.

Non è applicata nella produzione di abrasivi e del filo per avvolgimento. Nella industria grafica questa tecnica non è necessaria dato l'attuale miglioramento degli inchiostri. Gli svantaggi di questa tecnica sono il calore prodotto nella pila di fogli stampati e il suo conseguente blocco o impaccamento.

Aspetti economici - I costi di investimento sono relativamente bassi; comunque, il riadattamento dei sistemi di essiccazione può essere costoso. Nel coil coating questa tecnica è economicamente fattibile solo per nuove installazioni o quando il forno richiede di essere sostituito.

Essiccazione a radiazioni vicine all'infrarosso

La sorgente di emissione è fornita di uno speciale regolatore di intervallo di lunghezza d'onda per avere solamente un leggero riscaldamento dei substrati.

Effetti incrociati - Un alto consumo di energia elettrica e la necessità di avere un'alimentazione elettrica affidabile.

Dati operativi - Nella verniciatura del legno questa tecnica consente di avere tempi di essiccamento più brevi.

Applicabilità - Dati i tempi di reticolazione molto brevi (1-5 secondi), questa tecnica è molto adatta per materiali termolabili come il legno e la plastica. Le vernici in polvere vengono comunemente reticolate con questa tecnica così come le vernici a base d'acqua sul legno.

La reticolazione mediante radiazioni vicino all'infrarosso sta cominciando ad essere utilizzata nel coil coating per la reticolazione veloce di vernici sottili e in polvere. La

sua estensione nelle linee di processo comuni dipenderà da ulteriori prove che verranno effettuate.

Non viene applicata nella produzione di abrasivi, nastri adesivi, nel rivestimento dei fili per avvolgimenti elettrici e nell'industria automobilistica.

Reticolazione a radiazioni ultraviolette

La scarica elettrica attraverso un gas viene utilizzata come sorgente emissiva per la reticolazione mediante radiazioni ultraviolette. Più comunemente, vengono utilizzate per questo scopo le lampade a vapori di mercurio. La radiazione assorbita innesca il processo di reticolazione all'interno della vernice o dello strato d'inchiostro. La reticolazione a radiazioni ultraviolette richiede la presenza di un iniziatore fotosensibile.

Vantaggi ambientali - Il consumo energetico è basso.

Effetti incrociati - L'emissione di ozono e l'utilizzo di lampade a vapori di mercurio. L'ozono è comunemente estratto ed avviato ad un termossidatore.

Dati operativi - I substrati di legno e plastica possono presentare degli ingiallimenti e possono diventare fragili. Questa tecnica richiede poco spazio e la reticolazione avviene in pochi secondi.

Applicabilità - Applicabile ad impianti nuovi ed esistenti. Applicabile con poliesteri insaturi, poliacrilati, resine epossidiche, etc.. Applicabile specialmente a vernici trasparenti e con spessori ad alto strato. Con vernici pigmentate la reticolazione UV è applicabile solamente su strati di basso spessore. Anche, gli inchiostri reticolabili all'UV sono essiccati mediante tale tecnica.

I substrati verniciati o stampati devono essere resistenti alla reticolazione UV e preferibilmente piatti o bidimensionali. La reticolazione di rivestimenti in polvere di prodotti o parti in legno o plastica tridimensionali è più complicata; ad ogni modo sono disponibili sistemi di essiccamento molto efficienti.

La radiazione UV è largamente impiegata con substrati di carta e cartone. Per esempio, essa è applicata nell'essiccazione di mobili verniciati, dove i pannelli piatti possono essere verniciati separatamente e la verniciatura viene effettuata prima dell'assemblaggio del mobile. Viene anche frequentemente applicata nella produzione di nastri adesivi.

Non è applicata nella produzione di abrasivi, nel coil coating, nell'industria del filo per avvolgimento e nell'industria automobilistica.

Aspetti economici - Rispetto ai costi di essiccamento convenzionali, i costi energetici possono essere ridotti fino al 70%. Rispetto ai forni convenzionali alimentati a gas impiegati con le vernici a base d'acqua i costi energetici sono ridotti del 40-50%. Nella stampa il consumo energetico può essere alto quanto quello con i sistemi convenzionali.

Reticolazione a fasci di elettroni

La reticolazione a fasci di elettroni è iniziata per mezzo di un fascio di elettroni emesso da un tubo catodico caldo. La polimerizzazione e, quindi, l'indurimento della vernice è causato dall'impatto degli elettroni sui monomeri. E' possibile con questa tecnica un alto livello di automazione. Gli elettroni sono accelerati ad alta velocità così da penetrare nella sostanza ricoprente e reticolarla in un tempo molto breve.

Effetti incrociati - La radiazione comporta rischi per i lavoratori. I lavoratori devono essere schermati dai fasci di elettroni mediante barriere di piombo o muri di cemento.

Dati operativi - C'è il rischio che il substrato diventi fragile e può avvenire la formazione di ombre. Sono richiesti spazi molto piccoli.

Applicabilità - Applicabile a poliesteri insaturi, poliacrilati, poliuretani, resine epossidiche, etc. Non ci sono limiti nello spessore dello strato o nella pigmentazione. Tutti i substrati e le geometrie sono utilizzabili, specialmente carta, legno o stagnole. A causa degli alti costi di investimento questa tecnica è applicata solamente per produttività elevate.

Questa tecnica è sempre più applicata nella produzione di nastri adesivi. Non è applicata nella produzione di abrasivi, nel coil coating, nell'industria del filo per avvolgimento e nell'industria automobilistica.

Aspetti economici - Questa tecnica richiede alti costi di investimento rispetto agli essiccatori convenzionali. Ad ogni modo i costi di esercizio non sono superiori a quelli dei forni convenzionali e le lampade UV sono considerevolmente meno costose.

Reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione)

Un reattore termico è una sorgente di radiazioni che emette radiazioni infrarosse così come calore per convezione. La radiazione infrarossa è generata per combustione di gas naturale o propano.

Vantaggi ambientali - Più basso consumo energetico rispetto a sistemi di essiccazione a sola circolazione d'aria.

Dati operativi - Sono funzione del sistema di verniciatura e del tipo di produzione. Il tempo totale di essiccazione è nell'intervallo di 6-10 minuti.

Applicabilità - Applicabile a tutti i materiali termoindurenti per la verniciatura o la stampa, sia a base di solvente o senza solvente o a polvere. I reattori termici sono anche disponibili per i sistemi di vernici a base d'acqua. La geometria del substrato verniciato o stampato non è rilevante; comunque, deve essere resistente al calore. La tecnica si applica nella verniciatura del legno. Non si applica nella produzione di abrasivi, nastri adesivi, fili per avvolgimento, nel coil coating e nell'industria automobilistica.

Aspetti economici - Un reattore termico per l'essiccamento in 6 minuti, applicato nella verniciatura del legno e del mobile, con una potenza elettrica installata di 10 kW, una portata d'aria in uscita di 2000 mc/h, riscaldato con gas naturale, costava EUR 95.000 euro nel 2000.

Tecniche di lavaggio

Il lavaggio deve avvenire necessariamente ad intervalli regolari, ad esempio:

- per auto verniciate a spruzzo dopo 5 o 10 veicoli e tra ogni cambio colore; dove si utilizza la tecnica di spruzzo, in aggiunta al sistema di lavaggio del sistema spruzzo, il lavaggio delle camere di spruzzo è anche necessario ad intervalli regolari;
- tra lavori di stampa; è anche necessario periodicamente per pulire accuratamente le presse di stampa;
- ogni qualvolta si effettua le operazioni di verniciatura la strumentazione deve essere pulita al fine di evitare il danneggiamento causato da indurimento di vernice poiché l'attività è di tipo discontinuo.

I tipi di tecniche utilizzate dipenderanno da quando l'impianto è pulito in situ o smontato completamente o in parte per la pulizia.

Preparazione prima del lavaggio

La rimozione del materiale ricoprente, vernice o inchiostro, il più possibile dal sistema nella sua forma concentrata riduce la quantità di materiale da rimuovere utilizzando solventi e/o acqua. Possono essere utilizzate tecniche di risparmio delle materie prime.

Vantaggi ambientali - Si riduce l'uso di solventi, sostanze pulenti e acqua che possono richiedere pre-trattamenti prima dello scarico. Si possono risparmiare materie prime.

Dati operativi - Può incrementare il fermo-impianto. Può incrementare il contatto con materiali pericolosi.

Aspetti economici - Bassi costi ma può incrementare il fermo-impianto.

Lavaggio con solvente convenzionale

Il lavaggio è condotto con solventi convenzionali, solitamente quelli utilizzati nei sistemi di verniciatura e inchiostro. In alcuni casi vengono utilizzati solventi alogenati.

Effetti incrociati - Consumo di solventi, emissioni di COV e produzione di rifiuti dati da solventi/vernici.

Dati operativi - I sistemi di pulizia contribuiscono considerevolmente all'utilizzo complessivo di solventi degli impianti di verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus. In alcuni casi i solventi possono essere sostituiti dai detergenti.

Applicabilità - I processi di lavaggio sono necessari in ogni stazione di verniciatura.

Lavaggio con recupero di solventi

Lo spurgo di solvente viene utilizzato per pulire le pistole/applicatori e le linee tra i cambi di colore in modo da prevenire le contaminazioni incrociate di colore. Il solvente di lavaggio è utilizzato per pulire l'impianto e le cabine. Lo spurgo ed il solvente di lavaggio possono essere raccolti, stoccati e riutilizzati come solventi d'alimentazione o

distrutti. Alcune stazioni di verniciatura moderne sono equipaggiate con sistemi di recupero per i prodotti di lavaggio utilizzati.

Vantaggi ambientali - 80-90% di solventi di lavaggio e spurgo possono essere recuperati e riutilizzati.

Dati operativi - Problemi si rilevano con sostanze ricoprenti bicomponenti trasparenti che frequentemente portano all'intasamento delle tubazioni dei serbatoi di recupero.

Applicabilità - Questo sistema può essere utilizzato nei processi di applicazione delle vernici a base di solvente e in ogni operazione dove i solventi sono utilizzati per pulire le cabine. Il solvente recuperato può essere trattato per il riuso all'interno del processo o, alternativamente, essere inviato e processato dall'operatore all'origine o da terze parti. Il principale motivo per cui viene effettuato è il riciclaggio del solvente e la riduzione delle emissioni di COV.

Aspetti economici - Nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, un tipico sistema di recupero dei solventi costa 0.4 milioni di euro per cabina di spruzzo da installare.

Lavaggio di parti meccaniche a spruzzo d'acqua ad alta pressione

Il lavaggio di parti meccaniche e presidi medici ospedalieri è fatto mediante spruzzo d'acqua ad alta pressione e sodio bicarbonato o analoghi sistemi di pulizia piuttosto che mediante l'utilizzo di solventi.

Vantaggi ambientali - Riduzione delle emissioni di solvente.

Effetti incrociati - Incremento di consumo d'acqua e dei reflui acquosi.

Dati operativi - Comunemente applicato.

Applicabilità - Questa tecnica è utilizzata per lavaggi in profondità di cilindri e rulli. Il carbonato di sodio è aggiunto all'acqua ad alta pressione.

Lavaggio ad ultrasuoni

Un sistema di lavaggio ad ultrasuoni genera un'alta frequenza di vibrazioni attraverso il liquido, ad esempio compresa tra 20000 e 100000 cicli per secondo. Le vibrazioni creano microscopiche bolle nel liquido che poi collassano sugli elementi che sono immersi nel liquido.

Vantaggi ambientali - Vengono utilizzati agenti pulenti senza solventi e le emissioni di COV sono eliminate.

Effetti incrociati - I livelli di rumore possono incrementare.

Applicabilità - Viene applicata nello stampaggio di confezioni flessibili per la pulizia in profondità di cilindri e rulli.

Anche usato nel settore aeronautico.

Pulizia con ghiaccio secco

Inchiostri o vernici secche possono essere rimosse mediante soffiaggio con ghiaccio secco.

Vantaggi ambientali - Le emissioni di solvente sono completamente evitate.

Effetti incrociati - Il soffiaggio richiede energia e genera rumore e polvere derivante dalla vernice o dall'inchiostro rimosso.

Dati operativi - La preparazione richiede molto tempo poiché le parti da pulire devono essere totalmente isolate per prevenire i danni alle altre parti.

Applicabilità - Ampiamente applicabile. Nella stampa la tecnica è utilizzata per liberarsi delle contaminazioni persistenti su parti delle presse. E' applicata a intervalli di qualche mese per una periodica pulizia intensiva delle presse.

Aspetti economici - I costi sono comparabili alle tecniche di lavaggio convenzionale.

Tecniche di lavaggio ad acqua

Componenti e sottoassemblaggi possono essere puliti in vasche usando tecniche di lavaggio e sgrassaggio a base d'acqua mediante sistemi detergenti. Esiste un'ampia gamma di sostanze chimiche utilizzabili in funzione del substrato e dei materiali da rimuovere.

Vantaggi ambientali - Nessuna emissione di solventi.

Effetti incrociati - Può richiedere calore addizionale.

Dati operativi - Può richiedere più tempo nella pulizia rispetto a tecniche che utilizzano solventi.

Sostituzione

Il trattamento di superfici mediante solventi utilizza un'ampia gamma di sostanze chimiche in un'ampia gamma di processi. La direttiva IPPC richiede di considerare l'utilizzo di sostanze meno pericolose. Ad ogni modo, vi possono essere in aggiunta altri tipi di benefici ambientali:

- minor utilizzo di sostanze nel processo,
- riduzione di gas emessi o reflui da trattare,
- risparmio energetico,
- risparmio d'acqua.

Ci possono essere anche altre ragioni economiche e operative che giustificano la sostituzione:

- miglioramento della qualità e dell'affidabilità del processo,
- risparmio economico per la riduzione dei reflui da trattare,
- risparmio economico per la riduzione dei gas emessi da trattare,
- salute e sicurezza nel luogo di lavoro.

Questo può essere ottenuto mediante:

- sostituzione diretta delle sostanze impiegate con sostanze meno pericolose,
- sostituzione con differenti processi chimici o metodi,
- sostituzione con differenti trattamenti di superficie.

Vantaggi ambientali – Riduzione nell'uso di sostanze pericolose, es. solventi, e conseguente riduzione delle emissioni nell'ambiente; miglioramento delle performance ambientali relative ad esempio al risparmio energetico, la produzione di un minor quantitativo di rifiuti, la minor emissione di rumore o polveri.

Effetti incrociati – Dipendono dalle tecniche alternative considerate. Alcune possono avere l'effetto opposto di incrementare il consumo energetico, la produzione di rifiuti, l'impiego d'acqua o di sostanze.

Applicabilità – In tutti i casi, prima di apportare dei cambiamenti è fondamentale discuterne con il cliente stesso e conoscendo bene le caratteristiche finali del prodotto che si possono ottenere. La salute e la sicurezza dei lavoratori è il maggior motivo che porta alla sostituzione con sostanze meno pericolose.

Aspetti economici – Sono da valutare caso per caso. In alcuni casi vi può essere un incentivo economico dato dal risparmio energetico.

Sostituzione dei prodotti di lavaggio

La velocità di evaporazione del solvente determina la quantità di solvente che evapora durante l'attività di lavaggio/pulizia e la successiva quantità immagazzinata di panni contaminati. La velocità di evaporazione dei solventi tradizionali è più alta rispetto alla velocità di evaporazione dei solventi con punto di flash medio-alto. Conseguentemente l'evaporazione può essere ridotta usando quest'ultimi. Informazioni o dati sulla velocità di evaporazione non sono, comunque, normalmente forniti. Il punto di flash del solvente, che invece viene solitamente fornito o è facilmente reperibile nei manuali, può, ad ogni modo, essere una buona indicazione della velocità di evaporazione.

L'uso di prodotti/solventi di lavaggio con punto di flash medio-alto ha dei vantaggi per la sicurezza e la salute dei lavoratori e per la riduzione delle emissioni di solvente nell'ambiente a patto che:

- il valore limite di esposizione occupazionale del solvente utilizzato in sostituzione non sia significativamente più basso;
- il cambiamento di solvente non porti ad una maggior richiesta di calore
- il solvente non debba essere asciugato per evaporazione forzata con aria

Può essere necessario un uso occasionale di solventi di lavaggio tradizionali con basso punto di flash. Una piccola quantità di questi (es. 5% del totale) dovrebbe essere tenuta a magazzino nella maggior parte degli impianti di stampa offset. Per esempio, solventi con punto di flash > 100 °C (HBS – High Boiling Solvents) o altri solventi a bassa volatilità non sono impiegabili in tutti i processi di stampa. Inchiostri a base di solventi volatili, quando essiccati, si dissolvono facilmente nel medesimo solvente che essi originariamente contenevano.

Prodotti pulenti con punto di flash > 40 °C - Hanno una velocità di evaporazione considerevolmente più bassa dei solventi tradizionali e possono essere utilizzati come passaggio intermedio quando si vuol passare da un agente pulente volatile ad uno meno volatile. Si ottengono delle riduzioni delle emissioni di COV del 40% e proporzionalmente minori consumi di solvente. Questi prodotti non sono efficaci ed efficienti come i solventi tradizionali e i lavaggi richiedono più tempo (nella stampa questo aspetto porta l'eventuale impiego di questi prodotti ad essere economicamente critico). E' comunque applicabile in tutti i settori.

Prodotti pulenti con punto di flash > 55 °C - Hanno una velocità di evaporazione di 100 volte più bassa dei solventi tradizionali. La riduzione delle emissioni di COV dipende dal solvente sostituito: rispetto all'impiego di un solvente con punto di flash < 21 °C si ottengono riduzioni di COV emessi di circa il 90% e proporzionalmente minori consumi di solvente. Questi prodotti non sono efficaci ed efficienti come i solventi tradizionali e i lavaggi richiedono più tempo (nella stampa questo aspetto porta l'eventuale impiego di questi agenti ad essere economicamente critico) benché l'esperienza nell'impiego può portare ad una riduzione di questi tempi a livelli accettabili. E' comunemente applicata nella calcografia a caldo e nella calcografia degli imballaggi.

Prodotti pulenti con punto di flash > 100 °C - Hanno una velocità di evaporazione prossima a zero e le emissioni e i consumi di solvente sono ridotti al minimo di 100 volte più bassa dei solventi tradizionali. Al diminuire della velocità di evaporazione è chiaramente maggiore la quantità e la qualità del rifiuto da trattare/smaltire quando deve essere necessariamente rigenerato il bagno di lavaggio a meno che l'agente pulente non venga trattato (es. filtrazione). E' applicabile in tutti gli impianti di stampaggio e comunemente applicata negli impianti di stampa offset.

Agenti pulenti di origine vegetale – Possono essere inclusi nel gruppo degli agenti pulenti con punto di flash > 100 °C. La prima generazione di questi agenti era semplicemente composta di oli vegetali raffinati che erano piuttosto densi e difficili da maneggiare. La generazione più recente è composta da monoesteri di differenti acidi grassi con differenti gradi di saturazione e contenuto di acidi grassi. Questi agenti derivano da fonti energetiche rinnovabili e, quindi, la loro emissione non contribuisce ad incrementare i gas serra oltre ad avere i vantaggi (e le altre considerazioni) che sono stati detti per la categoria di agenti pulenti con punto di flash > 100 °C.

Sostituzione con solventi con più basso potenziale fotochimica di formazione dell'ozono
La reattività dei COV non è staticamente funzione del composto ma varia con le condizioni ambientali (temperatura, radiazione solare, concentrazione di NOx, altri COV presenti); assegnare, quindi, un valore di reattività ai VOC è, quindi, un compito complesso.

Vantaggi ambientali - La sostituzione di solventi aromatici leggeri di alta reattività (es. toluene, xilene, nafta ad elevato contenuto di idrocarburi aromatici C9) con alternative a più bassa reattività porta ad una riduzione dei COV collegati alla formazione di ozono fotochimica, ad esempio una riduzione addizionale del 20-40% del potenziale fotochimica di formazione dell'ozono.

Inoltre i solventi aromatici sono classificati come pericolosi per l'ambiente (R51/53 con l'eccezione del toluene) per cui la loro sostituzione può comportare un altrettanto beneficio per l'ambiente acquatico, in funzione del prodotto con il quale lo si sostituisce).

I solventi aromatici leggeri sono caratterizzati da bassi valori dei limiti di esposizione occupazionali per cui la loro sostituzione comporta dei vantaggi anche dal punto di vista dell'igiene del lavoro. Inoltre il toluene è stato classificato come tossico per la riproduzione di categoria 3, R63 (29° adeguamento al progresso tecnico della direttiva sostanze pericolose).

Test tossicologici sull'etilbenzene, un componente dello xilene industriale, hanno evidenziato attività cancerogena in ratti e topi. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha classificato l'etilbenzene come cancerogeno di gruppo 2B (possibile cancerogeno per l'uomo).

Applicabilità – Per l'impiego quando prodotti senza solventi o a basso contenuto di solventi non possono essere prontamente utilizzati.

I calcoli della reattività dei COV mostrano che, sebbene ci possano essere alcune variazioni nella relativa classificazione dei differenti COV, il posizionamento dei solventi aromatici leggeri come prodotti più reattivi, in termini di formazione di ozono, è comune alle differenti scale utilizzate più comunemente. Sostituendo i prodotti aromatici leggeri nella formulazione dei trattamenti di superficie può comportare una riduzione significativa del potenziale di formazione di ozono del prodotto finale nonostante l'incertezza associata con i valori di formazione di ozono fotochimico.

Aspetti economici – Nei casi dove sono richiesti sistemi di abbattimento costosi, potrebbe essere una misura anche economicamente efficace.

Sostituzione dei solventi alogenati

I solventi alogenati possono essere sostituiti con solventi meno pericolosi quali, ad esempio, n-metil-2-pirolidone e etanolamina.

Vantaggi ambientali – Riduzione delle emissioni in aria e riduzione dei rifiuti pericolosi prodotti.

Dati operativi – Utilizzato come solvente per alcuni rivestimenti di veicoli agricoli e per l'edilizia. In Germania l'impiego di solventi alogenati è considerato obsoleto. Nelle confezioni flessibili i solventi alogenati, come il metilencloruro, vengono impiegati per rimuovere le contaminazioni persistenti. Ad ogni modo, essi sono stati sostituiti con solventi non volatili quali appunto n-metil-2-pirolidone e etanolamina.

Applicabilità – Nell'industria della stampa.

Sostituzione di solventi cancerogeni, mutageni o teratogeni

Differenti sostanze o tecniche possono essere impiegate per sostituire solventi che, per il loro contenuto di COV, sono classificati come cancerogeni, mutageni o tossici (direttiva 67/548/EEC) e a cui sono assegnati frasi di rischio quali R45, R46, R49, R60, R61.

Sostituzione con miscele di solventi a base acquosa

Nelle stazioni di verniciatura con vernici a base d'acqua vengono impiegati miscele di acqua e alcool o glicole al posto dei solventi organici.

Vantaggi ambientali – Riduzione dei consumi di solvente.

Effetti incrociati – I solventi a base acquosa possono contenere fino al 15% di solvente.

Dati operativi – Viene riportato che gli agenti pulenti a base acquosa possono essere utilizzati in combinazione con un sistema di trattamento biologico.

Applicabilità – I solventi a base acquosa vengono impiegati nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli industriali e commerciali dove vengono utilizzate le vernici a base acquosa.

Gli agenti pulenti a base acquosa non sono disponibili nella stampa offset. Essi inoltre non sono disponibili per la calcografia per pubblicazioni o per la flessografia degli imballaggi quando vengono impiegati inchiostri a base solvente, vernici e adesivi.

Progettazione, ottimizzazione e gestione delle tecniche di abbattimento

Scelta dei sistemi di abbattimento, progettazione e loro ottimizzazione

I sistemi di estrazione di aria contenete solventi sono di solito progettati, prioritariamente, per mantenere le aree in cui si lavora e ci sono le attrezzature a concentrazioni di solventi ben inferiori al LEL (livello minimo di esplosione di solito al 40% del LEL) e la concentrazione di solvente nei luoghi di lavoro al di sotto dell'OEL. L'aria estratta può essere poi inviata a sistemi di trattamento. In alcuni casi il trattamento ha la finalità di ridurre le emissioni di solventi, in altri casi ci può essere l'obiettivo principale di abbattere gli odori. La progettazione dei sistemi di trattamento si basa su:

- la quantità di aria da estrarre
- il livello presumibile di concentrazione di solventi
- la tipologia di trattamento prescelto con le conseguenti implicazioni di costi benefici e di effetti "cross-media".

L'estrazione di grandi volumi di aria determina un aumento della dimensione dei sistemi di abbattimento e può determinare un incremento di consumo energetico come ad esempio il combustibile di sostegno alla combustione. Peraltro le emissioni fuggitive, cioè la quota parte delle emissioni che non sono intercettate dal sistema di estrazione d'aria, spesso formano la maggior parte delle emissioni di solventi. Anche questo deve essere considerato quando si progetta un sistema di trattamento.

I criteri tecnici che seguono possono esser di ausilio nella scelta, progettazione ed ottimizzazione del sistema di trattamento.

- Emissioni discontinue. Nel caso di processi discontinui sono preferibili dal punto di vista del rapporto costi-efficacia tecniche semplici di ossidazione termica (inceneritori) o di adsorbimento (su cartucce)
- Processi continui. Nel caso di processi continui si preferiscono "letti ossidanti" a multiplo stadio, cosa che comporta un aumento di energia per l'estrazione dell'aria e per il combustibile di supporto alla combustione. La tabella seguente mostra i livelli conseguibili di concentrazioni di COV con differenti assetti.

Concentrazione di COV dopo trattamento (mgC/Nm ³)	Trattamento richiesto
20 (come media su 24 ore)	Ossidazione a tre stadi
50 (come media su 24 ore)	Ossidazione a due o tre stadi (dipende dalla concentrazione in ingresso al trattamento)
100 (come media su 24 ore)	Ossidazione a due stadi
20 (in qualsiasi istante)	Ossidazione a tre stadi
50 (in qualsiasi istante)	Ossidazione a tre stadi
100 (in qualsiasi istante)	Ossidazione a tre stadi

È interessante notare che non ci sono differenze sostanziali di costo di esercizio tra il trattamento a due o tre stadi. Quello a due stadi ha costi di investimento tra il 10% ed il 15% inferiori a quello a tre stadi.

- Effetto del consumo di energia al di sotto delle condizioni di auto sostentamento termico. Al ridursi della concentrazione di COV nella corrente al combustore (in particolare sotto i 3 g/Nm³ di COV) aumenta significativamente il consumo di combustibile per garantire la combustione. Tale aumento può essere particolarmente significativo per correnti a bassa e media portata.
- Costi benefici del consumo di energia per il trattamento di modeste emissioni di solvente. Dati recenti che provengono dalla convenzione sui cambiamenti climatici danno una stima del costo della tonnellata di CO₂ emessa che oscilla tra 20-25 € nell'anno 2000 a circa 35 € nell'anno 2020. Nell'estate del 2005 il costo della tonnellata di CO₂ commercializzata ha oscillato tra 19 e 23 €.

Il programma CAFE della Unione Europea ha, invece, fornito alcuni dati di valore medio delle esternalità ambientali associate alla emissione di una tonnellata di COV che oscillano tra 950 € e 2800 €. I valori estremi forniti dall'analisi sono rispettivamente 140 € e 8000 € per tonnellata di COV emessa.

Qualora si vogliono utilizzare questi dati per analisi costi-benefici è importante rilevare l'ampia incertezza dovuta sia all'incertezza dei modelli che alle notevoli variazioni statistiche. Inoltre le analisi economiche riportate valgono sempre in una scala geografica ampia (la UE) mentre gli effetti delle emissioni di COV sono spesso locali.

Pur tuttavia analizzando i dati economici sopra riportati si perviene ad un rapporto tra CO₂ e COV che oscilla tra 1:5 e 1:400 in relazione alle differenti possibilità (1 tonnellata di COV equivale economicamente a 5 o 400 tonnellate di CO₂ ad esempio) e questo potrebbe favorire una scelta sull'uso di combustibile aggiuntivo per abbattere la concentrazione di COV.

- Effetto del valore limite di CO. Il valore di concentrazione di CO all'uscita dell'inceneritore dipende dalla geometria della camera di combustione, dalla temperatura e dal tempo di residenza in camera. Ridurre le concentrazioni di CO significa: aumentare la temperatura di combustione (che equivale ad aumentare i costi di esercizio) ovvero aumentare la dimensione della camera, per aumentare i tempi di permanenza, (che equivale ad aumentare i costi di investimento). Normalmente è sufficiente aumentare la temperatura di combustione sino a 850 °C. A concentrazioni di COV prossime all'auto combustione ciò si ottiene facilmente.

Vantaggi ambientali – Il trattamento dell'aria consente di ridurre le emissioni di COV e gli odori.

Effetti incrociati – Il consumo di energia per il funzionamento degli estrattori può essere significativo, così come rilevante può essere il consumo energetico (di combustibile) per arrivare a basse concentrazioni di COV. Il rumore è in genere un fattore rilevante.

Manutenzione dei sistemi di trattamento

Tutti i sistemi di trattamento gas necessitano di manutenzione sia preventiva sia in caso di rotture. L'emissione di portate non trattate può essere ridotta con i seguenti metodi.

- Con una manutenzione programmata. Spegnerne per manutenzione i sistemi di abbattimento principali (e questo potrebbe richiedere giorni per raffreddare le attrezzature prima di toccarle) nei periodi di bassa produzione o di fermo di produzione, nei periodi in cui le emissioni avranno un impatto minore (ad esempio nei periodi di minore irraggiamento solare e nei periodi in cui è meno probabile l'inversione termica).
- Monitorando opportunamente i sistemi (vibrazioni, perdite) per pianificare gli interventi di manutenzione.
- Utilizzando sistemi che sono in parte o interamente duplicati.
- Riparando le perdite e le rotture nel minor tempo possibile.

Vantaggi ambientali – La manutenzione ben fatta riduce ovviamente le emissioni complessive di COV.

Il taglio dei picchi di emissione

Per motivi di sicurezza si considera sempre che il carico massimo teorico di emissioni di COV da un impianto sia pari alla somma dei carichi massimi di emissioni di COV dalle singole unità. In realtà, anche quando un'azienda lavora alla massima capacità, raramente si raggiunge il carico massimo teorico di emissioni poiché difficilmente i picchi di emissioni coincidono. La capacità di progetto dei sistemi di trattamento può essere inferiore al carico massimo teorico. Nel caso in cui il sistema di trattamento venga sovraccaricato si ricorre ad un sistema di "by-pass" dell'aria estratta. Questa tecnica è chiamata taglio dei picchi di emissione.

Vantaggi ambientali – Si consegue una significativa riduzione dei consumi energetici.

Effetti incrociati – .

Dati operativi – Ad esempio le presse calcografiche e flessografiche hanno essiccatori su ogni unità colore. Ciascun essiccatore può trattare il 100% dell'inchiostro alla massima velocità della pressa. In genere però solo due su otto funzionano contemporaneamente al massimo della capacità mentre gli altri sei lavorano a capacità molto ridotte o addirittura nulle.

Alcune simulazioni sono state fatte per un impianto di stampa imballaggi flessibili con un utilizzo di solvente di circa 1000 tonnellate per anno ed una portata di aria di estrazione di circa 80.000 m³/h. Si è rilevato come, riducendo la capacità di incenerimento dal 95% all'80% della portata complessiva d'aria, si passa da 240 a 9040 tonnellate di COV "by-passate", corrispondenti a meno dell'1% del solvente utilizzato e passando da 24000 €/t a 670 €/t in termini di costo marginale di incenerimento.

Applicabilità – Questa tecnica può essere usata insieme con la tecnica seguente di compensazione dei picchi di emissione aggiungendo correnti a bassa concentrazione di COV nei momenti in cui il sistema di trattamento è sotto-utilizzato.

Aspetti economici – Il BRef CM&E (Cross-Media Effects and Economics) riporta che il costo medio delle esternalità associate all'emissione di una tonnellata di COV (inclusi gli effetti sulla salute) è oscillante tra 950 e 2800 €. Tale costo comunque può variare significativamente in relazione a situazioni locali e può raggiungere gli 8000 €/t. Su base annuale, invece, l'esempio mostra come il by-pass di meno dell'1% di solvente può ridurre i costi (impiantistici e operativi) fino al 50%. Dunque in certe situazioni potrebbe essere più vantaggioso ridurre le emissioni fuggitive di qualche per

cento piuttosto che progettare ed esercire l'impianto di trattamento alla massima capacità di ventilazione.

Sfruttare la sovra capacità – compensazione delle variazioni

I sistemi di trattamento delle emissioni attuali sono utilizzati, generalmente, non alla massima capacità di ventilazione. Durante i periodi di carico inferiore si può utilizzare la capacità disponibile per trattare correnti a bassa concentrazione di COV estratte localmente e normalmente non trattate. Ciò, ovviamente, richiede la costruzione di sistemi di estrazione locale e comporta la necessità di by-passare queste correnti minori nei casi in cui è richiesta la massima capacità.

Vantaggi ambientali – A fronte di una riduzione della emissione di solventi, si consuma minore energia rispetto al caso di una estrazione costante.

Effetti incrociati – Bisogna controllare costantemente la concentrazione di COV nell'aria esausta poiché potrebbe scendere sotto il livello di auto-combustione, con conseguente necessità di combustibile addizionale.

Aspetti economici – Il costo per l'adattamento di un sistema può essere intorno ai 100.000 €. I costi di esercizio non cambiano molto e si possono risparmiare costi aggiuntivi molto elevati (per aumentare la capacità dell'inceneritore).

Controllo della concentrazione di COV nell'aria esausta per mezzo di motori a frequenza variabile

L'uso di motori a frequenza variabile consente, in molti sistemi di trattamento aria esauste, di modulare la portata in relazione ai processi che sono in esercizio.

Vantaggi ambientali – Conseguire la necessaria riduzione di emissioni con una corrispondente riduzione di consumi energetici.

Dati operativi – Nella stampa degli imballaggi flessibili che è un tipico processo a batch in cui le singole presse possono rimanere fuori linea per il 30-50% del tempo. Nel caso di un combustore in linea con ogni pressa è necessario che esso continui a bruciare combustibile per mantenere la temperatura. La modulazione diventa particolarmente importante nel caso di combustori termici rigenerativi.

Sistema di trattamento dell'aria esausta dedicato piuttosto che centralizzato

Ciascuna singola linea di stampa o di verniciatura può avere un sistema dedicato piuttosto. Ad esempio, nel caso in cui un combustore sia integrato con l'essiccatore, l'aria calda in uscita dal trattamento può essere facilmente usata per riscaldare l'aria dell'essiccatore.

Le singole linee hanno sistemi dedicati e non dipendono da un unico sistema centralizzato. Nel caso delle presse flessografiche, ad esempio, il vantaggio del trattamento dedicato è che, in caso di manutenzione e sostituzione del carbone attivo, si opera su una sola pressa e non si ferma l'intero sistema.

Vantaggi ambientali – In confronto a sistemi centralizzati equivalenti spesso si ottengono efficienze di rimozione più elevate. Ciò è possibile poiché la capacità del sistema di trattamento corrisponde esattamente a quanto è richiesto dalla singola linea. Inoltre gli ampliamenti dell'impianto, aggiungendo nuove linee, sono più facili con i sistemi di trattamento dedicati. Nell'industria automobilistica si possono raggiungere

concentrazioni di COV nell'aria trattata intorno ai 10 – 50 mg (C)/Nm³. Il sistema dedicato, se integrato con l'essiccatore, consente miglioramenti di efficienza termica (riducendo i cascami di calore). Infine si riducono le necessità di manutenzione e i fermi operazionali.

Applicabilità – Particolarmente utilizzata nella stampa per fotoincisione. Utilizzata anche nella stampa offset a caldo poiché utilizza un singolo essiccatore per ogni pressa e dunque il risparmio energetico nell'essiccatore compensa il costo dell'impianto di trattamento aria. È comunque applicabile, in genere, per nuovi impianti. È usata nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli industriali e commerciali. Non è applicata nell'industria del degli avvolgimenti elettrici, anche perché non c'è fase di essiccamento ed in quella del coil coating.

Aspetti economici – Questa tecnica è più costosa rispetto all'utilizzo di un sistema centralizzato comunque, a seconda dell'impianto considerato, può consentire risparmi energetici consistenti.

Sistema di trattamento dell'aria esausta centralizzato

Nella stampa degli imballaggi flessibili non c'è vantaggio nell'adozione di un sistema dedicato. Le presse infatti sono collegate a 8 – 12 essiccatori, ciascuno dei quali è diretto ad un sistema di trattamento centralizzato. Il motivo è che un sistema di trattamento dedicato deve essere normalmente installato sul tetto, subito sopra la pressa. Le normali limitazioni di resistenza delle strutture civili impediscono l'installazione di grandi e pesanti sistemi dedicati. Un sistema centralizzato, come ad esempio un combustore termico rigenerativo, che può essere collocato in posizione adiacente all'edificio, può essere dimensionato per capacità e tempi di residenza superiori e dunque una superiore efficienza termica. La stampa di imballaggi flessibili è comunque un processo batch in cui le singole presse possono essere inutilizzate per un 30 – 50% del tempo. Durante il tempo di inattività un sistema dedicato deve continuare a bruciare combustibile per mantenere la temperatura. La maggior parte dei combustori centralizzati usano motori a frequenza variabile per modulare la portata in relazione alle presse che sono in funzione. Il combustore termico rigenerativo brucia solo aria carica di solvente e spesso sostenere la combustione senza necessità di combustibile integrativo.

Contenimento e raccolta dei gas di scarico

Parti di macchinari o intere linee di verniciatura possono essere incapsulate e chiuse per evitare le emissioni fuggitive. La chiusura delle linee è utile anche per ragioni di salute e sicurezza dei lavoratori e per ridurre il rumore.

Tenute per l'ingresso e l'uscita dei forni e degli essiccatori

La predisposizione di tenute in ingresso ed uscita dai forni può aiutare a prevenire le emissioni fuggitive.

Vantaggi ambientali – Riduce le emissioni di solventi.

Applicabilità – Normalmente applicata nell'industria del coil coating, nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli industriali e commerciali e degli autobus.

Depressione negli essiccatori

I forni e gli essiccatori sono tenuti normalmente in depressione per minimizzare la fuga di COV. La pressione negativa determina l'ingresso d'aria nel forno e favorisce la cattura di vapori di COV dalla verniciatura ad umido.

Dati operativi – Necessita 'utilizzo di un sistema di estrazione.

Estrazione d'aria dai sistemi di verniciatura

L'aria può essere estratta dalle macchine (incapsulate o meno) usate nel processo, come nel caso delle presse di stampa, delle linee di coil coating ed in quelle industriali. Questo minimizza le emissioni e riduce la portata che deve essere estratta e che richiede un trattamento.

Vantaggi ambientali – Riduce le emissioni fuggitive di solventi. A seconda dei sistemi di trattamento dell'aria esausta, riduce il consumo energetico per l'estrazione.

Effetti incrociati – Richiede energia e causa rumore.

Dati operativi – Le aree in cui si trattano le materie prime a base di solventi (miscelamento, regolazione della viscosità) possono essere equipaggiate con estrattori d'aria che sono poi collegati ad un sistema centralizzato di trattamento.

Applicabilità – Generalmente applicabile.

Aspetti economici – Nella stampa per fotoincisione di imballaggi flessibili si realizza l'estrazione di aria dalle zone di mescolamento degli inchiostri. Non è applicata nel coil coating anche se sarebbe tecnicamente possibile. Le emissioni dalle attrezzature di processo, che sono minime rispetto a quelle dagli essiccatori, sono rilasciate in aria. A causa dei grandi volumi di aria ci vorrebbero grandi quantità di energia per raccogliere le portate e ciò potrebbe essere ambientalmente sfavorevole.

Estrazione d'aria dagli essiccatori

Gli essiccatori e i forni sono equipaggiati con un sistema di estrazione d'aria che invia l'aria esausta ad un sistema di trattamento.

Vantaggi ambientali – Riduce le emissioni fuggitive di solventi.

Effetti incrociati – L'estrazione richiede energia e può causare rumore.

Applicabilità – Generalmente applicabile ed applicata nell'industria degli avvolgimenti elettrici.

Estrazione d'aria dalle zone di raffreddamento

Dopo la fase di essiccazione / reticolazione può esserci una fase di raffreddamento. L'aria della zona di raffreddamento può essere chiusa. L'aria contenente solvente può essere estratta ed inviata ad un sistema di trattamento.

Vantaggi ambientali – Riduce le emissioni di COV.

Applicabilità – Applicata all'industria del coil coating.

Aspetti economici – Comporta in genere alti costi.

Estrazione d'aria dai processi di pulizia

Le aree in cui le macchine o loro parti vengono pulite, a mano o automaticamente, sono in genere equipaggiate con sistemi di estrazione d'aria che può essere inviata al sistema di trattamento arie esauste.

Vantaggi ambientali – Riduce le emissioni fuggitive.

Effetti incrociati – Richiede energia e causa rumore.

Dati operativi – I sistemi di pulizia sono usati saltuariamente e ad intervalli irregolari per cui collegarli agli impianti di trattamento può determinare la progettazione del sistema di capacità superiore che poi non viene utilizzata.

Applicabilità – Applicabile a tutti gli impianti dove ci sono sistemi di trattamento centralizzati. È applicata nella stampa degli imballaggi dal momento che normalmente utilizzano impianti di trattamento centralizzati. Non è utilizzata nella industria degli avvolgimenti elettrici a causa dell'alto punto di ebollizione dei solventi nello smalto. Non è applicata invece nell'industria del coil coating poiché non si utilizza l'estrazione d'aria come detto precedentemente.

Aspetti economici – I costi dipendono dall'esistenza di un impianto di estrazione e dalla capacità del sistema di trattamento. Un adeguamento impiantistico potrebbe essere pertanto molto costoso.

Estrazione d'aria dai depositi

I rifiuti che contengono solventi, stracci o residui, che sono normalmente immagazzinati in contenitori, possono avere un sistema di estrazione individuale collegato al sistema centrale di trattamento.

Vantaggi ambientali – Riduce le emissioni fuggitive.

Effetti incrociati – Aumenta i consumi energetici e causa rumore.

Applicabilità – Applicata comunemente negli impianti di fotoincisione per pubblicazioni. È normalmente applicata nel coil-coating sopra i fusti in agitazione.

Aspetti economici – I costi sono modesti se confrontati con l'intero sistema di recupero dei solventi. Il costo per ogni kg di toluene recuperato è di 0,5 €. La eventuale capacità aggiuntiva del sistema di trattamento ha comunque un costo significativo.

Aumento interno della concentrazione di solvente

Consentire ad un'aria ricca di solvente di circolare negli essiccatori o nei serbatoi di spray (dopo una sufficiente eliminazione del particolato e dell'umidità) aumenta la concentrazione di solventi nell'aria esausta ed aumenta l'efficienza del sistema di trattamento. Questa tecnica si chiama "concentrazione interna". La concentrazione interna, ad esempio la riduzione di portata d'aria, è sconsigliata dalla necessità di evitare rischi di incendi e di esplosione. Alla riduzione della portata d'aria o all'aumento della concentrazione di solvente corrisponde un aumento di rischio di esplosione. Pertanto un prerequisito per applicare questa tecnica è l'adozione di un più basso limite di esplosione per far sì che la portata d'aria negli essiccatori sia tale che la massima concentrazione di solvente sia inferiore al LEL (livello minimo di esplosione). La concentrazione di solventi può essere pari ad un 25 % del LEL nel caso di essiccatori a fiamma aperta o ad un 50% del LEL nel caso di essiccatori ad olio o vapore piuttosto che a fiamma aperta ma con sistemi anti esplosione.

È possibile anche una concentrazione "esterna" oltre che "interna" inserendo, ad esempio, un adsorbitore prima dell'inceneritore.

Vantaggi ambientali – Negli impianti di fotoincisione di imballaggi, quando non si intraprendono misure per arricchire l'aria esausta, la concentrazione media di solvente è compresa tra 1 e 2 g/Nm³. Per solventi tipo etanolo o acetato di etile il LEL alle temperature di esercizio della stampa è di circa 50 g/Nm³. Il 25 % del LEL è pari all'incirca a 10 – 12 g/Nm³. Questa è la massima concentrazione che si può ottenere nell'aria esausta degli essiccatori. Nei casi in cui vengono adottate misure di arricchimento di solvente si possono raggiungere concentrazioni nell'intervallo 4 – 6 g/Nm³. Tali concentrazioni consentiranno l'incenerimento rigenerativo senza necessità di combustibile integrativo. Inoltre, se ricircolata, l'aria richiede minore energia di riscaldamento.

Dati operativi – Quando il costo del sistema di abbattimento non è una variabile di rilievo si tende a dimensionare i sistemi di circolazione d'aria in sicurezza. Questo ovviamente non può esser fatto se l'investimento del sistema di abbattimento deve essere rivalutato. I margini di sicurezza condizionano ovviamente la taglia del sistema di abbattimento. Si trovano esempi di applicazioni del ricircolo d'aria anche senza sistemi di controllo attivo del LEL.

Nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali si raggiungono elevati tassi di ricircolo in impianti di verniciatura coi vernici ad acqua, dal momento che il contenuto inferiore di solvente nelle vernici consente più facilmente il rispetto dei limiti di esposizione dei lavoratori o di sicurezza per le esplosioni. Nel caso detto, comunque, il ricircolo d'aria può essere limitato da esigenze operative come la temperatura e l'umidità della verniciatura.

Applicabilità – E' applicabile in tutte quelle situazioni in cui si combina una elevata portata di aria estratta ed una bassa concentrazione di solventi. È una tecnica usata nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, nelle cabine di verniciatura con vernici ad acqua o a solvente. Per gli essiccatori, è una tecnica applicata nella stampa per fotoincisione, anche per aumentare il recupero di toluene, e nella stampa degli imballaggi flessibili. Nella fotoincisione delle riviste le

nuove presse hanno portate così elevate che l'aumento di capacità del sistema di trattamento esistente può essere non economico. È anche applicata nella fabbricazione di adesivi, dove alla massima velocità della linea di produzione può determinare una concentrazione di solvente pari al 50 % del LEL del solvente con il più basso punto di infiammabilità.

Aspetti economici – Il costo dell'adozione della tecnica dipende ovviamente dall'ampiezza di aumento di concentrazione richiesta. Quando si progetta un sistema di trattamento dell'aria esausta è bene, dunque, cercare di ridurre la portata d'aria sino al punto in cui i costi marginali della riduzione ulteriore sono bilanciati dall'aumento della capacità del sistema di trattamento. Nel caso degli inceneritori degli impianti di stampa il costo è intorno ai 10 – 15 € per m³/h. La riduzione della portata d'aria determina anche una riduzione del consumo energetico per il riscaldamento dell'aria. Nelle situazioni in cui la temperatura di essiccamento è bassa (da 40 °C a 60 °C) i risparmi potrebbero non giustificare la spesa.

Aumento esterno della concentrazione di solvente

La concentrazione di solvente in aria può essere aumentata anche attraverso la ricircolazione continua dell'aria della cabina di verniciatura o dell'essiccatore attraverso un sistema di adsorbimento. L'equipaggiamento può includere:

- adsorbitori a letto fisso con carboni attivi o zeoliti polimerici;
- adsorbitori a letto fluido con carboni attivi;
- roto adsorbitori (roto concentratori) a carboni attivi.

Vantaggi ambientali – La trasmissione del carico di solvente nell'aria calda esterna può essere compresa nell'intervallo da 1:6 a 1:20. Una portata d'aria parimente ridotta può essere avviata al trattamento o al recupero.

Effetti incrociati – Aumenta il consumo energetico.

Dati operativi – Nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali la corrente d'aria deve essere trattata, prima della fase di adsorbimento, per ridurre il particolato sotto il livello di 3 – 5 mg/m³, livelli conseguibili con un lavaggio ad umido. Le tecniche di lavaggio possibili sono:

- precipitatore elettrostatico ad umido,
- venturi ad alta pressione,
- filtri a cassetta.

Applicabilità – Nell'industria automobilistica è una tecnica applicabile sull'aria in uscita dalle cabine di verniciatura con vernici a solventi. È normalmente utilizzata nell'industria degli adesivi. I rotoconcentratori a carboni attivi o zeoliti polimerici hanno una significativa riduzione di efficienza quando la temperatura dell'aria supera i 38 °C. Gli essiccatori dei processi di stampa di imballaggi flessibile hanno temperature dell'aria in uscita tipicamente nell'ordine dei 38 °C e, dunque, non consentono l'uso di rotoconcentratori.

Aspetti economici – Il costo della concentrazione esterna, se mirata al recupero e riuso del solvente, deve essere confrontato con il mercato locale del recupero e dell'acquisto di materia prima.

Filtrazione a membrana

Si tratta di una tecnica di concentrazione, in cui una corrente ricca di COV passa attraverso un modulo costituito da una membrana organica selettiva.

Vantaggi ambientali – Il contenuto di COV può essere recuperato attraverso un sistema a condensazione o attraverso adsorbimento.

Effetti incrociati – Il filtraggio richiede energia e si produce un residuo che deve essere smaltito dopo eventuale trattamento.

Applicabilità – Le membrane lavorano meglio su specifiche molecole. Questa tecnica non è adoperata nell'industria degli avvolgimenti elettrici poiché il solvente non può essere riutilizzato nel processo. Non è applicata neppure nell'industria automobilistica.

Separazione delle particelle tramite venturi

La corrente d'aria che contiene particelle di vernice viene accelerata in un venturi con gocce d'acqua. Avviene un intenso mescolamento che è seguito da una separazione delle particelle più pesanti. In caso di vernici ad acqua, la vernice recuperata può essere riutilizzata.

Vantaggi ambientali – Si può raggiungere un'efficienza del 99% nell'abbattimento delle particelle di vernice arrivando a contenuti nell'aria rilasciata inferiori a 3 mg/m³ per venturi di nuova generazione o 5 mg/m³ per venturi convenzionali. L'efficienza nel recupero dell'over spray oscilla tra il 50 ed il 90 % in ragione del processo di verniciatura considerato.

Effetti incrociati – Può determinare un aumento della rumorosità e le particelle d'acqua aggiunte determinano poi un'acqua reflua da trattare.

Dati operativi – Nella verniciatura si determina spesso un eccesso di spruzzo che deve essere catturato e trattato. La separazione a venturi è applicata normalmente come primo trattamento. Questo primo trattamento è necessario per garantire l'efficienza dei sistemi a valle e per favorire il ricircolo d'aria ed il rispetto dei requisiti di sicurezza dei lavoratori ed ambientali.

Applicabilità – Usato normalmente come primo stadio del trattamento dell'aria contenente particelle di vernice, non si usa nell'industria degli avvolgimenti elettrici poiché non è necessaria la separazione e non si adotta riuoso.

Sistemi di filtraggio a secco

I sistemi di filtraggio a secco sono utilizzati per eliminare le particelle da una corrente d'aria. I filtri a secco più comuni sono:

- filtri a labirinto,
- filtri a carta,
- filtri a graticcio.

I filtri a secco hanno una buona efficienza di separazione di particelle di vernice in aria, come nel caso delle cabine di verniciatura. Comunque, hanno una vita operativa relativamente breve quando adoperati per vernici che tendono ad ammassarsi, al confronto del loro utilizzo per separare polveri secche, per cui comportano notevole impegno di manutenzione.

Vantaggi ambientali – I filtri a labirinto possono arrivare ad efficienze pari all'85%, quelli a carta sino al 90% e quelli a graticcio sino al 95%..

Effetti incrociati – Il filtraggio consuma energia e produce rumore e rifiuti. Il rischio di incendio è anche significativo, se confrontato con i sistemi ad umido.

Dati operativi – Nella verniciatura si determina spesso un eccesso di spruzzo che deve essere catturato e trattato. I sistemi di filtraggio a secco sono di solito adoperati come secondo stadio dopo un filtraggio con venturi. I sistemi a secco possono essere utilizzati come pretrattamento di una tecnica di concentrazione di solvente. La concentrazione di particelle in uscita dipende dalla presenza o meno di un sistema di trattamento aria esausta. Nel caso di filtraggio a secco dopo il venturi, potrebbe essere necessario un trattamento di separazione ulteriore se la corrente d'aria deve essere avviata ad un recupero di solvente al fine di preservare i componenti a valle.

Applicabilità – Il filtraggio a secco è sempre più applicato nel settore della verniciatura del legno e dei mobili ed anche nella realizzazione degli abrasivi. Questa tecnica, invece, è applicata nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus, nelle cabine di spruzzatura nell'industria automobilistica.

Aspetti economici – Può richiedere elevati costi di investimento e modesti costi di esercizio.

Sistemi di filtraggio elettrostatico

Sistemi elettrostatici ad umido possono essere utilizzati per eliminare le particelle di vernice da una corrente d'aria. Le particelle sono caricate passando attraverso un campo elettrostatico e tendono a migrare verso elettrodi di condensazione che sono mantenuti costantemente bagnati con acqua.

Vantaggi ambientali – Consentono la separazione di particelle di vernice da correnti d'aria.

Effetti incrociati – Il filtraggio può determinare un aumento di rumore.

Dati operativi – Nella verniciatura si determina spesso un eccesso di spruzzo che deve essere catturato e trattato. I sistemi di filtraggio elettrostatico sono di solito adoperati come secondo stadio dopo un filtraggio con venturi. I sistemi elettrostatici possono essere utilizzati come pretrattamento di una tecnica di concentrazione di solvente.

Applicabilità – Normalmente non è utilizzata nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus, in quella degli abrasivi e nella verniciatura di navi ed aerei.

Aspetti economici – In genere comporta costi di investimento più elevati di quelli dei sistemi a secco, ma costi di esercizio minori.

Scrubber (lavaggi)

Le particelle di vernice nella corrente d'aria possono essere separate in collettori di lavaggio (scrubbers) in cui si determina un intenso mescolamento tra aria ed acqua. I lavaggi ad acqua possono essere utilizzati anche per l'eliminazione di COV e altri inquinanti come gli NOx.

Vantaggi ambientali – Si riducono le emissioni di particelle con l'aria. L'efficienza può raggiungere il 90 %.

Effetti incrociati – Il filtraggio ad acqua consuma energia, produce rumore, rifiuti ed acque reflue.

Dati operativi – Nella verniciatura si determina spesso un eccesso di spruzzo che deve essere catturato e trattato. Il lavaggio è di solito adoperato come secondo stadio dopo un filtraggio con venturi. Il lavaggio può essere utilizzato come pretrattamento di

una tecnica di concentrazione di solvente. La concentrazione di particelle in uscita dipende dalla presenza o meno di un sistema di trattamento aria esausta. Nel caso di lavaggio, dopo il venturi, potrebbe essere necessario un trattamento di separazione ulteriore se la corrente d'aria deve essere avviata ad un recupero di solvente, al fine di preservare i componenti a valle.

Applicabilità – Il lavaggio è oggi una tecnica generalmente accettata per la riduzione del contenuto di particelle nelle correnti d'aria. È normalmente utilizzata nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus. Non è utilizzata nell'industria degli avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – .

Ossidazione (Combustione)

La corrente d'aria inquinata è inviata ad un combustore assieme all'aria comburente e all'eventuale combustibile di integrazione.

Vantaggi ambientali – Le emissioni di solvente non devono essere trattate preliminarmente e le emissioni del combustore non cambiano poiché il solvente opera come combustibile. Ove necessario, si possono ottenere livelli di COV in uscita molto bassi nel caso di solventi alogenati. Livelli di COV molto bassi in uscita possono, però, richiedere combustibile addizionale.

Effetti incrociati – Nel caso in cui la miscela di solventi in aria sia contaminata con sostanze pericolose (come ad esempio alogenati) esiste la possibilità di formazione di sottoprodotti tossici. Nel caso di solventi contenenti azoto si formeranno ossidi di azoto (NO_x). Può esserci anche ossidazione per corrosione dei tubi in caso di solventi contenenti zolfo.

Dati operativi – Il prerequisito per l'utilizzo di un combustore esistente è che esso sia alimentabile anche con vapori di solventi (la cui presenza potrebbe essere discontinua). La concentrazione di solvente in ingresso dipende dai massimi valori di concentrazione minima di esplosione mentre la portata può essere limitata dalla capacità di un combustore esistente. Questa tecnica può trattare tutti i tipi di solventi, o di miscele di solventi, e non richiede particolari trattamenti preliminari o successivi; è comunque pratica corrente il controllo del CO.

Applicabilità – È una tecnica facile da applicare in presenza di un combustore o per processi a rilevante intensità energetica. Non è utilizzata nell'industria degli avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – Il costo aumenta all'aumentare della distanza del processo dal combustore. In genere è una tecnica a basso costo.

Ossidazione termica

Si tratta di un normale processo di ossidazione dei COV in una camera di ossidazione (combustione) dovuto ad una reazione chimica in presenza di ossigeno (aria).

Vantaggi ambientali – Si può raggiungere un'efficienza di rimozione superiore al 99%, anche se essa dipende dalla concentrazione in ingresso. Concentrazioni tipiche in uscita sono nell'ordine di 20 – 50 mg/Nm³ (C). Si possono ottenere livelli di COV in uscita anche più bassi, nel caso di solventi alogenati. Livelli di COV molto bassi in uscita possono, però, richiedere combustibile addizionale. Livelli di fenoli e formaldeidi

al di sotto dei mg/Nm^3 sono stati misurati nell'industria degli abrasivi. Comporta anche la riduzione degli odori.

Effetti incrociati – Per raggiungere e mantenere le temperature di combustione richieste è necessario aggiungere quantitativi significativi di combustibile. Le emissioni di NO_x , CO e CO_2 sono normalmente sotto i $100 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Utilizzando gas naturale, come combustibile integrativo, si possono avere emissioni di CH_4 , normalmente contenute al di sotto dei $50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Nell'industria automobilistica si raggiungono, dopo l'ossidazione termica, livelli di COV nell'aria esausta nell'ordine dei $10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Questa tecnica può causare rumore.

Dati operativi – I solventi nelle correnti gassose sono normalmente distrutti a temperature nell'intervallo $680 - 750 \text{ }^\circ\text{C}$ con la quasi completa combustione del solvente. Gli ossidatori termici lavorano normalmente in condizioni operative tali da minimizzare tutte le emissioni. La concentrazione di solvente in ingresso dipende dai massimi valori di concentrazione minima di esplosione. Il tempo di avviamento può essere intorno ai cinque minuti. In genere non ci sono limitazioni (pratiche) alla temperatura in ingresso. L'ossidatore dovrebbe lavorare in continuo quando è equipaggiato con un rivestimento che deve essere mantenuto caldo. Il quantitativo di combustibile necessario per mantenere caldo l'ossidatore, durante le pause di lavorazione, è un parametro di valutazione nel caso di sistemi discontinui. Il termossidatore può essere integrato con l'essiccatore o centralizzato come trattamento preliminare all'essiccazione. È utilizzabile nel caso particolare dell'industria degli imballaggi metallici, poiché le alte concentrazioni di COV possono determinare problemi di qualità dei colori.

Applicabilità – Basse e medie portate di aria ($< 25000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) possono essere utilmente trattate. Questa tecnica trova la sua applicazione in condizioni economiche competitive soprattutto per portate tra 5 e $1000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ed è anche particolarmente indicata per processi a batch. Può trattare tutti i tipi di solventi, o di miscele di solventi, e non richiede specifici trattamenti preliminari e successivi. È comunemente utilizzata nella produzione di abrasivi, specialmente nei casi in cui il calore eventualmente recuperato non può essere recuperato. È una tecnica anche adoperata nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali. È stata anche applicata spesso nella stampa a caldo anche se ora è più utilizzato l'incenerimento con recupero di calore. Non è mai stata applicata nel rivestimento del filo degli avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – In termini di investimento si tratta della tecnica più economica tra gli ossidatori. Comunque comporta costi di esercizio elevati per la necessità di notevoli quantità di combustibile di integrazione.

Ossidazione termica con recupero

Il principio di funzionamento è lo stesso della tecnica precedente ma viene recuperata energia avviando l'aria calda dell'ossidatore ad uno scambiatore che riscalda la corrente di aria inquinata in ingresso piuttosto che all'essiccatore. Malgrado l'utilizzo degli scambiatori di calore recuperativi può essere comunque necessario combustibile aggiuntivo.

Vantaggi ambientali – Si raggiungono percentuali di distruzione dei COV prossime al 100% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere inferiori ai $20 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (come C, media su 24 ore) o ai $30 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (come C, media oraria). In confronto agli ossidatori termici si possono conseguire recuperi energetici sino al 70%.

Le emissioni tipiche nel settore della verniciatura e stampa degli imballaggi metallici sono comprese tra 20 e 50 mg/Nm³. Nell'industria automobilistica si conseguono concentrazioni in emissione intorno ai 10 mg/Nm³. Nell'industria del "coil coating" le emissioni tipiche sono comprese tra 20 e 50 mg/Nm³. Si possono ottenere livelli di COV in uscita anche più bassi nel caso di solventi alogenati. Livelli di COV molto bassi in uscita possono, però, richiedere combustibile addizionale.

Effetti incrociati – Comporta emissioni di NO_x, CO₂ e CO. Utilizzando gas naturale come combustibile integrativo, si possono avere emissioni di CH₄ normalmente contenute al di sotto dei 50 mg/Nm³. Benché si tratti di una tecnica che consente il recupero di energia, essa comporta, comunque, un significativo utilizzo di combustibile quando si trattano correnti con concentrazioni di COV al di sotto del limite di autocombustione che è circa 8 g/m³.

Dati operativi – Le concentrazioni di COV in ingresso sono limitate unicamente dall'esigenza di mantenersi sotto il livello minimo di esplosione e dalla considerazione che più bassa è la concentrazione di COV, più energia aggiuntiva sarà necessaria. La temperatura massima in ingresso è intorno ai 400 °C. In genere è richiesto il controllo della temperatura in ingresso e della concentrazione di COV in uscita. L'energia prodotta dall'ossidatore deriva dalla combustione del solvente e del combustibile. La temperatura elevata dei fumi può essere utilizzata in scambiatori per:

- preriscaldamento dei gas in ingresso fino a 500 °C per ridurre il consumo di gas nel combustore;
- per preriscaldare l'aria in ingresso al forno sino ad una temperatura di 400 °C, specialmente nel caso di forni a corrente calda;
- riscaldamento di acqua di processo o per uso sanitario.

Non ci sono dati sull'efficacia di questa tecnica nei casi in cui l'essiccazione sia effettuata con tecniche ad infrarosso o ad induzione.

Applicabilità – Basse e medie portate di aria (< 25000 Nm³/h) possono essere utilmente trattate. Questa tecnica trova la sua applicazione in condizioni economiche competitive, soprattutto per portate tra 1000 e 15000 Nm³/h, ed è anche particolarmente indicata per processi continui e gas con solventi con concentrazioni tra i 6 ed i 12 g/m³. Può trattare tutti i tipi di solventi, o di miscele di solventi, e non richiede specifici trattamenti preliminari e successivi. Può essere utilizzata anche per processi discontinui grazie ad un tempo di avvio contenuto in un'ora. È una tecnica comunemente applicata nell'industria della stampa (anche se richiede combustibile aggiuntivo), nell'industria del "coil coating", nella verniciatura degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, nell'industria degli imballaggi metallici. È raramente applicabile nel caso della verniciatura delle navi e non è applicata nel rivestimento dei fili degli avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – La vita operativa dei componenti è compresa tra 8 e 12 anni a causa dei fenomeni di fatica ad alta temperatura dei materiali. I costi di investimento sono bassi.

Ossidazione termica rigenerativa – doppio letto

Si tratta di un ossidatore a letto doppio nel quale ciascun letto è riempito con blocchi ceramici. Mentre un letto è utilizzato per preriscaldare la corrente di gas da trattare, che passa attraverso il blocco ceramico, l'altro letto è riscaldato con il gas in uscita dal trattamento. Il flusso viene periodicamente invertito per scambiare le funzioni dei due

letti. Durante l'inversione del flusso possono esserci emissioni di COV incombusti. Gli ossidatori rigenerativi che ricevono correnti di gas con una concentrazione superiore al limite di autocombustione sono definiti "senza fiamma". Un esercizio senza fiamma si può ottenere anche per mezzo di un'iniezione diretta di combustibile (gassoso) e una concentrazione sufficiente di ossigeno nel gas.

Vantaggi ambientali – Si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra 95 e 99% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere tra 10 e 20 mg/Nm³ (come C, media su 24 ore) o ai 30 mg/Nm³ (come C, media oraria). Il calore in eccesso può essere recuperato consentendo ulteriori risparmi. Le emissioni tipiche nel settore della stampa flessografica e per fotoincisione tra 10 e 20 mg/Nm³ che corrispondono ad emissioni residue inferiori allo 0,5% vale a dire efficienze di rimozione superiori al 99,5%. Nell'industria automobilistica si conseguono concentrazioni in emissione intorno ai 10 mg/Nm³. Nell'industria degli abrasivi l'ossidatore rigenerativo può lavorare in condizioni autotermiche a concentrazioni di solvente tra 2 e 3 g/m³. Con correnti d'aria sino a 66000 Nm³/h questa tecnica può conseguire emissioni inferiori a 20 mg/Nm³ (come C, valore medio su mezz'ora). I livelli massimi di fenoli e formaldeide sono inferiori ai 20 mg/Nm³. Si possono ottenere livelli di COV in uscita anche più bassi, nel caso di solventi alogenati. Livelli di COV molto bassi in uscita possono però richiedere combustibile addizionale.

Effetti incrociati – Sono gli stessi degli ossidatori termici con concentrazioni di CO, CO₂ e NO_x normalmente inferiori ai 100 mg/Nm³. Le concentrazioni di CH₄ sono normalmente inferiori a 50 mg/Nm³. Richiede energia, soprattutto in avviamento. Si possono ridurre le emissioni di NO_x sino a 50 mg/Nm³ riducendo la temperatura di combustione nell'intervallo tra 750 e 820 °C o anche sotto i 750 °C. Può generare rumore.

Dati operativi – Con concentrazioni di solvente nella corrente da trattare nell'intervallo 1,5 – 3 g/m³ il sistema raggiunge condizioni autotermiche, non richiedendo combustibile addizionale. Come detto, l'energia associata alla corrente calda in uscita è utilizzata per il riscaldamento della corrente da trattare. Con concentrazioni di solvente tra 3 e 6 g/m³ l'energia prodotta può essere utilizzata oltre che per preriscaldare anche per altri utilizzi di processo. Il sistema è sensibile alla presenza di polveri nella corrente in ingresso, per una tendenza ad ostruire i letti ceramici. Nella stampa flessografica e nella fotoincisione degli imballaggi la tecnica è utilizzata e produce calore in eccesso rispetto alle esigenze di processo, concentrate principalmente negli essiccatori. L'ossidazione di 1 grammo di solvente può riscaldare 1 m³ di aria ad una temperatura intorno ai 25 °C. Poiché ci sono disponibili 3 – 4 g/m³ di solvente, c'è energia sufficiente a riscaldare l'aria a 75 – 100 °C, mentre l'essiccatore richiede un'aria a temperatura nell'ordine dei 30 °C. Dunque oltre il 50% del calore prodotto può trovare altri utilizzi, piuttosto che essere venduto ad impianti limitrofi. In quest'ultimo caso è ovviamente necessario un vettore termico che può essere vapore o olio termico. Molti essiccatori già esistenti, comunque, lavorano con fiamma aperta o con elettricità e dunque potrebbe essere non agevole recuperare tutto il calore che proviene dall'ossidatore rigenerativo a meno di non sostituire gli essiccatori, investimento difficilmente recuperabile con il solo risparmio energetico.

Nell'industria del coil coating le correnti di aria con solvente sono normalmente ossidate in camere a doppio letto, preriscaldati alternativamente. Può essere necessario bruciare del gas aggiuntivo ma in genere solo per l'avviamento e non per l'esercizio stabile che avviene in condizioni autotermiche. Si possono trattare concentrazioni di

COV molto ridotte nei fumi . A causa dell'efficienza dell'ossidatore rigenerativo, le temperature in uscita sono in genere basse, cosa che riduce le ulteriori possibilità di recupero (quali il preriscaldamento dell'aria ai forni piuttosto che dell'acqua di processo o sanitaria).

Applicabilità – Questa tecnica è normalmente utilizzata per portate d'aria comprese tra 1500 e 70000 Nm³/h). Per portate d'aria superiori risultano più economici i sistemi a letti multipli. La temperatura massima dell'aria in ingresso è di 400 °C. Le concentrazioni di COV in ingresso sono limitate unicamente dall'esigenza di mantenersi sotto il livello minimo di esplosione, teoricamente 12 g/m³. Comunque, per conseguire concentrazioni in uscita inferiori a 20 mg/Nm³ è necessario avere una concentrazione di COV in ingresso inferiore a 1,5 g/m³ (corrispondente ad un'efficienza intorno al 99%). Questa tecnica può trattare tutti i tipi di solventi e di miscele. Comunque sostanze che tendono a determinare impaccamento possono richiedere operazioni di “pulizia”. Ad esempio al presenza di idrocarburi con silicio richiede una costante pulizia e dunque la loro presenza dovrebbe essere evitata. La tecnica è normalmente utilizzata per processi continui. Nelle sue applicazioni a processi discontinui l'ossidatore rigenerativo viene tenuto caldo in condizioni di “attesa”. Il tempo di avviamento è all'incirca di quattro ore. È una tecnica comunemente applicata nell'industria della stampa flessografica ed headset, nell'industria del “coil coating”, nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, nell'industria degli imballaggi metallici. È raramente applicabile nel caso della verniciatura delle navi e non è applicata in quella degli avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – L'investimento per un recuperatore rigenerativo è superiore a quello di uno recuperativo. In generale i costi di questi trattamenti dipendono molto dalle portate d'aria da trattare. Il costo d'investimento può partire da circa 200 k€ per 10000 m³/h da trattare e può crescere di circa 10 – 15 € per ogni m³/h aggiuntivo d'aria da trattare. Il costo suddetto include il sistema di tubazioni centralizzato ma esclude le eventuali tubazioni di raccolta dell'aria. Il consumo di combustibile è modesto per cui il costo di esercizio è determinato principalmente dai ventilatori elettrici. 10000 m³/h di aria da trattare comportano un costo di esercizio di circa 15000 €/anno. L'eventuale trasporto e riutilizzo del calore in eccesso comporta investimenti ulteriori che spesso sono tali da scoraggiare un utilizzo ulteriore del calore.

Ossidazione termica rigenerativa – triplo letto

La descrizione della tecnica è identica a quella a doppio letto con la sola differenza che in questo caso sono installati tre letti ceramici rigenerativi. Il terzo letto è chiamato “letto purga”. Esistono sistemi multi letto (fino a 7 letti).

Vantaggi ambientali – Rispetto alla tecnica a due letti non ci sono emissioni di COV durante le fasi di inversione del flusso. Ha i medesimi vantaggi ambientali già visti nel doppio letto. Si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra 98 e 99.9% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere tra 10 e 20 mg/Nm³ (come C, media su 24 ore). Si possono ottenere livelli di COV in uscita anche più bassi, nel caso di solventi alogenati. Livelli di COV molto bassi in uscita possono però richiedere combustibile aggiuntivo.

Effetti incrociati – In confronto agli ossidatori tradizionali qui è richiesta maggiore energia per alimentare i ventilatori. Le concentrazioni di CO, CO₂ e NO_x sono

normalmente inferiori ai 100 mg/Nm³. Le concentrazioni di CH₄ sono normalmente inferiori a 50 mg/Nm³.

Dati operativi – Questa tecnica è normalmente utilizzata per portate d'aria comprese tra 1500 e 70000 Nm³/h). Per portate d'aria superiori risultano più economici i sistemi a letti multipli. La temperatura massima dell'aria in ingresso è di 400 °C. Le concentrazioni di COV in ingresso sono limitate unicamente dall'esigenza di mantenersi sotto il livello minimo di esplosione, teoricamente 12 g/m³. La tecnica funziona automaticamente con COV in ingresso tra 1,5 e 3 g/m³ ma può lavorare anche con concentrazioni superiori determinando un eccesso di calore che può essere recuperato. Questa tecnica può trattare tutti i tipi di solventi e di miscele. Comunque sostanze che tendono a determinare impaccamento possono richiedere operazioni di "pulizia". Ad esempio al presenza di idrocarburi con silicio richiede una costante pulizia e dunque la loro presenza dovrebbe essere evitata. La tecnica è normalmente utilizzata per processi continui. Nelle sue applicazioni a processi discontinui l'ossidatore rigenerativo viene tenuto caldo in condizioni di "attesa". Il tempo di avviamento è all'incirca di quattro ore.

Applicabilità – È una tecnica comunemente applicata nell'industria della stampa flessografica e a caldo, nell'industria del coil coating, nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, nell'industria degli imballaggi metallici. È raramente applicabile nel caso della verniciatura delle navi e non è applicata in quella degli avvolgimenti elettrici.

Aspetti economici – In confronto alla tecnica a doppio letto comporta investimenti iniziali superiori per circa il 25%.

Ossidazione catalitica

La ossidazione dei COV si ottiene per mezzo di un catalizzatore, solitamente platino. Grazie alla presenza del catalizzatore la temperatura di ossidazione può essere ridotta a 250 – 400 °C. Alcune esperienze nel settore del coil coating riportano temperature tra 500 e 750 °C. Il calore prodotto in eccesso può essere utilizzato e si possono dunque costruire anche ossidatori catalitici a recupero o rigenerativi.

Vantaggi ambientali – Si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra 95 e 99% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere tra 10 e 50 mg/Nm³ (come C). Richiede minori quantità di combustibile aggiuntivo rispetto all'ossidazione termica e consente anche risparmi energetici quando associata al recupero di calore. Livelli tipici di emissione nell'industria degli avvolgimenti elettrici sono nell'ordine di 5 g di COV per kg prodotto di avvolgimenti con diametro superiore a 0.10 mm. Nell'industria della stampa le percentuali di distruzione suddette si ottengono effettivamente con portate tra 1000 e 30000 Nm³/h e concentrazioni di COV tra 1 e 2 g/m³. Le emissioni tipiche nell'industria del coil coating e della stampa sono nell'intervallo tra 20 e 50 mg/Nm³ (come C).

Effetti incrociati – Il catalizzatore richiede pulizia e sostituzione periodica. Può essere richiesta una certa quantità di combustibile aggiuntivo (meno rispetto all'ossidazione termica) e può causare rumore. Le concentrazioni di CO, CO₂ e NO_x sono normalmente inferiori ai 50 mg/Nm³. Livelli tipici di emissione nell'industria degli avvolgimenti elettrici sono nell'ordine di 10 g di NO_x per kg prodotto di avvolgimenti con diametro inferiore a 0.10 mm e di 12 g di NO_x per kg prodotto di avvolgimenti con diametro superiore a 0.10 mm.

Dati operativi – Questa tecnica può trattare concentrazioni di COV sino a 5 g/Nm³ ed è normalmente utilizzata per portate d'aria comprese tra 10 e 30000 Nm³/h anche se è consigliabile soprattutto per portate discontinue sino a 10000 Nm³/h. Alla temperatura massima dell'aria in ingresso di 400 °C non è richiesto calore per il preriscaldamento del catalizzatore. Come combustibile aggiuntivo non si usa mai olio a causa della presenza di S che avvelena il catalizzatore. La vita del catalizzatore può essere stimata in 15000 – 25000 ore, per processi continui.

Questa tecnica può trattare tutti i tipi di solventi e di miscele, fatta salva l'esigenza di evitare sostanze che possono avvelenare il catalizzatore. Anche una temperatura in ingresso troppo elevata può danneggiare il catalizzatore. Questa tecnica è anche molto sensibile alla presenza di polveri o di particelle nella corrente che deve essere sempre pretrattata. La presenza di idrocarburi alogenati e con silicio dovrebbe essere evitata.

Applicabilità – È una tecnica comunemente applicata nell'industria del coil coating, nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, nell'industria del coil coating. È raramente applicabile nel caso della stampa (solo a caldo).

Aspetti economici – Il problema economico specifico di questa tecnica è il costo del catalizzatore che deve essere regolarmente sostituito. Comunque i costi complessivi sono confrontabili con un ossidatore termico rigenerativo.

Ossidazione UV

La corrente d'aria ricca di solvente è fatta transitare attraverso una serie di lampade UV. Le molecole di COV sono frammentate dall'energia a base lunghezza d'onda ed allo stesso tempo si forma ozono dall'ossigeno. L'ozono reagisce con le molecole di COV frammentate e le ossida parzialmente. Il tutto passa in un'unità successiva in cui l'ossidazione prosegue grazie alla presenza di un catalizzatore (TiO₂), ed allo stesso tempo l'ozono in eccesso viene consumato.

Vantaggi ambientali – Con concentrazioni in ingresso nell'ordine dei 0.5 g/m³, si raggiungono percentuali di distruzione dei COV intorno al 95% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere tra 25 e 50 mg/Nm³ (come C).

Effetti incrociati – Il consumo di energia per le lampade ed i ventilatori è di circa 50 kWh per 1000 m³ di aria trattata. La tecnica può comportare rumorosità ed inoltre le lampade contengono mercurio che deve essere smaltito.

Dati operativi – La temperatura della corrente non deve superare i 60 °C e l'umidità deve essere inferiore all'85%. Questa tecnica è stata originariamente sviluppata per la riduzione degli odori e per la distruzione di sostanze tossiche. Con il tempo si è affermata anche come tecnica di ossidazione dei COV soprattutto per correnti non particolarmente ricche (in media 0.5 g/m³ ma come picco anche 1 g/m³).

Applicabilità – È una tecnica teoricamente applicabile all'industria del legno e del mobile, quando si utilizzano vernici a solvente, anche se scarsamente utilizzata e non applicabile per la verniciatura dell'impiallacciato. Di fatto è utilizzata solo nell'industria dei metalli e dell'elettronica per trattare correnti provenienti da cabine spray con vernici a base solvente.

Aspetti economici – In un impianto per trattare diverse decine di m³/h i costi di investimento iniziale sono compresi tra 5000 e 7000 € per 1000 m³/h. Dopo circa 8000 ore di vita operativa le lampade devono essere sostituite ad un costo tra 0,06 e 0,2 € per

1000 m³/h di aria trattata. Il costo dell'energia, sempre per ogni 1000 m³/h trattati, è di circa 4€. I costi di esercizio si possono stimare tra 3 e 25 € per kg di COV rimossi.

Trattamento al plasma non termico

Nella corrente da trattare si crea un plasma non per via termica ma facendo passare il gas tra due elettrodi alimentati da una corrente alternata a 20 – 30 kV. Nel plasma i COV reagiscono rapidamente con l'ossigeno per formare CO₂ e vapor d'acqua. Nel plasma le molecole sono in condizione parzialmente ionizzata, condizione che normalmente si ottiene per via termica attraverso la formazione di scariche elettriche ma che può essere anche conseguita, come in questo caso, con un'energia elettrica sufficiente.

Vantaggi ambientali – Si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra il 97 ed il 99.9%. Inoltre l'impianto è molto più compatto e consuma complessivamente meno energia rispetto all'ossidazione termica.

Effetti incrociati – Il consumo di energia è di 0.5 – 3 kWh per 1000 m³ di aria trattata.

Dati operativi – Esistono varie configurazioni impiantistiche. In una di queste lo spazio tra gli elettrodi è riempito con piccole sfere di vetro per amplificare il campo elettrico.

Applicabilità – Questa tecnica è stata utilizzata per anni per la riduzione degli odori e raramente per la distruzione di COV. Attualmente è utilizzata solo in impianti pilota come trattamento di COV dall'essiccazione del legno. Teoricamente non ci sono restrizioni ad applicarla per il trattamento dei COV ma è di solito utilizzata solo per correnti a basse concentrazioni, indipendentemente dalla portata.

Aspetti economici – Non ci sono dati che provengono da impianti ma si stima che possa essere più economica dell'ossidazione termica.

Trattamento emissioni gassose - Condensazione

Il concetto fondante della condensazione è quello di portare il gas ricco di COV ad una temperatura in cui buona parte dei vapori condensano. Solventi a molecola pesante e bassa volatilità possono essere recuperati a temperatura ambiente, solventi fortemente volatili devono essere raffreddati sotto zero. Il solvente condensato può essere in genere riutilizzato.

Condensazione per raffreddamento diretto

La corrente da trattare è raffreddata per contatto diretto con una corrente fredda in uno scrubber. In tal caso si può associare ad un effetto di condensazione per contatto diretto anche un effetto di adsorbimento

Vantaggi ambientali – I solventi possono essere recuperati e riutilizzati. L'efficienza di rimozione è elevata se si opera su correnti molto ricche.

Effetti incrociati – Comporta un consumo di energia e può causare rumore.

Applicabilità – È una tecnica spesso adoperata come primo lavaggio di una corrente di vapori. Non è mai utilizzata nella stampa e nell'industria elettrica.

Aspetti economici – .

Condensazione per raffreddamento indiretto

La corrente da trattare è raffreddata tramite il passaggio in uno scambiatore di calore usando un fluido refrigerante a temperature superiori allo zero (acqua).

Vantaggi ambientali – I solventi possono essere recuperati e riutilizzati. L'efficienza di rimozione è più elevata se si opera su correnti molto ricche ma in generale è in processo a bassa efficienza.

Effetti incrociati – Richiede energia per il raffreddamento e la circolazione. Produce correnti di acqua reflua che potrebbero necessitare di trattamento. Può causare rumore. Nel caso di utilizzo nell'industria della stampa determina il problema della mancata rimozione degli IPA. In impianti che utilizzano oltre 25 tonnellate di solventi per anno risulta complesso rispettare il limite di 20 mg/Nm³ (come C) fissato nella direttiva solventi. Inoltre non si riesce ad eliminare il cattivo odore della corrente in uscita dalla stampa "headset".

Dati operativi – Questa tecnica può essere utile se applicata a correnti molto ricche di solventi basso volatili, tuttavia è di solito accoppiata con altro trattamento.

Applicabilità – È una tecnica utilizzata nella stampa offset a caldo in cui si trattano solventi basso volatili. Non è applicata nell'industria degli avvolgimenti elettrici.

Refrigerazione

La corrente ricca di COV è raffreddata in uno scambiatore utilizzando un liquido refrigerante al di sotto dello zero. Normalmente si utilizza un sistema a due condensatori utilizzati alternativamente in condensazione o in scongelamento.

Vantaggi ambientali – I solventi possono essere recuperati e riutilizzati. L'efficienza di rimozione è elevata se si opera su correnti molto ricche.

Effetti incrociati – Richiede energia per la refrigerazione e può causare rumore.

Dati operativi – L'umidità nella corrente determina la formazione di ghiaccio che deve essere regolarmente eliminato. In genere è utilizzata a valle di una condensazione sopra 0 °C.

Applicabilità – I gas che contengono elevata umidità non sono trattabili per il fenomeno del congelamento. Si tratta di una tecnica utile soprattutto per solventi alto volatili. È applicata nella produzione degli adesivi, in impianti nuovi ed esistenti. È una tecnica che funziona bene per correnti ad elevata concentrazione (sopra 100 g/m³). In tal caso è necessario adottare circuiti di raffreddamento chiusi ed utilizzando gas inerte (N₂) per evitare problemi di esplosione. Tuttavia i sistemi chiusi con gas inerte possono essere utilizzati solo se il sistema non deve essere continuamente aperto. Per quest'ultimo motivo non è utilizzabile nell'industria dello stampaggio degli imballaggi flessibili, in cui gli essiccatori devono essere continuamente aperti. Non è utilizzata nella stampa.

Aspetti economici – Il costo di investimento nel caso di un impianto di produzione di nastri adesivi con una capacità di 400 kg/h è stato di 880 k€ nel 1992. I costi di esercizio sono stati nell'ordine dei 510 k€/anno.

Trattamento criogenico

Una corrente contenente COV alto volatili è esposta a temperatura bassissime (usando azoto liquido).

Vantaggi ambientali – In linea teorica si possono conseguire efficienze di rimozione altissime se la temperatura è molto bassa. In pratica le temperature non scenderanno mai sotto i -95 °C per cui basse concentrazioni in uscita si ottengono difficilmente. Ad esempio si possono ottenere efficienze di rimozione nell'ordine del 99%, con una concentrazione in uscita di 1 – 5 g/Nm³, trattando una corrente con portata fino a 1000 m³/h ed una concentrazione di COV in ingresso tra 200 e 1000 g/Nm³. I COV recuperati possono essere riutilizzati.

Effetti incrociati – Comporta consumo energetico per il raffreddamento dei COV e produzione di rumore.

Dati operativi – L'azoto vaporizzato può essere sfruttato come copertura. Spesso si utilizza una tecnica ad adsorbimento, come stadio successivo.

Applicabilità – Si tratta di una tecnica utilizzata, di solito, su basse portate (50 m³/h) e su emissioni discontinue. È una tecnica utilizzabile per trattare le correnti che provengono dalle cabine di verniciatura e dagli essiccatori ma non è mai utilizzata nell'industria del legno e del mobile, in quella degli avvolgimenti elettrici, nell'industria del coil coating e nella stampa. Le correnti con elevato tenore di umidità non sono trattabili a causa della formazione di ghiaccio.

Aspetti economici – I costi di investimento sono nell'ordine dei 500 k€ per il trattamento di 1000 m³/h di gas, escludendo le strutture per l'immagazzinamento dell'azoto liquido. I costi energetici non sono rilevanti mentre il costo dell'azoto è di circa 0,12 €/kg di azoto, sempre per una corrente di 1000 m³/h.

Trattamento emissioni gassose - Adsorbimento

Adsorbimento utilizzando carboni attivi o zeoliti

Questa tecnica viene utilizzata per adsorbire i COV sulla superficie dei carboni attivi. Essa viene anche applicata comunemente come un pretrattamento per aumentare la concentrazione dei rifiuti e rendere più economico l'incenerimento.

Durante il funzionamento del letto a carboni attivi nella colonna di adsorbimento, quantità sempre maggiori di solvente vengono raccolti nel letto. Ad un certo punto, l'efficienza del letto a carboni attivi diminuisce e la concentrazione uscente inizia ad aumentare. A questo punto, i solventi possono essere recuperati dai carboni attivi. Ciò può essere realizzato in sito (vedi il paragrafo specifico) o fuori del sito (vedi il paragrafo specifico). Se si utilizzano invece carboni attivi che non possono essere rigenerati, essi vengono poi smaltiti (vedi il paragrafo specifico).

È necessario un monitoraggio continuo della concentrazione in uscita per controllare se l'efficienza di adsorbimento dei carboni attivi è ancora sufficiente (vedi il paragrafo specifico).

I letti possono essere utilizzati in parallelo e/o in sequenza.

Vantaggi ambientali – I sistemi di adsorbimento a carboni attivi possono raggiungere un'efficienza di rimozione maggiore del 99%, ma comunque, l'efficienza dipende dalla concentrazione in entrata. Per esempio, con una concentrazione in entrata maggiore di 7g/m^3 possono essere raggiunte efficienze di rimozione maggiori del 99%. Possono essere ottenute concentrazioni di COV inferiori a 50mg C/m^3 (media sulle 24 ore). Possono essere ottenuti livelli inferiori ai 20mg C/m^3 con sistemi da tre o più letti. Nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali sono utilizzabili materiali di adsorbimento come filtri lamellari a carboni attivi, zeoliti e carbone. Si ottiene un passaggio del carico di solvente nel flusso di emissioni gassose calde a partire dal rapporto 1:6 fino ad arrivare a 1:20 (dipende dalla concentrazione nel gas).

Nella fabbricazione dei nastri adesivi, si ottengono concentrazioni all'emissione nel gas trattato di $70\text{-}90\text{mg/m}^3$. Si possono ottenere concentrazioni inferiori anche soltanto tramite riduzione dei tempi di adsorbimento e sono perciò correlate all'aumento della produzione di vapore. Il processo di recupero (vedi il paragrafo specifico) utilizza normalmente dai 2 ai 3 kg di vapore per kg di solvente recuperato per ottenere concentrazioni all'emissione di $70\text{-}90\text{mg/m}^3$.

Effetti incrociati – I livelli di rumore potrebbero aumentare. Si richiede un bilancio attento dei flussi di gas poiché potrebbero verificarsi reazioni esotermiche imprevedibili.

Dati operativi – L'adsorbimento non è applicabile ai composti reattivi come gli aldeidi e i chetoni poiché potrebbero polimerizzare sui carboni attivi conducendo ad un surriscaldamento. I polimeri non desorbiranno, quindi, i MEK ed i prodotti simili non sono adatti. Questo problema, comunque, potrebbe essere superato se venissero implementate misure di sicurezza adeguate, come ad esempio desorbire sempre il sistema prima dei fine settimana e delle vacanze, e installare un sistema automatico di sprinklers.

Questa tecnica non è altrettanto applicabile ai gas con umidità relativa maggiore del 60% poiché i vapori d'acqua si adsorbiranno sui carboni attivi, riducendo la capacità di adsorbimento disponibile per i COV. Gli zeoliti idrofobi sono applicabili invece poiché

non presentano questo problema. Il sistema è sensibile alla presenza della polvere nell'alimentazione poiché essa ottura il letto assorbente.

Le ruote di adsorbimento possono essere applicate come pretrattamento all'ossidazione termica. Tale tecnica conduce ad una riduzione della richiesta di energia per l'ossidazione termica (vedi paragrafo specifico) ed essa riduce inoltre la dimensione del termo ossidatore.

Applicabilità – L'adsorbimento è adatto specialmente quando le concentrazioni fino a 4g/m^3 devono essere rimosse dalle emissioni gassose. Comunque, tale tecnica viene inoltre applicata per concentrazioni di $10\text{-}12\text{g/m}^3$. In generale, essa è applicabile per gas che contengono da medie a basse concentrazioni di COV. Soltanto le molecole piccole possono essere adsorbite o desorbite.

Buoni motivi per l'implementazione sono che tale tecnica è più economica delle tecniche di ossidazione

Aspetti economici – In generale, questa tecnica è due volte più costosa dell'ossidazione. Comunque esiste un ritorno dell'investimento dovuto al recupero del solvente. L'investimento nel recupero del solvente sarà $0,5\text{-}1$ milioni di Euro in più rispetto all'investimento in un ossidatore. Gli zeoliti, come mezzo di adsorbimento sono circa 10 volte più costosi dei carboni attivi, e sono comunemente utilizzati per aumentare la concentrazione dei contaminanti.

Va notato che le unità di adsorbimento possono essere progettate per raggiungere dei valori all'emissione molto bassi tramite l'aumento della superficie totale dei carboni attivi o tramite l'applicazione di cicli di adsorbimento più brevi. Comunque, va considerato che entrambe le opzioni risultano in maggiori costi d'investimento e di funzionamento, e in maggiori consumi di energia.

I costi capitali di un impianto di riferimento per fabbricazione di nastri adesivi con una capacità di 800kg/ora per l'impianto di adsorbimento era di $2,7$ milioni di Euro nel 1992. I costi di funzionamento per l'adsorbimento e la condensazione era di circa $0,51$ milioni di Euro/anno. I costi variabili erano di $1,12$ milioni di Euro/anno e i costi fissi di circa $1,38$ milioni di Euro/anno.

Monitoraggio continuo delle prestazioni dell'adsorbitore

L'apparecchiatura di monitoraggio è disponibile per controllare continuamente le prestazioni dell'adsorbitore, per esempio comparando continuamente il livello di contaminanti nel gas non trattato ed in quello trattato.

Vantaggi ambientali – Utilizzando questa tecnica si riducono le emissioni non trattate poiché un adsorbitore che funziona con una bassa efficienza può essere rapidamente rilevato e può essere intrapresa un'azione correttiva.

Effetti incrociati –

Dati operativi – Nel caso in cui il sistema consista di 2 o più unità di adsorbimento parallele, il monitoraggio può essere usato per cambiare da uno a quello successivo. Viene riportato che nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, dove le variazioni di concentrazione sono piccole, le misurazioni una volta a settimana o ancor meno frequentemente vengono normalmente effettuate tramite apparecchiature portatili.

Tale tecnica viene praticata comunemente negli impianti per la stampa editoriale. Nell'industria della stampa per fotoincisione, il controllo del ciclo di recupero del letto a carboni attivi viene condotto tramite misure di concentrazione e a determinati intervalli

di tempo. Ciò aiuta a decidere quando deve essere pulito il letto a carboni nei sistemi di assorbimento del toluene. Dal momento che il contenuto di solvente nell'aria di essiccamento è variabile, questi due metodi per il controllo del ciclo di recupero del letto a carboni attivi potrebbe far cambiare i materiali adsorbenti o troppo presto o troppo tardi. Troppo presto conduce a un consumo di energia eccessivo, troppo tardi aumenta le emissioni in maniera sproporzionata.

Applicabilità – Questa tecnica è applicabile alle apparecchiature adsorbenti nuove o esistenti, indipendentemente dal tipo di industria. Il monitoraggio continuo viene richiesto soltanto se le concentrazioni risultano elevate o nel caso in cui venga utilizzata una apparecchiatura di adsorbimento in parallelo. Esso non viene richiesto quando l'apparecchiatura adsorbente è parte integrante di un sistema di abbattimento e non ci sono rilasci in aria, ed è inoltre applicabile all'apparecchiatura utilizzata per il recupero di solvente.

Aspetti economici – Viene riportato che i costi dell'installazione di quattro apparecchi di misurazione in continuo dei COV, comprendendo il software e le piattaforme per l'accessibilità, ammontano a 2 milioni di Euro.

Trattamento emissioni gassose - Assorbimento

Absorbimento in acqua

L'assorbimento (o scrubbing a umido) in acqua è costituito da un trasferimento di massa tra il gas solubile ed il solvente, spesso l'acqua, in contatto ciascuno con l'altro.

Vantaggi ambientali – Con questa tecnica si ottiene la rimozione degli inquinanti gassosi, come ad esempio gli alogenuri di idrogeno, l'SO₂, l'ammoniaca, il solfuro di idrogeno e i COV.

Absorbimento su olio e recupero

I solventi contenuti nelle emissioni gassose possono essere recuperati tramite l'assorbimento in oli organici seguito da distillazione.

Vantaggi ambientali – Il solvente recuperato può essere riutilizzato. Nel gas trattato possono essere raggiunte concentrazioni inferiori a 30mg/m³.

Effetti incrociati – A seconda dei dettagli della tecnica utilizzata, per via dell'umidità nell'aria, le acque reflue possono aumentare di circa 0,1-0,5m³ per tonnellata di solvente recuperato. Comunque, generalmente la quantità di acque reflue non aumenta poiché viene separata per distillazione e recuperata per la pulitura o convertita in vapore per lo stripping.

Utilizzando questa tecnica i livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – Questa tecnica viene utilizzata soltanto per solventi puri a causa di ragioni economiche. La tecnica è adatta per carichi di emissioni gassose con una concentrazione minima di 2g/m³.

Applicabilità – Tale tecnica può essere utilizzata in impianti nuovi ed esistenti. Essa viene utilizzata nei processi di verniciatura e laminazione nell'industria degli imballaggi flessibili, ma non viene utilizzata comunemente poiché non è costosa. Essa non viene utilizzata nell'industria degli avvolgimenti elettrici poiché i solventi non possono essere riutilizzati nel processo. Non viene applicata in altri processi di stampa, in processi di verniciatura dei laminati, nell'industria degli imballaggi metallici e

nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali, poiché queste industrie utilizzano generalmente miscele di solventi.

Un esempio di azienda che utilizza tale tecnica nel settore del imballaggi flessibili si trova in Germania e si chiama Bischof e Klein. In essa l'etilacetato viene recuperato tramite assorbimento in acidi itilici esteri.

Aspetti economici – Questa tecnica è più costosa della tecnica di adsorbimento su carboni attivi.

Trattamento biologico

Le emissioni gassose sono condotte attraverso un biofiltro o bioscrubber dove microorganismi rimuovono il solvente. La temperatura del gas non dovrebbe oltrepassare i 40°C. La tecnica viene discussa nel documento Comunitario di riferimento "Management of Waste Gas and Waste Water Treatment/Management Systems".

Vantaggi ambientali – Vengono raggiunte efficienze di rimozione tra 75 e 95%.

Effetti incrociati – Potrebbero verificarsi emissioni odorose. I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – Questa tecnica è stata testata in un impianto per la stampa a caldo. Comunque, non ha avuto successo a causa delle concentrazioni variabili di solvente e delle variazioni delle quantità di solvente utilizzato.

Applicabilità – Il trattamento biologico è utilizzabile per flussi diluiti di materiale biodegradabile e, quindi, viene spesso applicato per il controllo degli odori. I biofiltri sono adatti specialmente per trattare livelli bassi di contaminanti principalmente idrofobi come gli idrocarburi e gli aromatici (per esempio il toluene e lo xilene). I biofiltri sono adatti specialmente per gli inquinanti che si disciolgono facilmente in acqua, come gli eteri, gli esteri, i chetoni, gli alcoli ed i composti che contengono idrogeno.

Nell'industria per la stampa editoriale l'uso di questa tecnica non è efficiente quando la concentrazione di solvente è maggiore di 1,5g/m³. Nell'heatset, dove le concentrazioni sono normalmente 1-2g/m³, questa tecnica è stata testata e i risultati erano negativi. Nell'industria degli imballaggi flessibili, i sistemi di trattamento biologico sono usati comunemente per ottenere un limite all'emissione di 100mg/m³. Tale tecnica è stata inoltre utilizzata con successo nelle operazioni di verniciatura nel Regno Unito.

Nella verniciatura dei mobili di arredo e nel settore del legno in Germania, soltanto un impianto utilizza questa tecnica per ridurre le emissioni odorose dovute alle emissioni di solvente. Essa viene talvolta utilizzata nella fabbricazione degli abrasivi e non viene utilizzata nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali o nell'industria degli avvolgimenti elettrici. Per periodi di spegnimento lunghi, i biofiltri potrebbero richiedere un apporto di nutrienti per rimpiazzare l'alimentazione costituita dal solvente.

Aspetti economici – I costi di investimento variano nell'intervallo 5000-20000 Euro per una capacità di 1000m³/h di emissione gassosa. I costi di funzionamento variano da 10 a 50 Euro per 1000m³ di gas trattato riferendosi ad un impianto con capacità di 5000m³/h.

Trattamento emissioni gassose - Tecniche di abbattimento degli NOx

Riduzione selettiva catalitica (SCR)

Le emissioni gassose contenenti livelli alti di NOx possono essere trattate tramite la SCR. Questa tecnica viene descritta nel documento Comunitario di riferimento “Management of Waste Gas and Waste Water Treatment/Management Systems”.

Vantaggi ambientali – L’utilizzo di questa tecnica permette una riduzione significativa degli NOx.

Effetti incrociati – Nell’SCR vengono utilizzati ammoniaca e catalizzatore. I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – Nell’industria degli avvolgimenti elettrici le emissioni gassose che provengono dalle tecniche di abbattimento connesse con i forni di smaltatura per ridurre il contenuto di COV, contengono ancora livelli alti di NOx. Queste emissioni possono essere condotte potenzialmente attraverso un SCR.

Applicabilità – Per industrie che utilizzano solventi contenenti azoto, che rilascia quantità significative di NOx, per esempio dopo l’essiccamento.

L’SCR, al momento, non viene utilizzata né testata nell’industria degli avvolgimenti elettrici, il che significa che non esistono esperienze di applicazione di questa tecnica.

Uno studio in Austria ha mostrato che con questa tecnica si può raggiungere il limite di emissione nazionale per gli NOx, che è 100mg/m³ (come NO₂). Comunque, SCR non è applicato in Austria nell’industria degli avvolgimenti elettrici per ragioni economiche.

Buone ragioni per l’implementazione sono l’aumento della qualità dell’aria locale e la riduzione dell’inquinamento transfrontaliero.

Aspetti economici – I costi capitali per 1000Nm³/ora stanno nell’intervallo di 2300-3900 Euro e i costi di funzionamento per tonnellata di NOx rimossa stanno nell’intervallo di 700-1200 Euro. Un esempio di calcolo economico dell’abbattimento degli NOx utilizzando SCR in un SME (Sistema di Monitoraggio delle Emissioni) si può trovare nel documento Comunitario di riferimento “Management of Waste Gas and Waste Water Treatment/Management Systems”.

Riduzione selettiva non catalitica (SNCR)

Le emissioni gassose contenenti livelli alti di NOx possono essere trattate tramite un SNCR. La tecnica viene descritta nel documento Comunitario di riferimento “Management of Waste Gas and Waste Water Treatment/Management Systems”.

Vantaggi ambientali – L’utilizzo di questa tecnica permette una riduzione significativa di NOx.

Effetti incrociati – Utilizzo di ammoniaca. I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – Nell’industria degli avvolgimenti elettrici le emissioni gassose che provengono dalle tecniche di abbattimento connesse con i forni di smaltatura per ridurre il contenuto di COV, contengono ancora livelli alti di NOx. Queste emissioni possono essere condotte potenzialmente attraverso un SCR.

Applicabilità – Per industrie che utilizzano solventi contenenti azoto, che rilascia quantità significative di NOx, per esempio dopo l’essiccamento.

L’SNCR, al momento, non viene utilizzata né testata nell’industria degli avvolgimenti elettrici, il che significa che non esistono esperienze di applicazione di questa tecnica.

Uno studio in Austria ha mostrato che con questa tecnica si può raggiungere il limite di emissione nazionale per gli NOx, che è 100mg/m³ (come NO₂). Comunque, SCR non è applicato in Austria nell'industria degli avvolgimenti elettrici per ragioni economiche. Buone ragioni per l'implementazione sono l'aumento della qualità dell'aria locale e la riduzione dell'inquinamento transfrontaliero.

Aspetti economici – I costi sono superiori a quelli dell'SCR. I costi capitali per 1000Nm³/ora stanno nell'intervallo di 7500-32000 Euro e i costi di funzionamento per tonnellata di NOx rimossa sono nell'intervallo di 500-5000 Euro.

Scrubber ad umido

Gli NOx vengono rimossi dalle emissioni gassose tramite lo scrubbing. Le tecniche vengono discusse nel documento Comunitario di riferimento "Management of Waste Gas and Waste Water Treatment/Management Systems". Lo scrubbing potrebbe essere realizzato attraverso una o più torri e con acqua o con soluzioni alcaline.

Vantaggi ambientali – Gli NOx emessi consistono in più del 98% di NO₂. Si possono raggiungere livelli inferiori a 100mg/Nm³ utilizzando acqua, con una efficienza di rimozione del 95-99%.

Effetti incrociati – I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Applicabilità – Per industrie che utilizzano solventi contenenti azoto, che rilascia quantità significative di NOx, per esempio dopo l'essiccamento.

Buone ragioni per l'implementazione sono l'aumento della qualità dell'aria locale e la riduzione dell'inquinamento transfrontaliero.

Trattamenti delle acque reflue

I trattamenti delle acque reflue possono essere condotti in sito o fuori dal sito. I trattamenti fuori dal sito richiedono lo scarico di acque reflue con basse concentrazioni di inquinanti. Per il settore STS (Sistemi di Trattamento con Solventi) i trattamenti delle acque reflue possono diventare un problema quando i prodotti a base di solvente vengono sostituiti da prodotti alternativi a base d'acqua, per esempio quando si trovano solventi solubili, polimeri e sostanze plastificanti nelle acque reflue. I trattamenti delle acque reflue, descritti in maniera estesa altrove, come nel documento Comunitario di riferimento "Management of Waste Gas and Waste Water Treatment/Management Systems". Altre informazioni sulle tecniche di trattamento delle acque reflue possono essere trovati anche nel documento Comunitario "Surface Treatment of Metals and Plastics".

Le tecniche per ridurre le acque reflue, incluse quelle utilizzate per trattare le acque reflue provenienti dalle cabine con vernice a spruzzo, vengono discusse nel paragrafo specifico.

Dove si richiede il trattamento, utilizzando le tecniche descritte in seguito e nei documenti di riferimento indicati qui sopra, si possono ottenere livelli appropriati per questo settore:

- BOD < 100mg/l (quando le acque reflue vengono scaricate nel fiume o in acque controllate)
- COD < 2500mg/l (quando scaricate in un impianto di trattamento delle acque reflue comunale)
- Solidi sospesi < 1000mg/l (quando scaricate in un impianto di trattamento delle acque reflue comunale)

Flocculazione

Nella flocculazione, l'acqua che viene scaricata viene passata attraverso un contenitore contenente un agente flocculante, spesso un prodotto bentonitico, e le particelle vengono assorbite sul flocculante e separate dall'effluente (vedi paragrafo specifico).

Vantaggi ambientali – Utilizzando questa tecnica si può ottenere la rimozione dei solidi sedimentabili dall'effluente. Ciò può ridurre il BOD e quindi la quantità di trattamenti successivi richiesta per il trattamento completo delle acque reflue.

Effetti incrociati – Utilizzando questa tecnica si verifica un aumento dei fanghi da smaltire.

Applicabilità – Questa tecnica viene utilizzata negli impianti di produzione degli imballaggi flessibili, che usano grandi quantità di inchiostri a base d'acqua. Ciò, comunque, non implica che la quantità di acque reflue sia altrettanto grande. Anzi, quando vengono utilizzati inchiostri a base d'acqua si genera una quantità di acque reflue molto bassa se le tecniche di pulizia sono finalizzate a ridurre la quantità di acqua che deve essere scaricata. In impianti per la produzione degli imballaggi flessibili più piccoli, la quantità di acque reflue contenenti inchiostro potrebbe essere così piccola che potrebbe essere smaltita e trattata come rifiuto liquido. In alternativa, essa potrebbe essere scaricata direttamente nell'impianto di trattamento delle acque reflue comunale. Buone ragioni per l'utilizzo di questa tecnica sono il rispetto dei valori limite di scarico di acque reflue.

Separazione

Dopo la flocculazione (vedi paragrafo specifico), si può implementare la flottazione, la sedimentazione o la filtrazione. Per separare il fango coagulato proveniente dalle cabine a vernice dall'acqua si può utilizzare la sedimentazione o la flottazione (vedi paragrafo specifico). La flottazione e la sedimentazione sono basate sulla differenza in densità che serve per raggiungere una separazione di fase; nella sedimentazione il fango precipita sul fondo; nella flottazione il fango galleggia sulla superficie. Il processo di sedimentazione può migliorare tramite l'uso di separatori paralleli a piatti o a lamelle, mentre il processo di flocculazione viene migliorato tramite l'uso di aria disciolta.

Nella sedimentazione il fango concentrato viene pompato dalla pompa del separatore; nella flottazione il fango viene raschiato meccanicamente dalla superficie del liquido nel serbatoio.

Le tecniche vengono descritte in dettaglio nella letteratura di riferimento.

Vantaggi ambientali – I livelli di solidi presenti vengono ridotti, comprese alcune sostanze pericolose.

Effetti incrociati – Aumento della quantità di rifiuti prodotti.

Applicabilità – Queste tecniche vengono utilizzate comunemente nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali. Nell'industria degli avvolgimenti elettrici l'emulsione derivante dalla trafilatura dell'avvolgimento viene trattata tramite filtrazione e sedimentazione.

Buone ragioni per l'utilizzo di questa tecnica sono il rispetto dei valori limite di scarico di acque reflue.

Tale tecnica viene applicata comunemente. Si trovano vari esempi di applicazione.

Elettroflocculazione

Questa tecnica viene utilizzata per assistere il riutilizzo delle acque di processo e come sistema di trattamento preliminare prima dello scarico.

Vantaggi ambientali – L'utilizzo di questa tecnica permette la riduzione dei COV dalle acque reflue, l'eliminazione delle morchie di verniciatura tramite scrematura, e la riduzione dei consumi d'acqua.

Applicabilità – Questa tecnica viene utilizzata negli impianti di produzione degli imballaggi flessibili che usano grandi quantità di inchiostri a base d'acqua. Ciò, comunque, non implica che la quantità di acque reflue sia altrettanto grande. Anzi, quando vengono utilizzati inchiostri a base d'acqua si genera una quantità di acque reflue molto bassa se le tecniche di pulitura sono finalizzate a ridurre la quantità di acqua che deve essere scaricata. In impianti per la produzione degli imballaggi flessibili più piccoli, la quantità di acque reflue contenenti inchiostro potrebbe essere così piccola che potrebbe essere smaltita e trattata come rifiuto liquido. In alternativa, essa potrebbe essere scaricata direttamente nell'impianto di trattamento delle acque reflue comunale.

Buone ragioni per l'utilizzo di questa tecnica sono il rispetto dei valori limite di scarico di acque reflue.

Aspetti economici – I costi di investimento per un impianto che ha la capacità di trattare 15m³/ora sono di circa 100.000 Euro. Una riduzione dei costi potrebbe essere possibile quando le restrizioni sull'impianto vengono alleggerite per via di un miglioramento della qualità dello scarico nell'effluente.

Distillazione a vuoto

La distillazione a vuoto è una tecnica che utilizza il vuoto per estrarre i COV dalle acque reflue. Essa consiste in un sistema di recupero a evaporazione in cui il vuoto viene applicato per abbassare la pressione, cosacche la distillazione possa essere condotta a temperature più basse. Ciò fa risparmiare i costi di riscaldamento e inoltre previene che le sostanze meno stabili si decompongano alle alte temperature che sarebbero richieste a pressione atmosferica.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica permette di ottenere una riduzione dei COV nelle acque di rifiuto e di ridurre i volumi di acque reflue.

Effetti incrociati – I livelli di rumore potrebbero aumentare. L'energia viene consumata per riscaldare e per creare il vuoto.

Trattamento biologico

Si può utilizzare il trattamento biologico se le acque di rifiuto sono soggette a una detossificazione preliminare e la loro frazione biodegradabile è sufficiente.

Vantaggi ambientali – Si ottiene una riduzione dei livelli di BOD e COD nelle acque reflue.

Effetti incrociati – I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – Il trattamento biologico delle acque reflue contenenti fenoli e fluoruri nell'industria di produzione degli abrasivi può essere realizzato tramite un bioreattore o un biofiltro. In questa industria, il trattamento biologico viene applicato dopo la neutralizzazione, la precipitazione dei fluoruri e la filtrazione.

Applicabilità – Tale tecnica è applicabile in impianti nuovi ed esistenti che hanno acque reflue contenenti solventi.

Ultra e nano-filtrazione e osmosi inversa

Nell'ultra e nano-filtrazione (UF e NF) e nell'osmosi inversa, l'acqua contaminata passa attraverso un diaframma semi-permeabile sotto pressione, che lascia passare soltanto piccole molecole come quelle dell'acqua ma non particelle più grandi. La concentrazione del contaminante nel filtro aumenta nel momento in cui le acque reflue vengono ripetutamente riciclate dopo il filtro. La differenza nelle tecniche risiede nella dimensione dei pori del filtro e quindi nelle dimensioni delle molecole che vengono filtrate.

Vantaggi ambientali – Il residuo del filtrato, per esempio la vernice o l'inchiostro, può essere talvolta recuperato e riutilizzato, e l'acqua trattata ricircolata o scaricata (vedi paragrafo specifico). Si può ridurre il volume dei rifiuti pericolosi prodotti.

Effetti incrociati – Le acque reflue filtrate vengono, se non sono riciclate, scaricate nel sistema fognante. Tutti i sistemi di filtrazione richiedono energia. I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – Le acque reflue aumentano per via delle attività di pulizia, ma, per esempio, anche nelle cabine a spruzzo dove l'acqua viene utilizzata per rimuovere l'overspray che aumenta quando la vernice viene spruzzata, o nei processi di sgrassaggio o a causa dell'applicazione di verniciatura per elettro-immersione. Nella verniciatura per elettro-immersione applicata nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali la filtrazione può essere utilizzata per riciclare la vernice e

completare la demineralizzazione dell'acqua permettendo di chiudere il ciclo (vedi paragrafi specifici). Se viene utilizzata un'acqua di risciacquo demineralizzata, il risciacquo può essere realizzato senza l'UF.

Nello sgrassaggio vengono anche utilizzate grandi quantità di acqua. L'UF serve come misura di manutenzione del bagno nel processo di sgrassaggio, che permette di ottenere:

- Un bagno di sgrassaggio con qualità superiore.
- Una estensione della vita di funzionamento del servizio.
- Una riduzione degli agenti necessari per la pulitura.
- Una maggiore capacità di trattamento per l'impianto.

Applicabilità – Questa tecnica viene applicata negli impianti di stampa dove vengono utilizzate grandi quantità di inchiostri, vernici e adesivi, per esempio nella stampa sugli imballaggi. È inoltre applicata comunemente nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali. Un esempio di impianto che utilizza questa tecnica è l'Opel Eisenach GmbH in Germania.

Aspetti economici – Nell'industria automobilistica i costi per l'installazione di un impianto UF o NF si trovano tipicamente nell'intervallo 0,5-1 milioni di Euro.

Minimizzazione e trattamento dei rifiuti

L'Appendice IV (punto 3) alla Direttiva IPPC richiede di considerare “Sviluppo di tecniche per il recupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti”.

Le seguenti sezioni trattano tecniche utilizzate per minimizzare i rifiuti attraverso il recupero e il riutilizzo.

Una trattazione a riguardo si può trovare nei paragrafi sulla minimizzazione del consumo di materie prime e sulle misure per ridurre le perdite di materie prime nelle acque di processo.

Recupero di solventi usati

I solventi utilizzati, per esempio quelli utilizzati per la pulitura, possono essere trattati per il riutilizzo (vedi paragrafo specifico). Sia il recupero sia il riutilizzo possono essere realizzati in sito o esterni al sito. Per esempio, ove vengano utilizzati sistemi pig-clearing o di spurgo, i solventi vengono usati nel sito per pulire il sistema dopo ogni cambio di colore e vengono chiamati spurghi. Le apparecchiature odierne per la verniciatura prevedono il recupero dei solventi di spurgo. I solventi possono anche essere smaltiti come rifiuti pericolosi in un impianto esterno al sito per il recupero dei solventi. In questo sito, sono utilizzati dei solventi per la pulitura ma non necessariamente dallo stesso utilizzatore.

Vantaggi ambientali – L'utilizzo di questa tecnica genera una riduzione della quantità di rifiuti pericolosi e del consumo di solventi nuovi. Riutilizzando i rifiuti pericolosi (in questo caso il solvente), viene allungato il suo ciclo vita.

Nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali può essere tipicamente recuperato per il riuso tra l'80% e il 90% dei solventi di pulitura e di spurgo, sia nel sito sia all'esterno del sito.

Effetti incrociati – I livelli di rumore possono aumentare. Il rischio ambientale dovuto allo stoccaggio di rifiuti pericolosi può aumentare.

Dati operativi – Per eseguire la filtrazione e la distillazione in maniera economicamente fattibile, sono generalmente necessarie grandi quantità (molte tonnellate alla volta) di solvente. Ciò implica lo stoccaggio di grandi quantità di solventi sia nuovi che usati. Per riutilizzare il solvente recuperato infatti, la capacità dell'impianto ed i solventi usati da rimuovere dovrebbero essere uguali.

In un paese, l'industria di stampaggio e una società di gestione dei rifiuti hanno un accordo di cooperazione per il riutilizzo dei solventi e di altri rifiuti pericolosi. Cooperando con un partner esterno, l'industria dello stampaggio può migliorare il suo processo di produzione utilizzando aumentando il rapporto costo/efficacia e utilizzando i materiali di produzione più efficacemente.

Per esempio, lo stampaggio offset genera un rifiuto pericoloso liquido che contiene agenti di pulitura, acqua, soluzioni umidificanti ed inchiostri. Questo rifiuto liquido viene trattato da una società di gestione dei rifiuti che recupera il solvente utilizzato. Qualche produttore in realtà preferisce utilizzare questo rifiuto liquido piuttosto che il solvente puro nei processi poiché trae vantaggio dai solventi usati che contengono piccole quantità di acqua, per esempio una società di gestione di rifiuti utilizza solventi usati come ritardanti di fiamma.

Nei processi di verniciatura dei laminati, i solventi provenienti da vernici di scarto sono comunemente recuperati e riutilizzati per la pulitura. Il rifiuto solido rimasto è spesso utilizzato per il recupero del calore tramite l'incenerimento in sito.

Applicabilità – Questa tecnica è applicabile in impianti che utilizzano grandi quantità di solventi. Generalmente, il recupero degli agenti di pulitura è applicato in:

- Publication gravure, heatset offset, and flexo and packaging gravure plants. Comunque, soltanto nella publication gravure e in impianti offset che utilizzano più di 200 litri di agenti di pulitura a settimana
- Verniciatura e stampaggio di imballaggi di metallo
- Verniciatura dei mobili, per esempio nella verniciatura dei mobili da cucina e da bagno in legno
- Nell'industria dei fili per avvolgimenti
- Nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali.

La pulitura dei solventi di spurgo è applicabile a tutte le industrie che utilizzano sistemi idraulici, per esempio per l'alimentazione di vernici e di inchiostri e nell'industria automobilistica.

Nell'alimentazione dei nastri, gli agenti di pulitura utilizzati per i sistemi di pulitura automatici devono rispettare le specifiche tecniche, per esempio l'approvazione del FOGRA. I solventi recuperati per distillazione o filtrazione o qualsiasi altro metodo possono soltanto essere utilizzati in un sistema automatico di pulitura quando una volta rispettate queste specifiche tecniche.

Aspetti economici – Questa tecnica permette di ridurre dei costi grazie al consumo ridotto di solventi e alla diminuzione della quantità dei rifiuti pericolosi. Nei grandi impianti, i risparmi superano all'incirca l'investimento. Per esempio, i costi di investimento per il recupero degli agenti di pulitura potrebbe essere nell'intervallo 3000 – 150000 euro, a seconda, ad esempio, della dimensione, della automazione e della capacità del serbatoio.

Il riutilizzo dei solventi utilizzati pericolosi è una tecnica con vantaggi di costo/efficienza. L'uso dei solventi usati pericolosi è vantaggioso per le società che generano solventi usati, poiché la società non deve pagare per lo smaltimento dei rifiuti pericolosi. La società che utilizza i solventi usati ottiene la quantità necessaria di solventi in ingresso con un costo basso, e quindi l'utente che necessita di solventi di processo usati nei suoi processi di produzione ottiene materia prima ad un prezzo competitivo.

L'installazione di un sistema di recupero di un solvente comune nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali costa 0.4 milioni di euro per cabina a spruzzo.

Sono buoni motivi per l'utilizzo di tale tecnica i vantaggi che si ottengono nel riciclaggio del solvente e nella riduzione delle emissioni di COV.

Esempi dell'utilizzo di tale tecnica si ritrovano negli impianti dell'industria automobilistica Ford in Europa.

Trattamento di solventi usati ai fini del riutilizzo - Filtrazione

Le soluzioni di scarto derivanti da pulitura, per esempio di HBA o VCA, possono essere filtrate. I solventi possono essere riutilizzati e l'acqua residua può normalmente essere scaricata nel sistema fognario municipale.

Vantaggi ambientali – L'utilizzo di questa tecnica permette di produrre meno acque reflue di scarto e ridurre l'utilizzo di solventi nuovi.

Effetti incrociati – La filtrazione richiede energia e l'acqua residua viene scaricata. I livelli di rumore potrebbero aumentare. L'impatto sull'ambiente acquatico non è stato ancora considerato sufficientemente. L'HBA o il VCA disciolto potrebbe drasticamente aumentare il COD e il BOD delle acque residuali scaricate in fognatura.

Trattamento di solventi usati ai fini del riutilizzo - Distillazione

I rifiuti a base di solventi come inchiostri, vernici e adesivi possono essere distillati per recuperare il solvente e ridurre la quantità di rifiuti pericolosi. Per fare ciò, esiste una apparecchiatura speciale per la distillazione.

Vantaggi ambientali – L'utilizzo di tale tecnica permette la riduzione dei rifiuti pericolosi e il solvente può essere riutilizzato, per esempio, per la pulitura.

Effetti incrociati – La distillazione richiede energia. Comunque, comparata con l'incenerimento, che forma CO₂ e inoltre utilizza energia, la distillazione e il riutilizzo fanno risparmiare energia. I livelli di rumore potrebbero aumentare.

Dati operativi – L'apparecchiatura per la distillazione deve essere installata e fatta funzionare con accuratezza. Gli agenti di pulitura con un'alta temperatura critica hanno generalmente anche un alto punto di ebollizione. Per tali solventi, può essere applicata soltanto un'apparecchiatura per la distillazione a vuoto (vedi paragrafo specifico); in queste situazioni si può utilizzare la filtrazione a membrana (vedi paragrafo specifico). Sono già disponibili sul mercato unità relativamente piccole (200 litri) per la distillazione a vuoto. Inoltre, la filtrazione a membrana può risultare costosa e molti dei solventi utilizzati possono attaccare la membrana.

Sono disponibili sul mercato macchine di pulitura che comprendono un'apparecchiatura per la distillazione.

Negli impianti di stampa per fotoincisione (dove il toluene è l'unico diluente per l'inchiostro) l'apparecchiatura per la distillazione degli agenti di pulitura viene utilizzata, se idonea, anche per l'inchiostro di scarto. Distillare soltanto l'inchiostro di scarto non è vantaggioso in termini di costi/efficacia.

Applicabilità – Questa tecnica è applicabile in impianti nuovi ed esistenti. E' applicabile con inchiostri ed adesivi a base di solventi. Nella stampa per fotoincisione non viene effettuata nessuna distillazione dell'inchiostro di scarto poiché quest'ultimo non presente in quantità sufficienti, infatti vengono utilizzati soltanto quattro colori. Nella stampa sugli imballaggi per fotoincisione, la distillazione dell'inchiostro di scarto è utilizzata sempre meno poiché se ne generano di meno a causa dell'utilizzo della miscelazione automatizzata degli inchiostri (vedi paragrafo specifico).

Aspetti economici – I costi di investimento partono da circa 150000 euro, a seconda delle dimensioni, della automazione e della capacità del serbatoio. Esiste un costo addizionale nel caso in cui può essere utilizzata l'apparecchiatura già esistente per la distillazione degli agenti di pulitura.

Panni per la pulitura usa e getta

La pulitura può essere eseguita con panni usa e getta o riutilizzabili. Una volta sporchi, i panni usa e getta vengono buttati e trattati come rifiuti pericolosi. Ciò implica generalmente l'incenerimento.

I panni usa e getta sono generalmente fatti di fibre sintetiche. Essi possono contenere, per unità di peso, molti più agenti di pulitura e sporcizia dei panni riutilizzabili. Dopo l'uso, sono inceneriti insieme con i loro contaminanti. Dal momento che i panni usa e

getta sono leggeri in peso, l'incenerimento dei fanghi derivati dalla pulitura dei panni riutilizzabili offre pochi vantaggi rispetto all'incenerimento dei panni usa e getta.

I panni usa e getta presentano proprietà di adsorbimento molto superiori rispetto ai panni riutilizzabili e perciò si può guadagnare in termini di peso e volume necessari. La quantità di trasporti necessaria è, conseguentemente, molto minore.

Vantaggi ambientali – Non esiste una differenza ambientale evidente tra panni riutilizzabili e panni usa e getta. Non esiste una preferenza ambientale per nessuno dei due.

Effetti incrociati – L'incenerimento potrebbe richiedere energia (a seconda del contenuto di solvente) e le materie prime sono consumate per la produzione dei panni usa e getta.

Dati operativi – Un fattore importante per la scelta dei panni è il danno che può essere fatto su superfici molto sensibili come ad esempio gli stampi offset e i cilindri per fotoincisione tramite un panno riutilizzabile che non è completamente libero da contaminazioni dovute ad usi precedenti.

Applicabilità – Panni usa e getta sono comunemente utilizzati in tutti i tipi di industrie, per esempio nelle industrie dello stampaggio e della verniciatura dei laminati.

Panni per la pulitura riutilizzabili

La pulitura può essere fatta con panni usa e getta e riutilizzabili. I panni riutilizzabili sono generalmente noleggiati. Una volta sporchi, sono riportati ad una società che li lava e li rimette in circolazione.

I panni riutilizzabili sono fatti di fibre tessili naturali. Dopo l'uso, sono lavati con dei solventi e quindi asciugati. Il solvente contaminato viene distillato e i fanghi vengono inceneriti come rifiuti pericolosi. I processi di lavaggio, asciugatura e distillazione i panni riutilizzabili aumentano le emissioni di solventi.

Dal momento che i panni riutilizzabili sono molto meno adsorbenti dei usa e getta, è necessario disporre di un peso e un volume molto maggiore. L'entità dei trasporti è conseguentemente maggiore per lo stesso numero di lavaggi. Comunque, i panni riutilizzabili generano meno rifiuti di quelli usa e getta.

Vantaggi ambientali – Non esiste una differenza ambientale evidente tra panni riutilizzabili e panni usa e getta. Non esiste una preferenza ambientale per nessuno dei due.

Dati operativi – I panni riutilizzabili sono più resistenti e spessi di quelli usa e getta. Ciò li rende adatti per l'utilizzo in situazioni in cui sono necessari forza e movimento ripetitivo manuale per pulire l'oggetto. Questa forza non è utilizzata su superfici delicate.

Applicabilità – I panni riutilizzabili sono comunemente usati in tutti i tipi di industrie, per esempio nelle industrie dello stampaggio e della verniciatura dei laminati.

Recupero di solventi usati dai panni

La maggior parte dei solventi adsorbiti sui panni sono rimossi prima del trasporto tramite drenaggio, a gravità, a strizzamento o a centrifuga.

Questa tecnica è una risposta alla pratica sbagliata di utilizzare troppo solvente e versare i solventi utilizzati in eccesso sui panni per non doverli smaltire separatamente.

Vantaggi ambientali – I solventi recuperati possono essere riutilizzati per la pulitura, o se troppo sporchi, distillati e riutilizzati (vedi Sezione 20.13.2.2). In tal modo viene trasportato meno peso e vengono ridotte le emissioni durante il trasporto e lo stoccaggio.

Effetti incrociati – L'utilizzo di questa tecnica genera emissioni in sito dovute al trattamento richiesto per rimuovere i solventi dai panni. Inoltre, possono aumentare i livelli di rumore.

Dati operativi – Tale tecnica viene comunemente utilizzata nell'industria dello stampaggio negli Stati Uniti.

Applicabilità – Tale tecnica è utilizzabile a tutte le industrie di stampaggio che utilizzano solventi per panni. I panni possono essere riutilizzati o smaltiti.

Contenitori riutilizzabili

Molte materie prime sono fornite in contenitori riutilizzabili, per esempio contenitori IBC con una capacità di circa 1 tonnellata, o 200 litri standard di fusti metallici, ecc. Questi contenitori possono essere riconsegnati per il riutilizzo o riutilizzati per contenere solventi.

Vantaggi ambientali – Utilizzando questa tecnica si riduce la quantità di rifiuti prodotta.

Effetti incrociati – Prima del riutilizzo, i contenitori devono essere puliti, normalmente fuori dal sito.

Dati operativi – Grandi impianti di stampaggio offset utilizzano un'alimentazione diretta tramite un sistema idraulico. I solventi utilizzati come agenti di pulitura sono generalmente raccolti in contenitori riutilizzabili. Un numero inferiore di contenitori usa e getta e dei contenitori più larghi fanno sì che sia possibile alimentare gli stampi tramite un sistema idraulico. Uno svantaggio può risultare dal fatto che il riutilizzo dei contenitori per l'inchiostro e i solventi vuoti, richiede un trasporto di questi contenitori verso gli stessi produttori. Per cui, dal momento che il commercio dell'inchiostro è internazionale, i contenitori metallici vuoti dovrebbero essere raccolti, immagazzinati e quindi trasportati in tutta Europa.

Applicabilità – Tale tecnica è applicabile in tutti gli impianti. Nell'industria dello stampaggio, i colori standard degli inchiostri offset possono essere riforniti all'impianto in contenitori riutilizzabili.

Nell'industria degli imballaggi flessibili, la moltitudine di colori differenti utilizzati ne restringe l'applicabilità. La quantità di colore non giustifica il rinvio dei contenitori ai fornitori, con l'eccezione dell'inchiostro bianco, di qualche vernice e di qualche adesivo. I contenitori usati per trasportare gli inchiostri sono riutilizzati in sito. Essi sono usati per miscelare i colori, per diluire gli inchiostri e per trasportare gli inchiostri agli stampi; sono inoltre puliti frequentemente e riutilizzati molte volte.

Una grande quantità di contenitori riutilizzabili per vernici sono comunemente utilizzati negli impianti di verniciatura dei laminati. Essi sono inoltre utilizzati nell'industria degli avvolgimenti elettrici e spediti indietro al fornitore dopo l'uso.

Aspetti economici – Inchiostri e solventi utilizzati in grandi quantità sono spesso più economici e generano meno rifiuti da smaltire.

Trattamento dei carboni attivi

L'adsorbimento sui carboni attivi può essere usato per il trattamento delle emissioni gassose (vedi Sezione 20.11.6.1). Dopo il trattamento, il carbone attivato può essere recuperato o inviato allo smaltimento.

Trattamento dei carboni attivi - Recupero di carboni attivi in sito

Quando il livello di efficienza dell'unità di adsorbimento diminuisce troppo, il letto di carboni attivi deve essere pulito. Il flusso viene invertito regolarmente per scambiare i letti di adsorbimento e desorbimento. L'unità di adsorbimento, è costituita da un sistema a un letto multiplo con, nel caso di sistema a due letti, un letto in modalità assorbente e l'altro in modalità desorbente, o nel caso di un sistema a tre letti, due letti in modalità adsorbente e l'ultimo in modalità desorbente. Il desorbimento è spesso realizzato tramite rimozione con un flusso di vapore caldo (azoto, aria, o vapore), ma può essere anche realizzato in condizioni di vuoto.

Cercare di ottimizzare il ciclo di adsorbimento/desorbimento significa trovare un bilancio tra una concentrazione ammissibile alle emissioni e il fabbisogno di risorse, e i rifiuti generati per la pulitura del letto a carboni attivi quando si utilizza il vapore.

Il concentratore rotante è progettato specificamente a questo scopo, tranne quando l'adsorbente viene posizionato in una grande ruota rotante. L'adsorbimento viene realizzato su di un lato, mentre il desorbimento viene realizzato sull'altro. Le ruote di adsorbimento o i concentratori rotanti sono progettati per velocità del flusso molto alte.

Vantaggi ambientali – L'utilizzo di tale tecnica permette un consumo minore di carbone. Il vapore condensato può essere riutilizzato per pulire il materiale adsorbente o come acqua della caldaia. L'aria secca può anche essere ricircolata dopo il processo di desorbimento.

Effetti incrociati – Nei processi per il recupero dei solventi, vengono utilizzati il vapore e quindi l'acqua e l'energia. Il vapore condensato contiene tracce di solventi. I livelli potrebbero aumentare. E infine le acque reflue aumentano per via del recupero dei carboni attivi.

Dati operativi – L'adsorbimento e il recupero del toluene utilizzato nei processi di stampa per fotoincisione sono una pratica comune. Il toluene assorbe bene sul carbone attivo ed è facilmente recuperabile riscaldando il carbone con il vapore. Il vapore e i vapori dei solventi vengono condensati per rimuovere il toluene. Il vapore condensato può avere una concentrazione di toluene tra 380 e 540 mg/l e il flusso di bolle d'aria viene utilizzato per togliere il toluene dall'acqua. Con lo strappaggio, questo flusso può avere una concentrazione di toluene nell'intervallo 1-10 mg/l. Dopo essere state trattate, le acque reflue sono scaricate o riutilizzate come, per esempio, acque di raffreddamento o vapore. Il toluene viene in parte riutilizzato e in parte rivenduto indietro ai produttori di inchiostro. Questo processo di recupero normalmente utilizza circa 3-6 kg di vapore per kg di toluene recuperato. Per un impianto standard con quattro macchine per la stampa, vengono recuperate ogni anno circa 7000 tonnellate di toluene utilizzando da 20000 a 30000 tonnellate di acqua.

Nei processi in cui vengono utilizzate miscele di solventi, come ad esempio nella stampa per fotoincisione degli imballaggi flessibili e non, l'adsorbimento e ed il recupero sono entrambi molto difficili da realizzare. L'etanolo e l'etilacetato non si assorbono sui carboni attivi così come il toluene e di conseguenza sono necessari letti a carboni attivi più grandi. Il vapore non può essere utilizzato per il recupero poiché questi solventi si disciolgono in acqua. Quindi, generalmente viene utilizzato un gas

inerte caldo come l' N_2 . Per separare la miscela di solventi recuperata è necessario un processo di distillazione.

Nella produzione dei nastri adesivi, il processo di recupero utilizza normalmente da 2 a 3 kg di vapore per kg di solvente recuperato per raggiungere concentrazioni all'emissione tra 70 e 90 mg/m³.

Applicabilità – Questa tecnica può essere applicata alle emissioni gassose con concentrazioni di solvente maggiori di 0,8g/m³. I limiti LEL non giocano nessun ruolo. Il sistema può essere applicato a solventi singoli e a miscele. Quando vengono assorbiti solventi singoli che non sono miscibili con l'acqua, la rigenerazione può essere realizzata con il vapore. Quando le miscele di solventi vengono adsorbite, la rigenerazione deve essere eseguita con azoto riscaldato e temperature nell'intervallo 150-300°C.

Possono essere trattati flussi d'aria nell'intervallo 1000-1 milione di m³/h. Per la parte superiore del range, andrebbero usati 14 letti di adsorbimento. La capacità di un letto dipende soltanto nella movimentazione del sistema. Il sistema può lavorare in maniera continua e discontinua e ha un tempo di vita di più di 30 anni.

Questa viene applicata in tutti gli impianti di stampa per fotoincisione ed è applicabile nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e nella fabbricazione dei nastri adesivi come passo per aumentare la concentrazione i rifiuti prima dell'incenerimento. Viene applicata in minore entità in processi che utilizzano una miscela di solventi, come quelli nella stampa per fotoincisione degli imballaggi flessibili e non, sebbene in Italia questa tecnica sia utilizzata da anni per il recupero dell'etilacetato.

In Olanda e nelle Fiandre questa tecnica non viene applicata nella stampa per fotoincisione degli imballaggi flessibili e non.

Esempi di impianti di stampa per fotoincisione che recuperano e riutilizzano etilacetato si trovano in Italia e in Olanda (RSDB in Etten-Leur).

Aspetti economici – Nel caso di stampa per fotoincisione degli imballaggi flessibili e non, i costi di investimento e di funzionamento per l'adsorbimento e il successivo recupero di solventi sono più alti di quelli di qualsiasi trattamento termico. I costi di funzionamento si trovano tra 0,15 e 0,25 euro per kg di solvente recuperato. Se il solvente viene riutilizzato in sito, i costi per il recupero sono di euro 0,10 per kg di solvente e i risparmi sono di euro 0,60-0,70 per kg di solvente recuperato. Ove il consumo di solvente è inferiore di 500 tonnellate all'anno, è molto improbabile che il recupero di solvente sia economicamente un'alternativa economicamente più appetibile dell'ossidazione.

Nei processi stampa per fotoincisione in cui l'etilacetato costituisce generalmente il 90% del totale, la quantità riutilizzabile potrebbe essere tale che l'impianto diventi quasi autosufficiente e che non necessiti più di comprare etilacetato per la diluizione.

Trattamento dei carboni attivi - Recupero di carboni attivi fuori del sito

Le emissioni gassose cariche di solventi sono condotte attraverso un letto di adsorbimento a carboni attivi. Esso potrebbe essere un barattolo metallico contenente il carbone adsorbente che viene posto sulla bocca di entrata. Una volta saturo, il barattolo metallico viene rimandato al fornitore per la rigenerazione. Nei casi in cui le emissioni gassose contengono molti solventi differenti, il recupero dei solventi che vengono

adsorbiti tramite i carboni attivi risulta un processo complicato. La rigenerazione in questo caso può essere svolta più efficacemente da società specializzate.

Vantaggi ambientali – L'utilizzo di questa tecnica permette consumi inferiori di carboni attivi.

Effetti incrociati – La rigenerazione del carbone fuori dal sito richiede un tipo di carbone che sia resistente abbastanza per essere trasportato.

Dati operativi – Questa tecnica è applicata comunemente alle emissioni gassose contenenti un tipo di solvente.

Applicabilità – I barattoli metallici sono adatti specialmente per piccole velocità di flusso con un basso carico inquinante; carichi inquinanti alti necessiterebbero un cambio frequente delle cartucce. Essi sono utilizzati spesso per abbattere gli odori.

Questa tecnica è adatta specialmente per impianti che utilizzano un tipo di solvente, per esempio nei processi di stampa per fotoincisione. Essa non viene invece applicata nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus.

Aspetti economici – Per un flusso di aria in entrata di 7000m³/h e una quantità inferiore a 20 tonnellate/anno di solventi, i costi risultano superiori a 100.000 euro all'anno. Comunque, per flussi piccoli, l'investimento per l'utilizzo dei barattoli metallici risulta contenuto.

Trattamento dei carboni attivi - Incenerimento dei carboni attivi utilizzati

Se le emissioni gassose vengono trattate tramite adsorbimento su carboni attivi che non possono essere rigenerati dopo l'uso, i carboni attivi vengono smaltiti generalmente tramite incenerimento.

Vantaggi ambientali – Il carbone che può essere riutilizzato soltanto una volta per l'adsorbimento può generalmente adsorbire più solventi di quello che può essere rigenerato.

Effetti incrociati – La quantità totale che deve essere incenerita è maggiore poiché vengono inceneriti sia il solvente che il carbone, e conseguentemente viene consumato più carbone.

Trattamento fanghi

Per quanto concerne le tecniche per il trattamento e la gestione dei fanghi provenienti dalle acque reflue si possono trovare maggiori dettagli nei Bref Comunitari "Surface Treatment of Metals and Plastic" e "Management of Waste Gas e Waste Water Treatment/Management Systems".

Trattamento fanghi - Centrifughe

Le centrifughe vengono utilizzate per drenare meccanicamente le morchie di verniciatura. Le morchie di verniciatura vengono smaltite e quindi il fluido drenato viene generalmente ricircolato nel processo di trattamento delle acque reflue.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica permette una movimentazione più semplice dei rifiuti. Meno rifiuti solidi o fangosi da smaltire.

Dati operativi – Possono essere raggiunti contenuti d'acqua tra il 50 e il 70%.

Applicabilità – Queste tecniche sono applicabili nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali se il contenuto di acqua dopo la sedimentazione o

la flottazione risulta ancora troppo alto. Nel caso di fanghi contenenti fosforo, possono essere utilizzate delle filtropresse.

Buoni motivi per l'implementazione sono il risparmio di costi e gli obblighi di legge.

Un esempio di impianto che utilizza questa tecnica è in Germania (VW, Emden).

Aspetti economici – Questa tecnica permette di avere costi inferiori per il trasporto e lo smaltimento delle morchie di verniciatura.

Trattamento fanghi - Filtropressa

Una volta separati i fanghi contenenti fosforo dalla sedimentazione (spesso da un separatore lamellare) vengono utilizzate delle filtropresse con filtri a tessuto tramato per ridurre il contenuto di acqua.

Vantaggi ambientali – Questa tecnica permette una migliore movimentazione dei rifiuti.

Effetti incrociati –

Dati operativi – Possono essere raggiunti contenuti d'acqua tra il 40 e il 60%.

Applicabilità – Queste tecniche vengono comunemente applicate nell'industria degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali.

Buoni motivi per l'implementazione sono il risparmio di costi e gli obblighi di legge.

Tale tecnica viene applicata comunemente.

Aspetti economici – Costi di trasporto e di smaltimento delle morchie di verniciatura inferiori.

Abbattimento polveri

Per trovare la descrizione delle tecniche di processo per ridurre le polveri o le emissioni di particelle dalle cabine di verniciatura si vedano i paragrafi specifici. Per l'abbattimento end-of-pipe delle polveri vedi Sezione 20.11.3.

Abbattimento odori

Molti processi che utilizzano solventi hanno impatti odorosi. Comunque, le misure nel processo e nel sistema di abbattimento per ridurre la quantità di solvente nelle emissioni gassose vengono trattate nei paragrafi specifici.

Abbattimento rumori

E' buona pratica quella di ridurre le emissioni di rumore dall'impianto cosicché l'impatto sulla comunità locale risulti non significativo. Il rumore può essere generato:

- dal processo, specialmente a causa di apparecchiature vibranti o a movimento rapido (come le presse di stampaggio e scrittura e i nastri trasportatori rapidi);
- da attività connesse e da apparecchiature come compressori, sistemi di estrazione dell'aria e delle emissioni gassose, ossidatori delle emissioni gassose, ecc.

Il rumore può essere eliminato o ridotto tramite:

- Soluzioni ingegneristiche di processo.
 - Misure di controllo del rumore ingegneristiche, come per esempio installando silenziatori per ventole di grandi dimensioni, realizzando locali insonorizzati, ecc.
 - Evitando di scegliere apparecchiature che producono livelli di rumore alti o tonali.
 - Insonorizzando le presse e altre fonti di rumore.
- Sistemi di gestione.
 - Riducendo i trasporti o gestendo gli orari del trasporto verso l'esterno e verso l'interno dell'impianto.
 - Installando porte compartimentanti.

Vantaggi ambientali – Riduzione del rumore.

Effetti incrociati – L'uso di silenziatori può condurre a un aumento dei consumi energetici poiché risulta in un aumento della caduta di pressione.

Dati operativi – Specifici rispetto al sito in questione.

Applicabilità – Queste tecniche sono applicabili ad impianti nuovi ed esistenti.

Buone ragioni per l'implementazione sono una prevenzione delle lamentele locali e il rispetto di normative sulla salute.

Aspetti economici – Generalmente non si verifica un ritorno dell'investimento, ma ciò dipende dal caso. Si verifica un aumento del costo della ventilazione dal momento che si installano porte a chiusura automatica.

F. APPROFONDIMENTO, OVE NECESSARIO, DELLE TECNICHE ANALIZZATE NEI BREF COMUNITARI E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONI DELLE DIVERSE TECNICHE

Questo capitolo intende descrivere alcune puntualizzazioni e approfondimenti che il GTR “trattamenti di superficie con solventi” ha inteso effettuare sul contenuto del BRef comunitario rispetto ai singoli settori d’applicazione nel contesto nazionale in considerazione della –a volte - eccessiva genericità sulle MTD riscontrata nel BRef data presumibilmente dalla difficoltà nel trattare assieme contesti produttivi molto differenti tra loro.

Verniciatura di autoveicoli e veicoli commerciali e industriali

Gestione delle materie prime – Verniciatura a lotti

La verniciatura a lotti è comunemente applicata nell' industria degli autoveicoli in impianti di grande produzione, mentre non è applicabile per quegli impianti caratterizzati da ampie gamme colori e basse produzioni; parimenti non è applicabile nella produzione dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus, caratterizzata anch' essa da ampie gamme colori.

Sistemi di verniciatura – Vernici ad acqua

Nel rivestimento degli autoveicoli, dei veicoli commerciali e industriali e degli autobus, le richieste qualitative di aspetto superficiale dello smalto finale, implicano un rigoroso controllo della temperatura e soprattutto dell' umidità in cabina di spruzzatura. Inoltre si rende necessaria una sezione aggiuntiva di flash-off della base metallizzata idrosolubile, che richiede ulteriore energia. Nell’impiego delle vernici ad acqua tali necessità portano ad un aumento del consumo di energia, per la climatizzazione ed il flash-off, stimabile in un aumento medio del 25 % rispetto all' utilizzo di vernice a solvente convenzionale. Ad ogni modo, le applicazioni automobilistiche mostrano efficienze di trasferimento quasi confrontabili rispetto ai sistemi a base di solventi pertanto nell’industria automobilistica le vernici ad acqua sono quantomeno applicabili per le nuove installazioni.

Nel rivestimento di autobus, in alcuni casi le vernici ad acqua sono usate per la verniciatura (rivestimento per immersione cataforica e protezione della sottoscocca); le vernici ad acqua non sono comunemente applicate come rivestimenti superficiali. In Europa si riscontra solamente un caso in cui autobus urbani sono completamente rivestiti con vernici ad acqua.

Nel rivestimento di autoveicoli, veicoli commerciali e industriali, sono applicate comunemente in bagni di rivestimento cataforici, sulle scocche, sulle cabine e sui telai.

Verniciatura del legno

Monitoraggio – Bilancio dei solventi

Riguardo il bilancio dei solventi si puntualizza la difficoltà del settore legno-mobilità a valutare gli effettivi out-put di VOC quando vengono impiegati solventi reattivi (es. stirene nel caso di prodotti vernicianti poliesteri). Lo stirene ha infatti una tensione di vapore relativamente elevata, tale cioè da consentirne l'evaporazione in discrete quantità nel corso delle operazioni di verniciatura. L'effettiva quantità di stirene che reagisce con la resina, rispetto a quella che invece evapora durante il processo produttivo, è funzione di molte variabili non essendo comunque mai conosciuta in termini reali. Su tale tema, rilevante per questo settore, sarebbero utili degli approfondimenti anche di carattere sperimentale.

Gestione delle materie prime – Verniciatura a lotti

Nell'industria del mobile vi è una domanda crescente di mobili verniciati in colori individuali e speciali, conseguentemente è crescente l'adozione della verniciatura a lotti. Bisogna tuttavia considerare che a volte l'esigenza di verniciare pannelli "fronte/retro" in piccoli lotti determina tempi (essiccazione) che contrastano con questa opportunità.

Sistemi di verniciatura – Vernici ad alto solido

Nel caso di mobili in legno l'impiego di **vernici ad alto solido** è poco diffuso. Le difficoltà di "dosaggio" del prodotto all'applicazione (es. spruzzo) e le elevate quantità applicate, contrastano spesso con l'esigenza di applicare bassi spessori.

Sistemi di verniciatura – Vernici ad acqua

Nel settore del legno le vernici all'acqua di tipo monocomponente sono largamente affermate nel settore dei serramenti viste le caratteristiche di "flessibilità" che solitamente sono adatte per queste applicazioni. Per i mobili in legno, le vernici all'acqua rappresentano attualmente una percentuale ancora bassa anche se in crescita. Le difficoltà solitamente lamentate riguardano il possibile sollevamento della fibra (il legno è un materiale igroscopico), l'essiccazione e le proprietà estetiche/prestazionali. L'impiego di vernici all'acqua bicomponenti e vernici o UV migliora quest'ultima. Sull'applicabilità di questi prodotti debbono essere necessariamente fatte altre valutazioni specifiche relative alla produzione considerata (es. alcune specie legnose possono presentare ad esempio delle particolari difficoltà o impedimenti).

Sistemi di verniciatura – Vernici a solidificazione per radiazione

Le vernici a solidificazione per radiazione non sono facilmente applicabili nel caso di elementi tridimensionali. Sia in queste circostanze che laddove comunque si impieghino sistemi a spruzzo, bisogna considerare che la viscosità della vernice deve essere ridotta con opportune diluizioni. Nel caso di prodotti a solvente, i valori di secco riscontrabili sono a volte paragonabili a quelli di comuni prodotti poliuretanic. Un ulteriore

difficoltà riguarda i cicli pigmentati (colore, coprenza) e quelli per cui siano richiesti bassi spessori (es. poro aperto).

Sistemi di verniciatura – Vernici in polvere

Attualmente i rivestimenti in polvere sono principalmente applicati sui pezzi in lavorazione con dispositivi a spruzzo assistiti elettrostaticamente (primariamente su metallo ma anche su superfici di vetro). I rivestimenti a polvere in serie su legno non sono praticamente utilizzabili a causa della necessità di alte temperature per la fusione e l'essiccazione. I soli pannelli a media densità di fibre (MDF) rappresentano un esempio per il quale il rivestimento a polvere può essere applicato anche se i risultati difettano soprattutto per la “distensione” del prodotto. L'uso di rivestimento a polvere è limitato anche nel caso superfici di plastica a causa della mancanza di conducibilità elettrica e della sensibilità alla temperatura.

Processi di applicazione delle vernici – Verniciatura a spruzzo caldo

L'esigenza di riportare in temperatura in caso di cambio di colore rende la verniciatura a spruzzo caldo poco adatta per processi in cui ci sono frequenti cambi di colore. La tecnica è utilizzata talvolta anche nella verniciatura di mobili. Bisogna tuttavia considerare la maggior velocità di evaporazione dei solventi che può contrastare con l'esigenza di “distensione” del prodotto, anche la cinetica degli indurimenti chimici viene inevitabilmente alterata.

Produzione di soles in gomma, poliuretano, termoplastico

Tecniche di gestione overspray – Manutenzione impianti e ottimizzazione efficienza di trasferimento

Le operazioni di manutenzione più sensibili finalizzate ad una migliore resa della verniciatura, intesa come riduzione ottimale degli sprechi di vernice sono individuabili principalmente in tre direzioni:

- garantire una funzionalità ottimale della pompa alimentatrice della vernice, che permetta di avere una bassa pressione di spinta della stessa (0,4-0,6 atmosfere per vernici con viscosità intorno a 60”, tazza ford con foro 2 mm), garantendo una costanza e continuità sufficiente del flusso di vernice che arriva alle pistole spruzzo, le quali per esprimere le loro migliori performance debbono avere un grado di apertura del regolatore di flusso che si colloca nella regione centrale, tra il minimo e il massimo, (una eccessiva strozzatura del regolatore di vernice, conseguenza di una pressione di spinta della pompa superiore ai valori indicati provoca una scarsa regolarità di spruzzo con rischio di otturazione temporanea del flusso; per contro una eccessiva apertura delle pistole si ripercuote in una minore nebulizzazione, che andrebbe compensata con l'aumento della pressione dell'aria relativa, con la conseguenza di aumento dell'overspray);

- garantire una sufficiente pulizia dell'ugello aria (testina nebulizzatrice), responsabile dell'uniformità del ventaglio di spruzzo e dell'ottimale condizione di nebulizzazione;
- garantire una sufficiente precisione di chiusura dello spillo sull'ugello vernice, responsabile dell'uniformità del getto e, quindi, del ventaglio di spruzzo (sostituzione dei pezzi prima di una eccessiva usura).

L'ottimizzazione dell'efficienza di trasferimento e' associata a tre fattori principali:

- qualità e tipo delle pistole spruzzo (il tipo più idoneo e' l'HVLP e la migliore qualità va individuata nel modello che offre la possibilità della migliore nebulizzazione a pressione più bassa dell'aria);
- qualità della vernice (intesa nel senso che va ricercata nella vernice a viscosità più alta a parità di capacità di bagnabilità e filmatura);
- qualità dell'aria di nebulizzazione(nel senso della purezza da contaminazione di sostanze estranee e il più possibile neutra dal punto di vista elettromagnetico); a tal proposito sono disponibili congegni deionizzatori dell'aria che realizzano quanto indicato.

Vantaggi ambientali - L'ottimizzazione dell'efficienza di trasferimento si traduce in un risparmio di vernice e di conseguenza in una riduzione di emissioni sia di particolato solido che di c.o.v. nell'atmosfera.

Effetti incrociati -

Dati operativi - Il raggiungimento dell'obiettivo formulato nel titolo va individuato in ogni aspetto sia manutentivo che applicativo che conduca le condizioni di spruzzo nella direzione di abbassare al massimo la pressione dell'aria di nebulizzazione.

Applicabilità - Le indicazioni sovraespresse sono applicabili a tutti i sistemi di verniciatura air-mix.

Pretrattamenti prima della verniciatura - Sgrassaggio con acqua

Per la preparazione della superficie di suole da verniciare, una delle tecniche più recenti, usate nel settore produttivo specifico, consiste nell'eseguire un lavaggio con macchine alimentate ad acqua.

Con questa operazione si effettua, non uno sgrassaggio nel senso tradizionale del termine, ma una rimozione superficiale, per azione meccanica, di accumuli degli agenti siliconici (usati come releasing agents nella fase di stampaggio) presenti sulla superficie delle suole destinate alla verniciatura, con l'utilizzo di macchine alimentate con acqua pura demineralizzata, senza alcun additivo tensioattivo o detergente.

Vantaggi ambientali – Il liquido usato dalle macchine di lavaggio e' esclusivamente acqua pura, senza altre sostanze che potrebbero rappresentare un pericolo di impatto ambientale, sia esso gassoso o del suolo.

Effetti incrociati – La superficie trattata con le macchine ad acqua restano uniformemente impregnate da un microstrato di agente siliconico (generalmente indesiderato per il successivo finissaggio) che rappresenta un ostacolo superabile se si sceglie di utilizzare in fase di stampaggio un agente di distacco affine alla vernice ed inoltre se si effettuano delle opportune modifiche formulative alle vernici stesse.

Dati operativi – Le quantità di agenti siliconici estratte durante il lavaggio vengono continuamente rimosse fisicamente da un apposito separatore collegato con i serbatoi di alimentazione delle macchine di lavaggio, il quale sfrutta la naturale

incompatibilità fisica tra le due fasi(acqua /agenti siliconici), senza dover ricorrere a distillazioni.

Applicabilità - In tutte le realtà produttive di soles in PU.

Aspetti economici – I costi di acquisto delle macchine ad acqua sono molto simili a quelli delle analoghe macchine a solvente tradizionali; il vantaggio più significativo si riscontra nella gestione, che non richiede l'uso di distillatori,offrendo pertanto un significativo risparmio energetico.

Pretrattamenti prima della verniciatura – Sgrassaggio con solventi

Nel settore delle soles per calzature, per decenni sono stati usati per lo sgrassaggio dei pezzi stampati in poliuretano, solventi clorurati associati ad una tossicità pericolosa per l'ambiente e anche direttamente per l'uomo, i quali avevano due requisiti fortemente utili:

- elevata efficacia di sgrassaggio, associata ad una buona tecnica di abbattimento e recupero dei vapori e quindi basso consumo;
- non infiammabilità, che offriva la garanzia di evitare rischi di incendio e quindi pericolo per le maestranze.

Dopo un periodo di prove e sperimentazioni, si sono delineate due alternative:

- lavaggio con acqua(con o senza detergenti),il cui limite e' rappresentato dalla notevole inferiorità della qualità dell'operazione, con ripercussione sulle fasi successive del finissaggio e dell'incollaggio;
- lavaggio con solvente organico non clorurato, il cui handicap principale è rappresentato dalla pericolosità associata all'infiammabilità.

La stretta collaborazione tra i produttori di soles e i costruttori di macchine per il lavaggio ha permesso di raggiungere nel giro di pochi anni una soluzione sicura dal punto di vista del rischio di infiammabilità e qualitativamente buona dal punto di vista del grado dello sgrassaggio.

E' stato scelto come solvente, un idrocarburo alifatico pesante, scarsamente nocivo, il cui punto di infiammabilità si aggira intorno ai 60 °C e la temperatura max praticata durante il lavaggio non superiore ai 45 / 50 °C; tali condizioni permettono di evitare rischi di incendio in caso di inneschi fortuiti di fiamme, come scintille accidentali o altro, ed inoltre di evitare l'inertizzazione della camera di lavaggio con azoto liquido, efficace ma molto impegnativa come gestione.

La macchina utilizzata è del tipo ermetico con bottale rotante (simile alle precedenti a solvente clorurato) dove è stato modificato il gruppo distillazione in continuo, associato ad una pompa da vuoto ,per abbassare la temperatura di distillazione dai circa 180 °C (temp. di distillaz. a C.N.) ai circa 100 / 110 °C, con un sensibile incremento di resa.

Vantaggi ambientali - La sostituzione dei solventi clorurati con l'idrocarburo alifatico ha prodotto un determinante risultato per l' eliminazione una fonte di inquinamento sempre piu' preoccupante e di prevenzione ambientale per il futuro, visti i considerevoli quantitativi in gioco nelle operazioni di sgrassaggio delle soles.

Effetti incrociati - I tempi dei cicli di lavaggio sono leggermente piu' lunghi in relazione all'allungamento dei tempi di asciugaggio del solvente altobollente. Per ottenere una qualità di sgrassaggio ottimale è bene usare un ciclo che preveda un breve prelavaggio con minima quantità di solvente.

Dati operativi - La continuità della buona funzionalità e quindi della qualità del lavaggio e' strettamente vincolata ad una puntuale-periodica e corretta manutenzione(in

particolare la pulizia settimanale dei serbatoi di distillazione), insieme ad una periodica verifica della tenuta delle camere di raffreddamento ad acqua dei condensatori per evitare infiltrazioni e quindi indesiderate miscele sovente-acqua che inibirebbero la corretta funzionalità dei distilli.

Applicabilità - Non si richiedono particolari e penalizzanti condizioni per l'installazione e l'uso delle macchine lavaggio ad idrocarburo in qualsiasi realtà produttiva.

Aspetti economici - Dal confronto con la vecchia tecnologia del lavaggio con solventi clorurati, l'attuale ad idrocarburo richiede una energia termica di alimentazione dei distilli leggermente superiore, ma di onere pressoché trascurabile visti gli enormi vantaggi ambientali.

Tecniche di gestione overspray - Cabine a spruzzo con abbattimento a separazione a umido

La tecnica richiamata dal titolo si riferisce alle cabine spruzzo degli impianti di verniciatura in generale, ed in particolare alle macchine di verniciatura utilizzate nel settore suole sintetiche; nel gergo queste cabine vengono definite “cabine a velo d'acqua”, visto che la parete interna, ad esse, e cioè quella opposta alla direzione di spruzzo, è dotata di un velo di acqua continua che scende dal bordo superiore e che capta le particelle di vernice dell'overspray e le trascina nella vasca di raccolta dell'acqua sul fondo della cabina. Una parte di tali particelle sfugge al velo d'acqua e passa nello spazio dietro alla parete col velo, veicolate dall'aspirazione applicata alla cabina. In tale spazio sono applicati in linea degli ugelli che nebulizzano acqua dall'alto per captare le particelle sfuggite al primo impatto con il velo, trascinandole a fondo cabina ed unendole così alle precedenti. L'acqua della vasca di raccolta viene convogliata in un separatore liquido/solido che ripulisce in continuo il flusso e con l'ausilio di una pompa l'acqua torna ad alimentare il velo della cabina.

Vantaggi ambientali – L'uso di tale tecnica permette di abbattere in modo efficace le emissioni del particolato solido ma è inefficace nei confronti dei COV.

Effetti incrociati – Se non si esegue una buona manutenzione del sistema di abbattimento a velo e del separatore, si accumula sporco sul bordo superiore della parete del velo (da cui si origina lo stesso), il quale diventa sempre meno uniforme, lasciando scoperte zone sempre maggiori della parete, su cui si generano incrostazioni sempre più spesse che pregiudicano parzialmente la funzionalità del tutto.

Dati operativi - Per migliorare la continuità della funzionalità della cabina a velo è utile far precedere alla pompa, di alimentazione dell'acqua destinata al velo, una vasca di filtraggio realizzata a settori comunicanti, dove i divisori sono realizzati con reti filtro gradualmente più fini (i primi con fori da 8/10 mm gli ultimi con fori da 2/3 mm).

Applicabilità - Di norma le cabine a velo d'acqua vengono installate al momento della costruzione di macchine nuove. Nel caso di impianti già esistenti è necessario sostituire l'intera cabina a spruzzo.

Tecniche di gestione overspray - Cabine spruzzo con abbattimento a secco

Questa tecnica di abbattimento della parte di vernice spruzzata eccedente rispetto a quella che riveste il pezzo verniciato, rappresenta un'alternativa meno applicata in generale, rispetto a quella più in uso e cioè l'abbattimento ad umido, con cabine a velo d'acqua.

La finalita' e' sempre quella di bloccare le particelle solide che l'impianto di aspirazione manderebbe in atmosfera, mentre le sostanze organiche volatili non possono ,come nell'altra tecnica, essere captate.

In pratica la tecnica consiste nell'interporre setti filtranti, realizzati con “ricci di legno” o fibra vetro, tra la cabina spruzzo e l'uscita in atmosfera del flusso di aria prodotto dall'aspiratore:

- una prima sezione filtrante terminale e' realizzata sulla cabina spruzzo,dove la sostituzione dei ricci di legno(piccola quantita') e' piu' frequente (da pochi giorni ad un massimo di una settimana);
- una seconda sezione filtrante centrale e' realizzata all'interno di un vano appositamente costruito(di circa 70-100 mc di volume),situato all'esterno del reparto operativo, e consiste in una parete verticale al centro del vano realizzata con celle, riempite sempre di” ricci di legno”, la quale divide il volume del vano in due zone, una di entrata del flusso dove arriva il condotto aspirante dal reparto e l'altra di uscita, sulla quale è applicata l'azione dell'aspiratore che emette il flusso filtrato in atmosfera (in questo caso la sostituzione del materiale filtrante avviene mediamente ogni 2-4 settimane a seconda del grado di intasamento).

Vantaggi ambientali -La tecnica consente di captare in modo efficace il particolato solido,lasciando passare i COV analogamente all'abbattimento ad umido.

Effetti incrociati – Nel corso del funzionamento, i setti filtranti con “ricci di legno” progressivamente si intasano con la conseguenza che la velocità e la portata del flusso di aria in uscita dall'aspiratore vanno a ridursi, non provocando un maggior rilascio del particolato in atmosfera (per il quale diventa più difficile passare) ma una minor efficienza di aspirazione sulle cabine di spruzzo.

Dati operativi – Il grado di riempimento dei setti filtranti con “ricci di legno” incide sull'efficacia di abbattimento, nel senso che una scarsa quantità di materiale filtrante oppone un minore ostacolo al flusso di aria aspirato e quindi al particolato solido; mentre un maggiore impacchettamento dei “ricci di legno” garantisce una migliore efficacia di abbattimento ma provoca un intasamento più rapido dei filtri.

Applicabilità – Si può applicare ad ogni realtà produttiva esistente, dove viene effettuata la verniciatura, corredando l'impianto di aspirazione e le cabine a spruzzo dei relativi setti filtranti a secco.

Processi di applicazione delle vernici e impianti - Verniciatura a spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione

Nel settore suole la verniciatura a spruzzo rappresenta ormai la tecnica che viene applicata quasi alla totalità del finissaggio, e su di essa si sono concentrate le attenzioni per aggiornamenti tecnologici ed ottimizzazioni applicative. La modalità di trasferimento della vernice sul supporto è affidata ad una pistola spruzzo, air-mix (che mescola cioè la vernice liquida con un flusso di aria, creando un getto nebulizzato di particelle che impattano la superficie del supporto dove si riuniscono a formare un film umido che rapidamente essicca e dà il finale rivestimento di colore).

L'obiettivo perseguito è la realizzazione di una nebulizzazione fine, cioè con particelle il più piccole possibile, che permette di ottenere una filmatura finale più omogenea e di spessore sottile e con la massima resa di copertura.

Le pistole di vecchia generazione, per produrre una nebulizzazione ottimale necessitavano di una pressione dell'aria molto elevata (anche superiore alle 4 atmosfere); recentemente sono state realizzate pistole che permettono di ottenere una pari nebulizzazione con una pressione anche meno della metà rispetto alle precedenti, in relazione al modello e marca.

Vantaggi ambientali – I vantaggi ambientali vanno individuati nella sostituzione delle tradizionali pistole ad alta pressione con le più recenti (HVLP, cioè ad alto volume d'aria e bassa pressione), in quanto l'uso di pressioni di nebulizzazione più basse produce una riduzione di overspray e un sensibile risparmio di vernice, che si traduce immediatamente in una riduzione sensibile di emissioni in atmosfera.

Effetti incrociati -

Dati operativi - Per sfruttare al meglio le caratteristiche delle pistole di nuova generazione sopraindicate, è necessario apportare delle modifiche formulative alle vernici usate nel senso di aumentarne il secco e accelerarne la fase solvente.

Applicabilità – A tutte le macchine e impianti di verniciatura a spruzzo esistenti.

Aspetti economici - L'introduzione delle nuove pistole a spruzzo produce un sensibile vantaggio economico grazie al risparmio cospicuo di vernice, che ammortizza rapidamente il costo iniziale di acquisto.

Sistemi di verniciatura – Vernici ad acqua

Nel finissaggio di molti settori produttivi, come quello meccanico, nel legno e altri nella plastica, l'uso di vernici ad acqua si sta espandendo e consolidando, mentre nel settore delle suole sintetiche (in particolare in poliuretano e gomma), esso rappresenta una sicura novità e una sfida per il vicino futuro.

La denominazione di vernice ad acqua si applica a vernici in cui la fase volatile è rappresentata preponderantemente da semplice acqua, mentre piccole quantità di solventi organici, di norma altobollenti, non tossici, indispensabili per l'applicazione ed adesione, sono compresi nell'intervallo tra il 3% min e il 18% max.

La motivazione che ha attivato la ricerca per la sostituzione delle classiche vernici a solvente con dei controtipi ad acqua è ovviamente di carattere ecologico ed insieme di miglior sicurezza nel lavoro, grazie al requisito di non infiammabilità, poiché riguardo alle caratteristiche meccaniche e qualità di finitura, non ci sono miglioramenti sensibili, anzi ci si debbono sobbarcare maggiori difficoltà di gestione applicativa.

Ad ogni modo già attualmente, con un adeguato sgrassaggio delle suole, con idonea efficienza di asciugatura ed una linea di verniciatura opportunamente attrezzata, si possono praticare verniciature dirette con colori coprenti ad acqua, che simulano in modo sufficiente, quelli a solvente; un po' più semplice risultano le applicazioni di vernici ad acqua, come seconde mani sopra un fondo di tipo classico, siano esse asportabili o sfumati, nel qual caso non si rendono troppo severe le operazioni di sgrassaggio sopramenzionate; addirittura per effetti bagnati, l'uso come seconda mano di vernici ad acqua offre risultati più apprezzabili delle corrispettive versioni a solvente.

Vantaggi ambientali - Poiché la fase volatile delle vernici ad acqua, contiene un decimo massimo di solvente organico, l'impatto ambientale (emissione in atmosfera) risulta dieci volte inferiore, con evidente macroscopica riduzione di inquinamento.

Effetti incrociati -

Dati operativi - E' necessario un lungo periodo di tirocinio per gli addetti alla verniciatura, attraverso continue e frequenti prove di verniciatura di piccoli e medi lotti

di produzione per costruire in essi la sufficiente sensibilità e maturità per sostenere il maggior impegno nella gestione applicativa, dopodiché iniziano a palesarsi i vantaggi latenti nell'uso delle vernici ad acqua.

Applicabilità - Al momento si può stimare che la sostituzione delle vernici a solvente con controtipi ad acqua è applicabile a circa 30-50% delle finiture monocolori dirette e almeno ad un 70% delle finiture a due o più mani, usando la vernice ad acqua come seconda mano.

Sistemi di verniciatura – Vernici convenzionali con solventi

L'operazione di verniciatura, per il finissaggio delle suole sintetiche (in particolare suole in poliuretano e gomma) è pressoché totalmente eseguita con l'uso di vernici convenzionali a solvente; il miglior risultato si ottiene quando si realizzano le condizioni più idonee, che tengano presente: il tipo di applicazione (legato anche al tipo di attrezzature come pompe alimentatrici e pistole spruzzo); il tipo di macchina automatica usata (con la sua velocità operativa e sistema di asciugatura) ed, infine, il tipo di vernice usata (e cioè la sua formulazione).

Le vernici convenzionali a solventi sono necessarie soprattutto se nella fase di pretrattamento è stato effettuato uno sgrassaggio della superficie ad acqua. Questo comporta un grosso risparmio di utilizzo solventi in fase di lavaggio ma non assicura una superficie perfettamente sgrassata.

Il tipo di verniciatura di gran lunga più praticato è quello a spruzzo realizzato da macchine in linea ad alta produttività (da 1500 a 2000 paia orarie), dove in un tempo brevissimo (da 100 a 150 secondi) un singolo pezzo viene spruzzato e sganciato asciutto per essere avviato all'imballaggio su apposito nastro (munito di ventilazione con aria raffreddata per evitare appiccicamenti o altri difetti quando vengono riempiti i pacchi all'imballo); in tal caso la formulazione della vernice va adeguata al sistema di asciugatura della macchina ed alla sua velocità.

Data la vastità dell'argomento, impossibile da trattare in poche righe, si può comunque definire l'obiettivo ottimale per una vernice che è quello di realizzare un rivestimento efficace, con uno spessore minimo del film (che, oltre a rappresentare uno spreco, può comportare disagi di varia natura) e con la minima quantità spruzzata. Per ottenere ciò è necessario puntare sulla qualità della vernice (spesso in contrasto apparente con la sua economicità), la quale deve tendere ad un secco il più alto possibile, con fase solvente che permetta una buona bagnabilità e filmatura con pressioni dell'aria di nebulizzazione il più basse possibili (che permettono una riduzione di sprechi da overspray e, quindi, una riduzione dei consumi, ottimizzata dall'uso di pistole spruzzo VHLP) e che permettano di avvicinare le pistole spruzzo il più possibile al pezzo.

Da sottolineare la possibilità di formulare vernici totalmente esenti da solventi organoalogenati (noti per il loro effetto invasivo sull'ambiente e sulla salute), ciò permette sicuramente un miglioramento qualitativo del prodotto verniciante spruzzato e di un minor impatto sulle varie matrici.

Vantaggi ambientali - Puntare sulla qualità delle vernici nella direzione sopraindicata, concomitantamente a l'eliminazione a monte di materie prime tossiche, sostituite con altre meno pericolose, si traduce in un evidente riduzione di inquinamento ambientale.

Effetti incrociati -

Dati operativi - I risultati sopraindicati possono essere raggiunti progressivamente, associando la scelta delle attrezzature e delle vernici ad una costante formazione degli addetti alla conduzione delle macchine di verniciatura, per accrescere una sensibilità nella regolazione delle condizioni applicative, decisiva per il profitto finale.

Applicabilità - Le indicazioni sopraesposte sono applicabili ad ogni realtà del finissaggio.

Aspetti economici - La ricerca nel migliorare la qualità delle vernici, l'introduzione di attrezzature nuove e più adeguate, anche se rappresentano un modesto investimento finanziario, producono in una corretta operatività un sicuro vantaggio economico nel medio e anche breve periodo.

Processi di applicazione delle vernici ed impianti - Verniciatura per immersione convenzionale

L'operazione di finissaggio più remota ed economica nel campo delle suole è quella di immergere le stesse in una vasca piena di vernice, e quindi estrarle facendole sgocciolare ed asciugare.

Le macchine più recenti costruite per tale operazione industriale sono costituite da una catena binaria a cui sono fissati dei portaganci (generalmente 20 per ognuno), la quale transita in discontinuo (cioè a scatti), e nella sosta si alza dal basso la vasca contenente vernice fino a coprire le suole agganciate, dopodiché inizia la discesa della stessa ed una volta a fine corsa riparte la catena per un passo successivo e così via in un ciclo continuo.

Vantaggi ambientali – Rispetto alle applicazioni a spruzzo di vernici a solvente, la verniciatura ad immersione presenta come primo vantaggio ambientale quello di non sprecare vernice da over spray e, quindi, di emettere in atmosfera solo una piccola quantità di COV, senza particolato solido, derivante dall'aspirazione della macchina nella zona di asciugatura; inoltre, il consumo al paio è sensibilmente inferiore (anche più del 50%), abbassando così ulteriormente la quantità di COV emesse in atmosfera.

Effetti incrociati - La necessità di usare una vasca aperta entro cui tuffare le suole, si traduce nel fatto di avere una superficie di evaporazione abbastanza ampia che rappresenta una emissione aggiuntiva di COV la quale, ad ogni modo, non scalfisce in generale i vantaggi sovraespressi.

Dati operativi - Il difetto rappresentato dalla formazione di una macchia più scura sulla punta delle suole, a causa dello sgocciolamento durante l'estrazione ed asciugatura, è stato molto migliorato nelle macchine più recenti grazie all'introduzione di un meccanismo che fa inclinare i ganci di angoli successivi di circa 45°, fino al totale ribaltamento delle suole, facendo così rientrare la goccia in una zona esteticamente meno fastidiosa.

Applicabilità – La tecnica in questione è stata largamente usata in passato, quando le esigenze qualitative ed estetiche delle finiture erano meno spiccate. Attualmente l'uso si è molto ridimensionato e principalmente applicato a finiture con più passaggi successivi, dove l'immersione rappresenta un specie di mano di fondo.

Aspetti economici - La elevata produttività e i bassi costi di gestione indicano ovviamente che tale tecnica offre notevoli risparmi economici.

Verniciatura velivoli

Gestione delle materie prime

I quantitativi minimi di over-spray e di morchie generate durante l'applicazione di vernice su velivoli o parte di esso sono molto contenuti e non consentono un recupero di vernice consistente ed economicamente conveniente.

Il sistema di tubazioni dirette per le vernici/inchiostri dallo stoccaggio non è di facile gestione per attività di verniciatura discontinue come quelle svolte dal settore aeronautico. Infatti se l'uso dell'attrezzatura non è continuo si crea l'indurimento della vernice all'interno delle tubazioni con conseguente deterioramento della strumentazione.

Sostituzione materie prime

I processi produttivi del comparto aeronautico, sia nel caso di partecipazione a programmi militari che per quanto attiene il mercato dell'aviazione civile, sono vincolati a severi requisiti di progetto soggetti a certificazione di tipo da parte di enti competenti.

La scelta di prodotti, e la loro eventuale sostituzione, non può prescindere da una tassativa attività propedeutica di progettazione, sperimentazione ed autorizzazione.

Pertanto, la sostituzione di questi prodotti, che, anche in questo settore si sta rivolgendo a sostanze con minore impatto ambientale, è obbligatoriamente subordinata alla rispondenza a severe caratteristiche prestazionali e di sicurezza condivise o prescritte a livello internazionale.

Ciò nonostante anche il settore aeronautico sta rivolgendo la propria attenzione a prodotti a minor impatto ambientale, predisponendosi all'introduzione di vernici alto solido e/o prive di cromati.

Pretrattamenti prima della verniciatura

Ne settore aeronautico lo **sgrassaggio con solventi** è un'attività svolta sia su parti di velivolo di dimensioni ridotte per immersione in vasche a ciclo chiuso o aperto sia sull'intero velivolo. Tale attività è preliminare alla verniciatura delle superfici da trattare.

Introduzione prodotti alto solido

L'introduzione di prodotti a alto solido riduce le emissioni in atmosfera di COV, come evidenziato nella tabella seguente in cui è riportato il confronto dei consumi di solvente durante l'attività di verniciatura con impiego di vernici tradizionali (300-400 g/m² circa) e di vernici alto solido (150-200 g/m² c.ca).

Il quantitativo di vernice alto solido, a parità di superficie trattata, è inferiore a quella tradizionale, la differenza tra i due prodotti è destinata a crescere con il miglioramento delle tecniche di applicazione delle vernici.

ATTIVITA' DI VERNICIATURA						
Prodotto	Superficie velivolo	Quantitativo di prodotto	Quantitativo di solvente	Durata dell'attività	Consumo di prodotto per unità di superficie	Consumo di solvente per unità di superficie
	[m ²]	[kg]	[kg]	[h]	[g/m ²]	[g/m ²]
Primer alto solido	600	45-65	18-26	14	75 - 110	30-45
Finitura alto solido	600	170-215	70-100	14	285-360	115-165
Primer tradizionale	600	55-75	40-55	14	90 - 125	70-90
Finitura tradizionale	600	200-250	150-180	14	340-410	250-300
Totale vernice alto solido	600	215-280	88-126	28	360-470	145-210
Totale vernice tradizionale	600	250 - 325	190-235	28	420-535	320-390

Attualmente nel settore aeronautico i prodotti alto solido sono introdotti circa nel 50% dei programmi di produzione dei velivoli.

Introduzione vernici senza cromati

La cromatura su parti in lamiera per velivoli è effettuata per aumentare la protezione alla corrosione in condizioni climatiche di elevata umidità e salinità dell'atmosfera. L'operazione si effettua solo sulle superfici metalliche mentre non è effettuata sui materiali compositi. Sia nel caso di partecipazione a programmi militari che per quanto attiene il mercato dell'aviazione civile, il rivestimento dei velivoli aerei è vincolato a severi requisiti di progetto soggetti a certificazione di tipo da parte di enti competenti (RAI/ENAC; ARMAEREO) esprimibili in ore di resistenza ad esposizione di nebbie saline o, in altri termini, ad anni di attività, intervalli di revisione, sicurezza aeronautica, etc.

I prodotti vernicianti senza cromati sono in fase di sostituzione delle vernici tradizionali soprattutto per superfici in composito o titanio.

Introduzione di svernicianti ecologici

I nuovi prodotti svernicianti sono senza solventi clorurati e non contengono fenolo. La tabella seguente riporta i consumi dei prodotti svernicianti in un caso studio significativo in termini di consumi dello sverniciante.

ATTIVITA' DI SVERNICIATURA (PRODOTTI ECOLOGICI)						
Prodotto	Superficie ala	Quantitativo di prodotto	Quantitativo di solvente	Durata dell'attività	Consumo di prodotto per unità di superficie	Consumo di solvente per unità di superficie
	[m ²]	[kg]	[kg]	[h]	[g/m ²]	[g/m ²]
Sverniciante	16	25	13	20	1562	812

Tecniche applicazione prodotti

I processi di applicazione di vernice largamente impiegati nel settore aeronautico sono:

- verniciatura ad atomizzazione elettrostatica particolarmente indicata per grandi superfici perché riduce l'over-spray;
- verniciatura a spruzzo senza aria o a misto aria diffusa anche per piccoli particolari;
- verniciatura a spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione;
- verniciatura a spruzzo alto volume di aria e bassa pressione (HVLP); particolarmente indicata con prodotti alto solidi che hanno una maggiore densità;
- utilizzo di apparecchiature air less per l'ottimizzazione del consumo di prodotto sverniciante.

Trattamenti emissioni

Gli impianti di abbattimento, posti a valle delle aspirazioni delle aree di verniciatura, per solventi organici e polveri sono :

- velo d'acqua;
- adsorbimento su carbone attivo o su zeoliti;
- processo combinato di adsorbimento su carbone attivo o zeolite (rotoconcentratore) e desorbimento con gas caldi e successiva combustione catalitica o termica.

Il velo ad acqua abbatte le polveri ma non costituisce un filtro per le emissioni di solventi.

Di grande impiego nel settore aeronautico è il processo di assorbimento con carboni attivi o zeoliti ed eventuale successiva rigenerazione mediante riscaldamento e desorbimento con aria calda e combustione delle sostanze organiche in un combustore termico.

Il rotoconcentratore su carbone attivo o zeolite è un' unità di trattamento costituita in unità modulari di dimensioni compatte, completamente premontate e pronte all'uso, complete di quadro di comando e controllo, anche questa sistema di abbattimento è di solito impiegato per portate limitate).

**G. IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE E
DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONI DI
TALI TECNICHE**

H. DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN ITALIA

L'adozione delle MTD ha come scopo principale quello di fornire alle autorità preposte il riferimento su cui valutare compiutamente le richieste di autorizzazione integrata in campo ambientale in ambito IPPC. Al tempo stesso esse possono risultare di aiuto anche agli operatori in sede di predisposizione della richiesta di autorizzazione.

Le varie tematiche di interesse sono state sviluppate, per quanto possibile, analizzando le tecniche secondo la sequenza di operazioni tecniche e gestionali che caratterizzano il trattamento di superficie di materie, oggetti o prodotti.

Nel presente capitolo si espongono, pertanto, le migliori tecniche e tecnologie comuni a tutte le tipologie di impianti per il trattamento di superficie di materie, oggetti o prodotti in Italia, per ogni fase di processo, rimandando, per una trattazione di dettaglio e di approfondimento delle peculiarità nei singoli settori, a quanto già precedentemente riportato nei capitoli E ed F.

La lista va anche vista come uno strumento pratico di verifica o di autoverifica dell'adozione, per un determinato impianto produttivo, delle migliori tecniche disponibili attraverso un'indicazione, in corrispondenza di ogni tecnica, del fatto che questa sia applicata o non applicata e più specificatamente, nel primo caso, se applicata totalmente o in parte, mentre, nel secondo caso, se non è applicabile o non è prevista o è in previsione e con che tempistica.

Occorre, però, doverosamente precisare che una lista di MTD quale quella riportata nel presente capitolo non vuol dire che necessariamente tutte le tecniche applicabili al caso specifico debbano essere applicate, anche perché molte di queste tecniche danno prestazioni e risultati che si sovrappongono (es. vernici ad acqua e vernici ad alto solido, entrambe sono MTD ma non possono essere entrambe applicate). L'obiettivo è, infatti, l'ottenimento di una prestazione complessiva MTD attraverso l'applicazione o adozione di un mix di tecniche MTD. La disamina e verifica della lista serve appunto come un possibile metodo logico per guidare e spiegare le scelte del gestore in sede di domanda di autorizzazione e, se diverse, dell'autorità competente in sede di autorizzazione.

Alla luce di quanto detto, in questo capitolo non poteva quindi mancare un'indicazione dei range di prestazione delle MTD. Nella stessa indicazione delle singole MTD, ove possibile, si sono indicati dei valori di prestazione. La prestazione complessiva è data però da un insieme di fattori prestazionali dato dal mix di tecniche applicate: nel caso specifico sostanzialmente il contenuto e la tipologia di solventi nella materia prima, le tecniche di applicazione, i sistemi di captazione e trattamento delle emissioni. La seconda parte di questo capitolo è dedicata ad illustrare come i singoli fattori prestazionali si combinano assieme, con dei semplici algoritmi, per dare la prestazione complessiva che è poi quella di finale interesse.

Lista delle migliori tecniche

Tecniche di gestione ambientale

L'implementazione¹⁰ di un Sistema di Gestione Ambientale sulla base dei requisiti degli standard ISO e/o EMAS.

L'addestramento del personale quale parte essenziale di un Sistema di Gestione Ambientale con la definizione dei requisiti minimi di competenza e addestramento, eventuali qualifiche e verifiche dell'efficacia dell'apprendimento e dell'addestramento.

Il miglioramento delle prestazioni ambientali attraverso il Sistema di Gestione Ambientale.

Il controllo degli input e degli output significativi per mantenere il corretto equilibrio tra la riduzione delle emissioni di solventi e degli effetti incrociati in termini di consumo di energia, d'acqua e di materie prime.

Il bilancio dei solventi e l'analisi dei relativi dati quale aiuto per identificare le opportunità di riduzione del consumo di solventi.

La sistematica registrazione degli input (materie prime, acqua ed energia) e output (emissioni in aria, acqua e rifiuti), secondo una specificata modalità di reperimento, ed i confronti con dati d'impianto a livello di settore, a livello nazionale o regionale.

Un modello di valutazione dei costi ambientali per caratterizzare ogni tecnica attraverso la sua specifica riduzione di emissione e i costi relativi di abbattimento.

Progettazione dell'impianto, costruzione ed esecuzione

Identificazione dei rischi e conseguenti interventi attraverso misure primarie (strutturali), secondarie (impianti e attrezzature), terziarie (sistemi di gestione).

Lo stoccaggio e la movimentazione delle sostanze pericolose, necessarie per garantire la fornitura delle materie ai sistemi di trattamento, in strutture appositamente costruite per tale scopo (piccole quantità, sfiati al serbatoio di invio, sistemi di allarme, punti unici di raccolta).

Dove vengono usati solventi volatili, l'applicazione di misure per assicurare che essi vengano tenuti in contenitori ermetici.

L'automatizzazione delle operazioni per la minimizzazione dell'overspray, la riduzione dei rifiuti e dei rifiuti di solvente.

¹⁰ In questa sede l'implementazione non deve essere confusa con l'obbligo di certificazione

L'ottimizzazione della maggior parte delle attività, ad esempio il consumo e/o le emissioni insieme ad altri parametri quali la qualità, volume produttivo, etc..

La manutenzione di tutti gli impianti e delle attrezzature che possono avere impatti ambientali significativi attraverso un programma di manutenzione e la registrazione di tutte le attività di ispezione e manutenzione.

Monitoraggio

Il bilancio dei solventi come parte integrante della comprensione dell'impronta ambientale/piano gestionale di uno stabilimento.

Le modalità di verifica e la verifica che l'atmosfera nello scarico/fogna non comporti pericoli di incendio o esplosione, formazione di vapori tossici, danni alla rete fognaria, interferenza con il trattamento delle acque reflue.

Il monitoraggio del BOD e del COD per verificare ed evitare interferenze con il trattamento del refluo.

Gestione dell'acqua

La rigenerazione dell'acqua esausta di lavaggio mediante resine a scambio ionico.

Il riciclo dell'acqua mediante l'uso sistemi di ricircolo chiusi, quali ad esempio torri di raffreddamento o scambiatori di calore, per ridurre la quantità d'acqua utilizzata sulla linea.

Il lavaggio in cascata controcorrente, combinata con misure di conduttività e di flusso collegato nell'ultima fase di lavaggio.

L'ottimizzazione dell'impiego d'acqua per raggiungere una qualità richiesta quale quella individuata attraverso benchmarking, calcoli, analisi chimiche e chimico-fisiche (online o manuali).

Gestione dell'energia

La registrazione di tutta l'energia in ingresso effettivamente consumata e divisa rispetto alla tipologia e all'uso finale su base specifica, quale ad esempio mensile, giornaliera, oraria, etc..

La gestione della fornitura di energia per allineare le fasi, minimizzare le perdite di energia reattiva nel passaggio dall'alta tensione e fornire grandi quantità di energia.

L'installazione di impianti energeticamente efficienti quali ad esempio motori ad alta efficienza.

Gestione delle materie prime

L'applicazione di un sistema di gestione just-in-time che assicura che la quantità ordinata di materiale corrisponda al volume che è necessario.

L'applicazione di una procedura tale per cui solamente le vernici e i solventi, che vengono approvati da esperti competenti (interni o esterni), siano utilizzate nelle cabine di verniciatura.

Minimizzazione dei consumi di materia prima

L'utilizzo di sistemi di miscelamento automatizzati chiusi.

Il riutilizzo di vernici/inchiostri resi a base di solvente o acqua se essi non sono troppo diluiti e non sono contaminati con prodotti di lavaggio qualora questi differiscano dal solvente utilizzato come diluente.

Riutilizzo delle morchie recuperate quando vengono impiegate vernici/inchiostri a base d'acqua ,ad esempio applicando un'ultrafiltrazione.

Il trasporto della vernice o dell'inchiostro dall'area di stoccaggio direttamente all'unità di inchiostaggio o di verniciatura attraverso un sistema dedicato di tubazioni.

Il trasporto/pompaggio dei solventi per il controllo della viscosità direttamente dall'area di stoccaggio alla sezione di inchiostaggio o di verniciatura attraverso un sistema dedicato di tubazioni.

La verniciatura a lotti, anche chiamata raggruppamento colore o verniciatura blocco a blocco, così da avere un meno frequente passaggio ad un differente colore.

L'impiego di un sistema di pulizia pig-clearing che consenta alla vernice rimasta sulle linee di venir spinta indietro dal tubo (flessibile) al sistema di alimentazione mediante un modulo di separazione elastico (pig-clearing, una sorta di pistone spinto ad aria compressa) e riutilizzata.

Pretrattamenti prima della verniciatura

La rimozione di olio, grasso e sporco dai substrati di metallo o di plastica mediante l'impiego di solventi, solo se non è possibile l'impiego di soluzioni detergenti a base d'acqua, per immersione in una vasca contenente il solvente liquido o solvente allo stato di vapore sopra il liquido in sistemi a ciclo chiuso o con aspirazione dedicata.

La rimozione di olio, grasso e sporco dai substrati di metallo o di plastica mediante l'impiego di soluzioni detergenti a base d'acqua.

L'impiego di cromo esavalente (CrVI) per la cromatura solo se vincolato a severi requisiti di processo (es. stampa rotocartografica) o requisiti di progetto soggetti a certificazione di tipo da parte di enti competenti e, comunque, tale impiego è consentito solo nei casi non espressamente vietati per legge (ad esempio l'impiego di cromo esavalente non è consentito nella produzione di autoveicoli).

L'impiego di sistemi di rivestimento per conversione chimica senza cromo, basati su trattamenti con soluzioni composite organiche – fluoruro di zirconio, di fluoruro di titanio, o su trattamenti con derivati organici del silicio (silani).

Sistemi di verniciatura

L'impiego di vernici convenzionali con solventi solo se viene dettagliatamente comprovato¹¹ che esigenze qualitative di prodotto non consentono l'impiego di vernici ad alto solido, ad acqua, in polvere, a solidificazione per radiazione, etc. (vedi tutti i sistemi successivi) o quantomeno con un minor contenuto di solvente rispetto a quello impiegato.

L'impiego di vernici ad alto solido vale a dire con un contenuto significativo di solido che, ai fini della presente linea guida, deve essere inteso come un contenuto di solido ammontante a più del 65% in volume.

L'impiego di vernici ad acqua che, comunque, possono contenere anche dal 3 al 18% di solventi organici come solubilizzante per il miglioramento delle proprietà dello strato bagnato della pellicola.

L'impiego di vernici che solidificano (reticolano) per radiazione con cui è possibile produrre sistemi liquidi per il rivestimento che solidificano e induriscono senza emissione di calore e senza alcuna emissione di COV. Una simile funzionalità chimica può essere incorporata nei rivestimenti a base acquosa o anche in quelli solidi (polvere).

L'impiego di vernici in polvere senza solventi.

L'impiego di vernici in polvere disperse in acqua e stabilizzate in acqua, applicate utilizzando un'attrezzatura convenzionale per vernici liquide.

L'impiego di materiali pre-verniciati, usati nell'assemblaggio di prodotti, così da ridurre il numero di verniciature o eliminare la necessità di verniciare (da non confondersi con la verniciatura conto terzi all'interno del sito).

¹¹ Il gestore dovrà fornire evidenze tecniche (specifiche quali-quantitative di prodotto, estratti di letteratura tecnico-scientifica)

L'impiego di pigmenti per vernice senza metalli tossici come cadmio, cromo esavalente, nichel e piombo. Un contenuto di metalli tossici nei pigmenti è ammissibile solo se tecnologicamente necessario e specificatamente permesso dalla legge per l'attività oggetto dell'autorizzazione.

Processi di applicazione delle vernici e impianti

L'applicazione *a rullo* in gomma o gommapiuma con comprovabile efficienza di trasferimento tra il 90 e il 100 %.

L'applicazione *a velo* con cui la vernice o il rivestimento è tenuto in un trogolo di testa ed è scaricato sottoforma di pellicola e distribuito sui pezzi in lavorazione; il materiale ricoprente d'eccesso è intercettato in un serbatoio ed è pompato nuovamente al dispersore di testa. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento tra il 90 e il 100 %.

L'applicazione *per immersione*, sia manualmente sia per il tramite di un sistema automatico di movimentazione, entro una vasca contenente la sostanza rivestente e con opportuna limitazione e contenimento dell'evaporazione del solvente dalla vasca. Il sistema deve garantire perdite di vernice non superiori al 5 %.

L'applicazione *per elettroforesi* con cui nella vasca della vernice viene fatta circolare una corrente continua tra i pezzi e appositi elettrodi collocati nella vasca, ottenendo in questo modo una ricopertura completa del pezzo, l'assenza di imperfezioni di bordo, la possibilità di automatizzazione completa del processo.

L'applicazione *per immersione forzata* con cui i pezzi da verniciare sono trasferiti, per mezzo di sistemi automatici, entro canali chiusi nei quali viene iniettata, tramite tubi, la vernice sino al completo riempimento; il materiale verniciante in eccesso è, quindi, raccolto e riutilizzato. Il sistema deve garantire perdite di vernice non superiori al 5 %.

L'applicazione *a vuoto* con cui i pezzi da verniciare sono trasferiti, per mezzo di sistemi automatici, entro una camera chiusa dove viene creato il vuoto e i pezzi transitano nella camera ad alta velocità e la vernice viene applicata da quattro lati diversi. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento tra l'80 e il 100 %.

L'applicazione *a stampo* con cui il materiale di rivestimento è applicato su uno stampo ed il materiale da verniciare viene quindi accoppiato con lo stampo. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento almeno dell'80% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *a spruzzo convenzionale ad alta o a bassa pressione* con cui l'atomizzazione della vernice è ottenuta meccanicamente per mezzo di aria compressa. Il sistema ha un'efficienza di trasferimento molto bassa del 30-60% (ma per pezzi tipo griglia anche 5%) e il suo impiego rispetto alle altre alternative va adeguatamente motivato e comunque accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *a spruzzo ad alto volume d'aria e bassa pressione (HVLP)*, la quale tecnica è analoga a quella convenzionale ad alta pressione dalla quale differisce solo per l'invio di un minor numero di particelle di vernice atomizzate ma di maggior dimensione per effetto della pressione dell'aria ridotta. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale nell'intervallo 40 – 80% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *a spruzzo caldo*, la quale tecnica è analoga a quelle a spruzzo di cui sopra ma da esse differisce per il fatto che la vernice o l'aria sono riscaldate e, pertanto, possono essere utilizzate vernici con maggior viscosità, riducendo il quantitativo di diluente e, quindi, l'emissione di COV. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale nell'intervallo 40 – 60% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *a spruzzo senz'aria* consistente in una verniciatura a spruzzo ma con l'atomizzazione della vernice ottenuta meccanicamente utilizzando una pressione idrostatica. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale nell'intervallo 40 – 75% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *a spruzzo misto aria* consiste nell'agevolare lo spruzzo di materiale verniciante con l'apporto di aria compressa. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale nell'intervallo 35 – 70%¹² e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *ad atomizzazione elettrostatica* con cui il materiale verniciante è atomizzato per effetto di un campo elettrico e la vernice è trasportata sul pezzo dallo stesso campo elettrico che ne determina l'atomizzazione. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale nell'intervallo 95 – 100%.

L'applicazione *a campane rotanti assistita da carica elettrostatica* con cui si è in grado di atomizzare il materiale verniciante sostanzialmente per via meccanica (la carica elettrostatica induce un'ulteriore dispersione/atomizzazione della vernice). Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale nell'intervallo 70 – 95% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *a dischi rotanti assistita da carica elettrostatica* con cui si è in grado di atomizzare il materiale verniciante sostanzialmente per via meccanica in analogia con la tecnica a campane rotanti. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale sino al 95% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

¹² Efficienze inferiori possono essere ammissibili in caso di verniciatura di pezzi con geometria particolarmente complessa come, ad esempio, nei casi di verniciatura di parti in legno e di suole per calzature

L'applicazione *assistita da carica elettrostatica a spruzzo ad aria compressa, a spruzzo senz'aria o a spruzzo misto aria*, con cui l'atomizzazione del materiale avviene nelle medesime forme già viste per la verniciatura a spruzzo ad aria compressa, senz'aria e misto aria con la differenza che le particelle di vernice sono elettricamente cariche, cosa che non può essere fatta solo con vernici ad acqua. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento superiore¹³ all'85% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *in polvere a spruzzo assistito da carica elettrostatica* con cui le particelle di vernice in polvere sono caricate elettrostaticamente e spruzzate sul pezzo per mezzo di aria compressa. Il sistema deve avere una comprovabile efficienza di trasferimento del materiale superiore all'80% e comunque essere accompagnato da idonee tecniche di gestione delle perdite per overspray.

L'applicazione *in polvere per sinterizzazione* con cui i pezzi da verniciare sono riscaldati ad una temperatura superiore a quella di fusione delle polveri vernicianti prima della loro applicazione. Non appena le polveri vengono in contatto con le superfici calde avviene il processo di sinterizzazione e di amalgama con un'efficienza molto elevate di utilizzo del materiale verniciante.

Tecniche di gestione dell'overspray

La gestione dell'overspray in una cabina a spruzzo mediante intercettazione applicando un velo d'acqua; la miscela di acqua e vernice viene catturata e trattata in un serbatoio al di sotto della cabina a spruzzo. La rimozione del particolato è totale e le emissioni di COV in aria vengono ridotte.

La gestione dell'overspray in una cabina a spruzzo mediante intercettazione applicando un filtro a secco con rimozione totale del particolato e riduzione delle emissioni di COV in aria.

La gestione dell'overspray in un processo di verniciatura a spruzzo mediante una parziale raccolta con uno schermo freddo fatto di Teflon che comporta la formazione di uno strato di condensa sullo schermo stesso e il suo scorrimento per gravità verso il basso in un serbatoio o su un nastro. Questa vernice raccolta viene riutilizzata e tipicamente il 33 – 50% dell'overspray può essere riutilizzato.

Le tecniche di emulsione della vernice overspray utilizzate per eliminare l'uso di cabine ad acqua e le morchie di verniciatura. La vernice overspray è concentrata in una emulsione e viene rimossa fuori dall'impianto.

¹³ Efficienze inferiori possono essere ammissibili in caso di verniciatura di pezzi con geometria particolarmente complessa come, ad esempio, nei casi di verniciatura di parti in legno e di suole per calzature

Tecniche di trattamento delle acque reflue

I passi del processo quali lo sgrassaggio, la fosfatazione e l'elettroforesi sono seguiti dal risciacquo per rimuovere dal prodotto il materiale aderente in eccesso. La minimizzazione del consumo d'acqua utilizzando un lavaggio in cascata attraverso più di un serbatoio di lavaggio con il flusso d'acqua da un serbatoio all'altro opposto alla direzione del flusso di materiale.

L'utilizzo di uno scambiatore ionico sia per la manutenzione del bagno sia per il risparmio di acqua nei processi di fosfatazione e di passivazione.

L'utilizzo di molteplici tipi di processi di filtrazione con i pretrattamenti ad acqua e conseguente risparmio di materie prime e riduzione dei consumi d'acqua.

La rimozione dal fondo della vasca di sgrassaggio a spruzzo e a bagno delle morchie dopo aver pompato temporaneamente i fluidi nei serbatoi di riserva. La stessa tecnica vale anche per il fango di fosfato di ferro che viene prodotto nel processo di fosfatazione.

La rimozione delle impurità dai fluidi di processo tramite filtrazione generalmente utilizzando filtri a sabbia o filtri a tessuto.

Nelle cabine a spruzzo con abbattimento a separazione ad umido, l'incremento della vita utile dell'acqua fino a un anno tramite un continuo scarico delle morchie di verniciatura.

La decantazione nelle cabine a spruzzo con abbattimento a separazione ad umido in modo da aumentare la vita utile dell'acqua.

La coagulazione del solido delle vernici in sistemi di abbattimento ad umido con formazione di un tappeto galleggiante di coagulato che viene poi facilmente rimosso.

Processi di evaporazione

L'evaporazione a convezione forzata in cui l'aria riscaldata viene ricircolata in un essiccatore o in un forno per trasportare il calore al pezzo in lavorazione e viene risparmiata circa il 25% della fornitura di energia rispetto agli essiccatori convenzionali a circolazione d'aria.

L'evaporazione a convezione con gas inerte, piuttosto che aria, riscaldato con gas o vapore tramite scambiatori di calore o olio combustibile, che può contenere molta più aria e quindi richiede minori volumi.

L'evaporazione a induzione in cui le bobine elettromagnetiche montate vicino al nastro metallico verniciato inducono correnti oscillanti all'interno del metallo che possono

essere regolate per generare una velocità di riscaldamento di centinaia di gradi al secondo senza dar luogo ad emissioni puntuali.

L'evaporazione elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua e substrati non metallici in cui lo strato di vernice umida è riscaldato attraverso onde elettromagnetiche, microonde o alta frequenza.

La reticolazione a radiazione basata su resine e diluenti reattivi che reagiscono insieme per effetto dell'esposizione, ad esempio alla luce ultravioletta (UV) o a fasci di elettroni ad alta energia (EB), permettendo una completa eliminazione dell'utilizzo del solvente nei sistemi di rivestimento e un consumo energetico più basso comparato con i processi di essiccamento ad aria.

- La reticolazione a radiazioni infrarosse in cui il pezzo viene riscaldato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse.
- La reticolazione a radiazioni vicine all'infrarosso in cui la sorgente di emissione è fornita di uno speciale regolatore di intervallo di lunghezza d'onda per avere solamente un leggero riscaldamento dei substrati.
- La reticolazione a radiazioni ultraviolette in cui una scarica elettrica attraverso un gas viene utilizzata come sorgente emissiva per la reticolazione mediante radiazioni ultraviolette.
- La reticolazione a fasci di elettroni in cui avviene l'inizializzazione per mezzo di un fascio di elettroni emesso da un tubo catodico caldo.

I reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione) consistente in una sorgente di radiazioni che emette radiazioni infrarosse così come calore per convezione con un consumo energetico più basso comparato con i processi di essiccamento ad aria.

Tecniche di lavaggio

La rimozione del materiale ricoprente, vernice o inchiostro, il più possibile dal sistema nella sua forma concentrata riducendo la quantità di materiale da rimuovere utilizzando solventi e/o acqua.

Il lavaggio condotto con solventi convenzionali, solitamente quelli utilizzati nei sistemi di verniciatura e inchiostaggio, se questi non possono essere sostituiti dai detergenti o da altri sistemi di pulizia che non prevedono l'utilizzo di solventi.

Lo spurgo ed il solvente di lavaggio che vengono raccolti, stoccati e riutilizzati come solventi d'alimentazione (80-90%) o distrutti (alcune stazioni di verniciatura moderne sono equipaggiate con sistemi di recupero per i prodotti di lavaggio utilizzati).

Il lavaggio di parti meccaniche fatto mediante spruzzo d'acqua ad alta pressione e sodio bicarbonato o analoghi sistemi di pulizia piuttosto che mediante l'utilizzo di solventi.

Il lavaggio ad ultrasuoni che genera un'alta frequenza di vibrazioni attraverso il liquido creando microscopiche bolle nel liquido che poi collassano sugli elementi che sono immersi nel liquido.

La rimozione di inchiostri o vernici secche possono mediante soffiaggio con ghiaccio secco.

La pulizia di componenti e sottoassemblaggi utilizzando tecniche di lavaggio e sgrassaggio a base d'acqua mediante sistemi detergenti.

Sostituzione

L'uso di prodotti/solventi di lavaggio con punto di flash medio-alto così da ridurre la velocità di evaporazione sempre che il valore limite di esposizione occupazionale non sia significativamente più basso o non porti ad una maggior richiesta di calore o non debba essere asciugato per evaporazione forzata con aria.

La sostituzione di solventi aromatici leggeri di alta reattività (es. toluene, xilene, nafta ad elevato contenuto di idrocarburi aromatici C9) con alternative a più bassa reattività così da portare ad una riduzione dei COV collegati alla formazione di ozono fotochimica.

La sostituzione di solventi alogenati con solventi meno pericolosi quali, ad esempio, n-metil-2-pirolidone e etanolamina.

La sostituzione di solventi che, per il loro contenuto, sono classificati come cancerogeni, mutageni o tossici (direttiva 67/548/CEE) e a cui sono assegnati frasi di rischio quali R45, R46, R49, R60, R61.

L'impiego di miscele di acqua e alcool o glicole al posto dei solventi organici nelle stazioni di verniciatura con vernici a base d'acqua.

Progettazione, ottimizzazione e gestione delle tecniche di abbattimento

L'invio a sistemi di trattamento dell'aria contenete solventi estratta per mantenere le aree in cui si lavora e ci sono le attrezzature a concentrazioni di solventi ben inferiori al LEL e al di sotto dell'OEL con la finalità di ridurre le emissioni di solventi o, in alcuni casi, di abbattere gli odori.

La manutenzione, sia preventiva sia in caso di rotture, di tutti i sistemi di trattamento gas con una manutenzione programmata, il monitoraggio dei sistemi per pianificare gli interventi di manutenzione, l'utilizzo di sistemi che sono in parte o interamente duplicati, la riparazione delle perdite e delle rotture nel minor tempo possibile.

La capacità di progetto dei sistemi di trattamento inferiore al carico massimo teorico ma con ricorso ad un sistema di "by-pass" dell'aria estratta nel caso in cui il sistema di trattamento venga sovraccaricato (taglio dei picchi).

Durante i periodi di carico inferiore l'utilizzo della capacità disponibile per trattare correnti a bassa concentrazione di COV estratte localmente e normalmente non trattate.

L'uso di motori a frequenza variabile per consentire, in molti sistemi di trattamento aria esauste, di modulare la portata in relazione ai processi che sono in esercizio.

Un sistema di trattamento dell'aria esausta dedicato piuttosto che centralizzato ottenendo efficienze di rimozione più elevate poiché la capacità del sistema di trattamento corrisponde esattamente a quanto è richiesto dalla singola linea.

Un sistema di trattamento dell'aria esausta centralizzato quando le normali limitazioni di resistenza delle strutture civili impediscono l'installazione di grandi e pesanti sistemi dedicati; un sistema centralizzato può essere dimensionato per capacità e tempi di residenza superiori e dunque una superiore efficienza termica.

L'incapsulamento e la chiusura di parti di macchinari o intere linee di verniciatura per evitare le emissioni fugitive.

La predisposizione di tenute in ingresso ed uscita dai forni per aiutare a prevenire le emissioni fugitive.

La tenuta in depressione dei forni e degli essiccatori per minimizzare la fuga di COV determinando l'ingresso d'aria nel forno e favorendo la cattura di vapori di COV dalla verniciatura ad umido.

L'estrazione dell'aria dalle macchine (incapsulate o meno) usate nel processo ed in quelle industriali per minimizzare le emissioni e ridurre la portata che deve essere estratta e che richiede un trattamento.

L'equipaggiamento di essiccatori e forni con un sistema di estrazione d'aria che invia l'aria esausta ad un sistema di trattamento.

Una fase di raffreddamento dopo la fase di essiccazione / reticolazione e l'aria della zona di raffreddamento può essere chiusa per essere estratta ed inviata ad un sistema di trattamento.

L'equipaggiamento con sistemi di estrazione d'aria delle aree in cui le macchine, o loro parti, vengono pulite, a mano o automaticamente, che inviano al sistema di trattamento arie esauste.

Un sistema di estrazione individuale collegato al sistema centrale di trattamento per i rifiuti che contengono solventi, stracci o residui, che sono normalmente immagazzinati in contenitori.

Trattamento emissioni gassose - Pretrattamento, filtrazione e scrubbing

Consentire ad un'aria ricca di solvente di circolare negli essiccatori o nei serbatoi di spray (dopo una sufficiente eliminazione del particolato e dell'umidità) per aumentare la concentrazione di solventi nell'aria esausta ed aumentare l'efficienza del sistema di trattamento (tecnica denominata concentrazione interna).

L'aumento della concentrazione di solvente in aria anche attraverso la ricircolazione continua dell'aria della cabina di verniciatura o dell'essiccatore attraverso un sistema di adsorbimento.

La filtrazione a membrana in cui una corrente ricca di COV passa attraverso un modulo costituito da una membrana organica selettiva.

L'accelerazione della corrente d'aria che contiene particelle di vernice in un venturi con gocce d'acqua; avviene un inteso mescolamento che è seguito da una separazione delle particelle più pesanti e, in caso di vernici ad acqua, la vernice recuperata può essere riutilizzata.

L'utilizzo di sistemi di filtraggio a secco per eliminare le particelle da una corrente d'aria. I filtri a labirinto possono arrivare ad efficienze pari all'85%, quelli a carta sino al 90% e quelli a graticcio sino al 95%.

L'utilizzo di sistemi elettrostatici ad umido per eliminare le particelle di vernice da una corrente d'aria di solito adoperati come secondo stadio dopo un filtraggio con venturi o come pretrattamento di una tecnica di concentrazione di solvente.

La separazione delle particelle di vernice nella corrente d'aria in collettori di lavaggio (scrubbers) con un'efficienza che può raggiungere il 90 %; utilizzati anche per l'eliminazione di COV e altri inquinanti come gli NO_x.

L'invio della corrente d'aria inquinata ad un combustore assieme all'aria comburente e all'eventuale combustibile di integrazione raggiungendo un'efficienza di rimozione superiore al 99% con concentrazioni tipiche in uscita sono nell'ordine di 20 – 50 mg/Nm³ (C).

Il recupero di energia nei combustori avviando l'aria calda dell'ossidatore ad uno scambiatore che riscalda la corrente di aria inquinata in ingresso raggiungendo percentuali di distruzione dei COV prossime al 100% ed livelli di emissione inferiori ai 20 mg/Nm³ o ai 30 mg/Nm³ (come C, media oraria) con recuperi energetici sino al 70%.

L'impiego di un ossidatore a letto doppio con cui si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra 95 e 99% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere inferiori ai 10 e 20 mg/Nm³ o ai 30 mg/Nm³ (come C, media oraria).

L'impiego di un ossidatore a letto triplo con cui si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra 98 e 99,9% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere inferiori ai 10 e 20 mg/Nm³.

L'impiego di un ossidatore catalitico con cui si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra 95 e 99% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere tra 10 e 50 mg/Nm³ (come C).

L'impiego di un ossidatore UV con cui si raggiungono percentuali di distruzione dei COV intorno al 95% ed i livelli di emissione in concentrazione possono essere tra 25 e 50 mg/Nm³ (come C).

L'impiego di in trattamento al plasma non termico con cui si raggiungono percentuali di distruzione dei COV tra il 97 ed il 99,9%.

Trattamento emissioni gassose - Condensazione

Il raffreddamento della corrente ricca di COV da trattare per contatto diretto con una corrente fredda in uno scrubber con associato ad un effetto di condensazione per contatto diretto anche un effetto di adsorbimento.

Il raffreddamento della corrente ricca di COV da trattare per contatto indiretto tramite il passaggio in uno scambiatore di calore utilizzando un fluido refrigerante a temperature superiori allo zero (acqua).

Il raffreddamento della corrente ricca di COV da trattare per contatto indiretto tramite il passaggio in uno scambiatore di calore utilizzando un fluido refrigerante al di sotto dello zero.

Il raffreddamento della corrente ricca di COV alto volatili da trattare per contatto indiretto tramite il passaggio in uno scambiatore di calore utilizzando un fluido refrigerante a temperatura bassissime (usando azoto liquido).

Trattamento emissioni gassose - Adsorbimento

Adsorbimento utilizzando carboni attivi o zeoliti con efficienza di rimozione maggiore del 99% e concentrazioni di COV inferiori a 50mg C/m³ (media sulle 24 ore). Con sistemi da tre o più letti possono essere ottenuti livelli inferiori ai 20mg C/m³.

Il monitoraggio continuo per controllare continuamente le prestazioni dell'adsorbitore, per esempio comparando continuamente il livello di contaminanti nel gas non trattato ed in quello trattato.

Trattamento emissioni gassose - Assorbimento

L'assorbimento (o scrubbing a umido) in acqua per la rimozione degli inquinanti gassosi, come ad esempio gli alogenuri di idrogeno, l'SO₂, l'ammoniaca, il solfuro di idrogeno e i COV.

L'assorbimento in oli organici seguito da distillazione mediante la quale i solventi contenuti nelle emissioni gassose possono essere recuperati e possono essere raggiunte concentrazioni inferiori a 30mg/m³.

Le emissioni gassose sono condotte attraverso un biofiltro o bioscrubber dove micro-organismi rimuovono il solvente con efficienze di rimozione tra 75 e 95%.

Il trattamento delle emissioni gassose contenenti livelli alti di NO_x tramite la Riduzione Selettiva Catalitica (SCR) o la Riduzione Selettiva Non Catalitica (SNCR) o lo scrubbing con cui si possono raggiungere concentrazioni in uscita inferiori ai 100 mg/m³ (come NO₂).

Trattamenti delle acque reflue

Il trattamento di flocculazione mediante agente flocculante cosicché le particelle vengono assorbite sul flocculante e separate dall'effluente ottenendo la rimozione dei solidi sedimentabili dall'effluente e la riduzione del BOD.

Dopo la flocculazione la presenza di un trattamento di separazione mediante flottazione, sedimentazione o filtrazione; la sedimentazione può migliorare tramite l'uso di separatori paralleli a piatti o a lamelle mentre la flottazione viene migliorata tramite l'uso di aria disciolta.

L'elettroflocculazione utilizzata per assistere il riutilizzo delle acque di processo e come sistema di trattamento preliminare prima dello scarico per permettere la riduzione dei COV dalle acque reflue, l'eliminazione delle morchie di verniciatura tramite scrematura e la riduzione dei consumi d'acqua.

La distillazione a vuoto per estrarre i COV dalle acque reflue consistente in un sistema di recupero a evaporazione in cui il vuoto viene applicato per abbassare la pressione, cosacche la distillazione possa essere condotta a temperature più basse.

Il trattamento biologico se le acque di rifiuto sono soggette a una detossificazione preliminare e la loro frazione biodegradabile è sufficiente.

L'ultra e la nano-filtrazione (UF e NF) e l'osmosi inversa con la concentrazione del contaminante che aumenta nel momento in cui le acque reflue vengono ripetutamente ricircolate dopo il filtro; il residuo del filtrato, per esempio la vernice o l'inchiostro, recuperato e riutilizzato e l'acqua trattata ricircolata o scaricata.

Minimizzazione e trattamento dei rifiuti

Il trattamento per il riutilizzo dei solventi utilizzati, per esempio quelli utilizzati per la pulitura.

La filtrazione delle soluzioni di scarto derivanti da pulitura, per esempio di HBA o VCA, cosicché i solventi possono essere riutilizzati e l'acqua residua può normalmente essere scaricata nel sistema fognario.

La distillazione dei rifiuti a base di solventi, come inchiostri, vernici e adesivi, per recuperare il solvente, per esempio per la pulitura, e ridurre la quantità di rifiuti pericolosi.

Utilizzo dei panni usa e getta o riutilizzabili per la pulitura non essendoci sostanzialmente una preferenza ambientale per nessuno dei due.

La rimozione della maggior parte dei solventi adsorbiti sui panni prima del trasporto tramite drenaggio a gravità, a strizzamento o a centrifuga in risposta alla pratica sbagliata di utilizzare troppo solvente e versare i solventi utilizzati in eccesso sui panni per non doverli smaltire separatamente.

La fornitura di molte delle materie prime in contenitori riutilizzabili, per esempio contenitori IBC con una capacità di circa 1 tonnellata, o 200 litri standard di fusti metallici, ecc..

La rigenerazione del letto di carboni attivi quando il livello di efficienza dell'unità di adsorbimento diminuisce troppo mediante regolare inversione del flusso per scambiare i letti di adsorbimento e desorbimento.

La rigenerazione del letto di carboni attivi quando il livello di efficienza dell'unità di adsorbimento diminuisce troppo mediante società specializzate nei casi in cui le emissioni gassose contengono molti solventi differenti e il recupero dei solventi che vengono adsorbiti tramite i carboni attivi risulta essere un processo complicato.

Lo smaltimento generalmente tramite incenerimento solo se i carboni attivi non possono essere rigenerati dopo l'uso.

Trattamento fanghi

Il trattamento dei fanghi mediante centrifughe per drenare meccanicamente le morchie di verniciatura che vengono poi smaltite e, quindi, il fluido drenato viene generalmente ricircolato nel processo di trattamento delle acque reflue.

Il trattamento dei fanghi contenenti fosforo dalla sedimentazione (spesso da un separatore lamellare) mediante filtropresse con filtri a tessuto tramato per ridurre il contenuto di acqua.

Definizione del range di prestazioni

La definizione del range di prestazioni per le diverse tecniche è sempre un processo piuttosto critico che ha lo scopo condivisibile di dare in qualche modo una sorta di semplificazione, sulla carta a riparo da margini discrezionali, della valutazione dell'applicazione delle migliori tecniche riconducendo questa ad una verifica o a una prescrizione di prestazione all'interno di un range dato dalle MTD. Di fatto, questo scopo difficilmente viene raggiunto poiché la casistica di situazioni produttive e di mix di tecniche MTD applicabili è così ampia che si finisce per definire necessariamente dei range tanto ampi quanto male interpretati e sterilmente applicati: da parte del gestore tipicamente si ritiene di aver ottemperato sufficientemente all'adeguamento alle MTD ricadendo nell'estremo superiore, da parte dell'Autorità competente all'opposto nell'estremo inferiore. Questa situazione si verifica in particolare quando il range di prestazione non è accompagnato da una chiave di lettura come tipicamente si riscontra nei BREF comunitari già di per se carenti nell'indicare delle prestazioni. In sostanza al riguardo si può operare in diversi modi. Uno di questi modi è quello adottato tipicamente nelle linee guida dell'US EPA, le quali riportano delle lunghe liste di fattori di emissioni (riconducibili quindi a delle prestazioni) per ogni tipologia/situazione produttiva e adozione di tecniche. Un altro modo è quello di accompagnare il range di prestazioni con un algoritmo che espliciti in qualche modo le determinanti delle prestazioni così da consentire di ricostruire all'interno di un dato range, espressione dell'ampia casistica, la corretta prestazione per il caso specifico.

Nel caso specifico del trattamento di superfici mediante l'utilizzo di solventi, come si è visto nei capitoli precedenti, le tipologie di processi, anche all'interno di una stessa categoria produttiva, sono molto numerose così come le diverse tecniche applicabili. Nel presente capitolo non ci si sottrae all'esercizio di indicare dei range di prestazione ma, in linea anche con le indicazioni dell'US EPA, si riportano anche dei semplici algoritmi che possono essere utilizzati per il calcolo e la verifica più puntuale delle migliori prestazioni raggiungibili. D'altra parte il trattamento di superfici mediante l'utilizzo di solventi è uno di quei processi di più facile "modellazione".

Per chiarire questo concetto si pensi ad esempio al caso dei processi di combustione. Una valutazione puntuale delle prestazioni conseguibili sulle emissioni di SO₂ è piuttosto semplice poiché si determina facilmente da un calcolo stechiometrico dello zolfo contenuto nel combustibile e dalla prestazione del sistema specifico di trattamento dei fumi. Sempre nello stesso processo, però, la stessa valutazione puntuale non la si riesce a fare con le emissioni di polveri che, invece, derivano da una combustione incompleta del combustibile dipendente, a monte del sistema specifico di trattamento, da diverse condizioni operative e tecnologiche non riconducibili a dei semplici algoritmi di modellazione.

Nel caso del trattamento di superfici mediante l'utilizzo di solventi la situazione è del tutto analoga all'esempio dell'SO₂. L'emissione di COV, che è poi quella di primario interesse, è facilmente determinabile con dei semplici bilanci di materia poiché, come nel caso dello zolfo nel combustibile, tanto è il solvente contenuto nella vernice tanto è l'emissione in aria di solvente prima di un eventuale sistema specifico di trattamento. Rimanendo sempre nell'analogia con i processi di combustione, nel trattamento di superfici mediante l'utilizzo di solventi l'emissione di polveri non è, invece, facilmente

riconducibile ad un semplice bilancio di materia ma richiede di passare, come spiegato più avanti, per dei coefficienti di trasferimento che dipendono da particolari condizioni tecnico-impiantistiche.

Calcolo delle emissioni in aria – I metodi

Esistono diversi metodi di valutazione delle emissioni in atmosfera prodotte dalle operazioni di trattamento e rivestimento delle superfici. I metodi principali sono i seguenti:

- Bilancio di massa
- Campionamento alla sorgente di emissione
- Monitoraggio predittivo (PEM)
- Fattori di emissione

Il metodo del bilancio di massa sfrutta il tasso di utilizzo della materia prima utilizzata (solvente) per stimare la quantità di inquinante emesso. Nel caso di materie contenenti Composti Organici Volatili (COV) si assume che la quantità di COV emessi sia pari al 100% del quantitativo contenuto nella materia, cioè si ipotizza che tutti i COV, presenti nella materia prima che va a rivestire la superficie trattata, si disperdano completamente per evaporazione. L'effettiva emissione in atmosfera dipenderà dal fatto che venga o meno utilizzato un sistema di abbattimento per rimuovere o distruggere i COV nei fumi emessi.

Il metodo del campionamento fornisce un'istantanea delle emissioni nel momento in cui vengono eseguite le misure. La quantità di inquinante accumulatasi nelle apparecchiature di captazione dei fumi divisa per i volumi di fumi emessi fornisce la concentrazione dell'inquinante in uscita dal processo.

Il metodo PEM (Predictive Emission Monitoring) è basato sulla correlazione esistente tra i tassi di emissione dell'inquinante e la misura di alcuni semplici parametri di processo, come ad esempio il tempo o la superficie specifica verniciata.

Il metodo tramite fattori di emissione mette in relazione la quantità di inquinante emesso con il cosiddetto *activity rate*, un indicatore di processo come ad esempio il volumi di solvente applicato.

In questo capitolo viene presentato con maggior dettaglio il metodo del bilancio di massa, applicandolo in particolare al caso in cui sia necessario stimare le emissioni di COV e di polveri associate alle operazioni di verniciatura. Tale metodo è preferibile in quanto permette di valutare le emissioni generate sia nel caso in cui le operazioni di verniciatura si svolgano in ambiente a ventilazione forzata (captazione dei fumi), sia nel caso in cui tale condizione non si verifichi.

La differenza tra le due condizioni operative è essenziale ai fini del calcolo delle emissioni:

- nel primo caso, quello della ventilazione forzata, i fumi generatisi dal sistema vengono raccolti e convogliati o in atmosfera o ad un sistema di abbattimento degli inquinanti che contengono;
- nel secondo caso, in assenza di ventilazione forzata, non vi è necessariamente alcun controllo sui fumi generati dal processo.

La possibilità di convogliare o meno i fumi comporta anche due tipi di emissioni differenti:

- nel caso della ventilazione forzata essi danno origine ad un'emissione puntiforme;
- nel caso di assenza di ventilazione si hanno unicamente emissioni diffuse.

E' possibile a questo punto un'ulteriore distinzione: anche in presenza di un sistema di captazione dei fumi, non è in ogni modo possibile catturare la totalità delle emissioni originatesi, che vanno perciò distinte in emissioni captate (o convogliate) ed emissioni non captate (o non convogliate).

Nel caso specifico delle operazioni di verniciatura, le emissioni sono originate in due modi differenti:

- gli inquinanti contenuti nella porzione di solvente che non si deposita sulle superfici trattate;
- gli inquinanti che si diffondono, come nel caso dei COV, per evaporazione dovuta alla fase di asciugatura della superficie trattata.

A questo proposito, devono essere introdotti nel procedimento di calcolo alcuni parametri che quantifichino:

- la parte percentuale di vernice trasferita sulla superficie rispetto alla quantità emessa dall'apparecchiatura utilizzata nel processo (T.E. = efficienza di trasferimento);
- la frazione di solvente volatilizzatasi in ogni stadio del processo (F);
- la parte percentuale di emissione, derivata dalla volatilizzazione e dall'evaporazione del solvente, captata dal sistema di convogliamento dei fumi (Cap).

Tali parametri sono stati discussi nei paragrafi successivi, di pari passo al loro utilizzo nelle formule di calcolo presentate.

Calcolo delle emissioni totali di COV con il metodo del bilancio di massa

Una formula valida sia nel caso di ventilazione forzata che in sua assenza è quella per calcolare le emissioni totali di COV:

$$E_{VOC} = Q \cdot C_{VOC}$$

dove:

E_{VOC} = emissione totale di COV (convogliata + non convogliata) [M*T-1]

Q = flusso in massa di rivestimento/vernice impiegata [V* T-1]

C_{VOC} = contenuto di COV nel rivestimento/vernice impiegata Q [MV-1]

Calcolo delle emissioni convogliate di COV con il metodo del bilancio di massa

Un ulteriore passaggio di calcolo permette di valutare l'entità delle emissioni di COV che, rispetto a quelle totali emesse, possono essere captate da un sistema di captazione e convogliate, preferibilmente ad un impianto di trattamento. Le emissioni convogliate sono ottenibili diminuendo l'entità di quelle totali prodotte tramite due parametri specifici per il solvente e l'apparecchiatura coinvolti nel processo di verniciatura.

$$E_{VOC,P} = E_{VOC} \cdot \frac{Cap}{100} \cdot F$$

dove:

$E_{VOC,P}$ = emissioni convogliate di COV [M*T-1]

Cap = efficienza di cattura [%]

F = frazione di solvente volatilizzato ad ogni stadio del processo di verniciatura

Approfondimento sui parametri Cap e F

La corretta valutazione dell'entità delle emissioni di COV convogliate dipende dall'accuratezza con cui vengono stabiliti i parametri Cap e F . In letteratura sono disponibili alcune indicazioni circa il loro esatto significato e la loro quantificazione.

Cap - (Efficienza di captazione)

L'efficienza di captazione tipicamente è un parametro di progetto che può essere determinato dalle specifiche dell'apparecchiatura di captazione delle emissioni o contattando il costruttore. Apparecchiature quali cappe, cabine di verniciatura spray e processi totalmente chiusi hanno, infatti, specifiche efficienze di captazione. Al

contrario tutte le operazioni di verniciatura in modalità *open/nonvented* hanno efficienze di cattura nulle.

L'US EPA definisce l'efficienza di captazione come il rapporto, espresso in percentuale, tra il flusso di massa di COV captato dal sistema di captazione e il flusso di massa di COV prodotto dal processo. L'US EPA propone una schematizzazione di un sistema di controllo delle emissioni

$$\text{Sistema di controllo emissioni} = \text{capture device} + \text{control device}$$

- *Capture device* → sistemi di cattura delle emissioni gassose quali ad esempio cappe, sistemi di ventilazione o apparecchiature di processo chiuse come ad esempio forni;
- *Control device* → sistema di abbattimento delle emissioni, ad esempio i filtri a carboni attivi o il velo d'acqua.

Per valutare l'efficienza globale del sistema di controllo è necessario considerare i contributi di entrambe le parti. Si ha quindi:

$$(\text{capture efficiency}) * (\text{control efficiency}) = (\text{control system efficiency})$$

Ad esempio un sistema che capti il 60% delle emissioni di COV e le convogli ad un sistema di abbattimento con efficienza del 90% avrà un'efficienza di controllo totale del 54% ($0.60 \times 0.90 = 0.54$).

L'US EPA (Emission Inventory Improvement Program, "Preferred and alternative methods for estimating air emissions from surface coating operations", July 2001) fornisce alcuni valori di efficienza associabili alle combinazioni tra sistemi di cattura e di abbattimento differenti.

Table 4.2.2.7-1. SUMMARY OF CONTROL EFFICIENCIES^a

Control Technology	Overall Control Efficiency, % ^b
Coating Preparation Equipment	
Uncontrolled	0
Sealed covers with conservation vents	40
Sealed covers with carbon adsorber/condenser	95
Coating Operations ^c	
Local ventilation with carbon adsorber/condenser	81
Partial enclosure with carbon adsorber/condenser	90
Total enclosure with carbon adsorber/condenser	93
Total enclosure with incinerator	96

^a Reference 1. To be used in the absence of measured data.

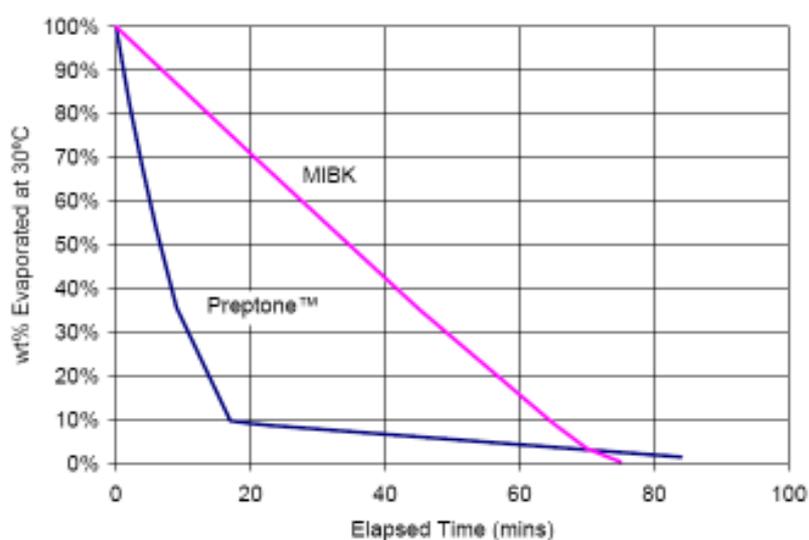
^b To be applied to uncontrolled emissions from indicated process area, not from entire plant.

^c Includes coating application/flashoff area and drying oven.

F – (Solvent distribution factor)

F è il parametro che definisce la frazione di solvente che volatilizza e può essere stimato in diversi modi. Tra questi, ad esempio, le curve di evaporazione dei solventi, che indicano in funzione del processo e del tempo la percentuale di solvente che evapora.

Tali curve sono fornite dagli stessi produttori di solventi commerciali e tipicamente mettono in relazione la percentuale di solvente evaporata con il tempo trascorso. Nella figura che segue è presentato un esempio di tali curve: il grafico mette a confronto due solventi, in particolare il relativo peso percentuale evaporato ad una certa temperatura e con differente dipendenza dal tempo.



Il valore del parametro F , ricavabile tramite tali grafici o altre fonti di letteratura, deve essere individuato per ogni fase del processo di verniciatura, in modo tale che sia possibile valutare passo per passo le emissioni convogliate di COV derivate.

Ad esempio, si può immaginare di analizzare un processo di verniciatura con un solvente acrilico suddiviso in 3 fasi:

Verniciatura → Trasporto al forno → Asciugatura nel forno

I dati di letteratura e le ipotesi fatte sono i seguenti:

- da dati di letteratura si ricava che dopo 10 minuti trascorsi nella fase di verniciatura evapora circa il 45% del solvente;
- dati di letteratura indicano che dopo 20 minuti nella fase di trasporto evapora il 7% del solvente;
- il solvente evapora completamente alla fine delle diverse fasi del processo.

<i>Caratteristiche delle fasi del processo</i>	<i>Fattore di volatilizzazione associato</i>
durata fase di verniciatura: 10 min	0.45
durata fase di trasporto: 20 min	0.07

Dalle ipotesi presentate si stima che il restante 48% del solvente evapora nella fase di asciugatura nel forno. Si avrà quindi:

$$F_{\text{verniciatura}} = 0.45$$

$$F_{\text{trasporto}} = 0.07$$

$$F_{\text{forno}} = 0.48$$

E' ora possibile quindi calcolare le emissioni di COV associate ad ogni fase utilizzando il fattore di volatilizzazione F ricavato per ogni fase specifica. Nel seguito si riportano alcuni esempi di calcolo tratti dai manuali US EPA US EPA (Emission Inventory Improvement Program, "Preferred and alternative methods for estimating air emissions from surface coating operations", July 2001).

Esempi numerici di calcolo delle emissioni di COV

Esempio 1: Si vogliono calcolare le emissioni derivanti da un processo composto da due fasi, verniciatura e asciugatura. Vengono quindi forniti i parametri F e Cap associati ad ogni fase:

$$Q = 25 \text{ gal/hr}$$

$$C_{\text{VOC}} = 7 \text{ lb/gal}$$

$$F = 0.65 \text{ (spray booth)}$$

$$= 0.35 \text{ (air drying)}$$

$$\text{Cap} = 80\% \text{ (spray booth)}$$

$$= 0\% \text{ (air drying)}$$

Le emissioni (totali) dell'intero processo sono così calcolate:

$$E_{\text{VOC}} = 25 \frac{\text{gal}}{\text{h}} \cdot 7 \frac{\text{lb}}{\text{gal}} = 175 \frac{\text{lb}}{\text{h}}$$

Le emissioni (convogliate) della fase "spray booth" vengono calcolate utilizzando F=0.65 e Cap=80%:

$$E_{\text{VOC},P} = 25 \frac{\text{gal}}{\text{h}} \cdot 7 \frac{\text{lb}}{\text{gal}} \cdot \frac{80}{100} \cdot 0.65 = 91 \frac{\text{lb}}{\text{h}}$$

Le emissioni (convogliate) della fase "air drying" sono invece nulle:

$$E_{\text{VOC},P} = 0 \frac{\text{lb}}{\text{h}}$$

Questo perché l'efficienza di cattura associata alla fase di asciugatura è nulla (Cap=0%), quindi non si hanno emissioni convogliate in questa fase e tutte le emissioni sono di tipo diffuso.

Le emissioni diffuse del processo sono allora calcolabili come differenza tra le emissioni totali e le emissioni catturate:

$$E_{VOC,F} = 175 \frac{lb}{h} - 91 \frac{lb}{h} = 84 \frac{lb}{h}$$

Esempio 2: Anche in questo caso il processo è composto da più fasi (verniciatura → trasporto al forno di essiccazione → forno di essiccazione):

$$\begin{aligned} Q &= 18 \text{ gal/hr} \\ C_{VOC} &= 7.6 \text{ lb/gal} \\ F &= 0.40 \text{ (coating)} \\ &= 0.20 \text{ (transport to dryer)} \\ &= 0.40 \text{ (drying)} \\ Cap &= 60\% \text{ (coating)} \\ &= 0\% \text{ (transport to dryer)} \\ &= 100\% \text{ (drying)} \end{aligned}$$

Analogamente al caso precedente si calcolano le emissioni (totali) di COV dal processo:

$$E_{VOC} = 18 \frac{gal}{h} \cdot 7.6 \frac{lb}{gal} = 136.8 \frac{lb}{h}$$

Le emissioni (convogliate) associate alla fase “*coating*” sono le seguenti:

$$E_{VOC,P} = 18 \frac{gal}{h} \cdot 7.6 \frac{lb}{gal} \cdot \frac{60}{100} \cdot 0.40 = 32.8 \frac{lb}{h}$$

Le emissioni (convogliate) prodotte dalla fase “*transport*” sono nulle:

$$E_{VOC,P} = 0 \frac{lb}{h}$$

in quanto, come nell’esempio 1, Cap=0%. Tutte le emissioni associate a questa fase saranno quindi diffuse.

Le emissioni (convogliate) prodotte dalla fase “*drying*” sono:

$$E_{VOC,P} = 18 \frac{gal}{h} \cdot 7.6 \frac{lb}{gal} \cdot \frac{100}{100} \cdot 0.40 = 54.7 \frac{lb}{h}$$

Calcolo delle emissioni di COV con speciazione

Nel processo di valutazione delle emissioni inquinanti un passaggio importante, ma ancora poco applicato, è quello della **speciazione**, ovvero la riduzione di miscele di inquinanti, come ad esempio i composti organici volatili non metanici (COVNM) o il particolato (PTS o PM), nei loro singoli componenti. Per i COV, soprattutto per i non metanici, si privilegia la speciazione a valle del calcolo delle emissioni tramite tabelle che riportano le percentuali sul peso totale di ciascun composto chimico e/ o gruppo di composti affini.

La formula proposta, valida sia nel caso in cui il processo di verniciatura avvenga con un sistema di ventilazione forzata sia nel caso in cui esso non sia presente, tiene conto proprio del peso percentuale di ciascun composto che contribuisce all'emissione.

Emissioni totali per la specie "x" di COV:

Per valutare l'emissione associata alla singola specie "x" si può utilizzare la seguente formula:

$$E_x = Q \cdot d \cdot \frac{wt\%_x}{100}$$

dove:

E_x = emissione della specie di COV "x" [MT-1]

Q = tasso di utilizzo di vernice [VT-1]

d = densità della vernice utilizzata [MV-1]

wt% = peso percentuale dell'inquinante "x" nella materia [%]

Emissioni convogliate della specie "x" di COV:

Anche in questo caso è possibile valutare la parte di emissioni che possono essere catturate ed eventualmente condotte a trattamento. La formula utilizzata è analoga al caso delle emissioni associate ai COV non speciati:

$$E_{x,p} = E_x \cdot \frac{Cap}{100} \cdot F$$

dove:

$E_{x,p}$ = emissioni dell'inquinante "x" catturate [MT-1]

E_x = emissioni totali dell'inquinante "x" [MT-1]

Cap = efficienza di cattura [%]

F = frazione di solvente volatilizzato in questa fase del processo

Analogamente al caso generale, quando si utilizza il metodo del bilancio di massa si considerano fuggitive tutte quelle emissioni che non vengono convogliate e vengono perciò calcolate per differenza rispetto alle emissioni totali.

Calcolo delle emissioni di PM/PM10 utilizzando il metodo del bilancio di massa

Il metodo preferibile per il calcolo delle emissioni di polveri dalle operazioni di verniciatura è di nuovo quello del bilancio di massa. La formula risulta analoga a quella utilizzata nel caso dei COV, ma in questo caso è utilizzabile solo nel caso in cui non vi sia un sistema di ventilazione forzata.

$$E_{PM} = Q \cdot C_{PM} \cdot (1 - T.E./100)$$

dove:

E_{PM} = emissione totale di PM/PM10 [MT-1]

Q = tasso di utilizzo della vernice [VT-1]

C_{PM} = contenuto di PM/PM10 o solidi nella massa Q [MV-1]

T.E. = efficienza di trasferimento dell'apparecchiatura utilizzata per l'applicazione [%]

Approfondimento sull'efficienza di trasferimento (T.E.)

L'efficienza di trasferimento indica la capacità delle differenti apparecchiature tecnologiche di applicare la vernice alle superfici da trattare. In particolare è definita come la parte percentuale della vernice utilizzata che aderisce al pezzo a cui deve essere applicata.

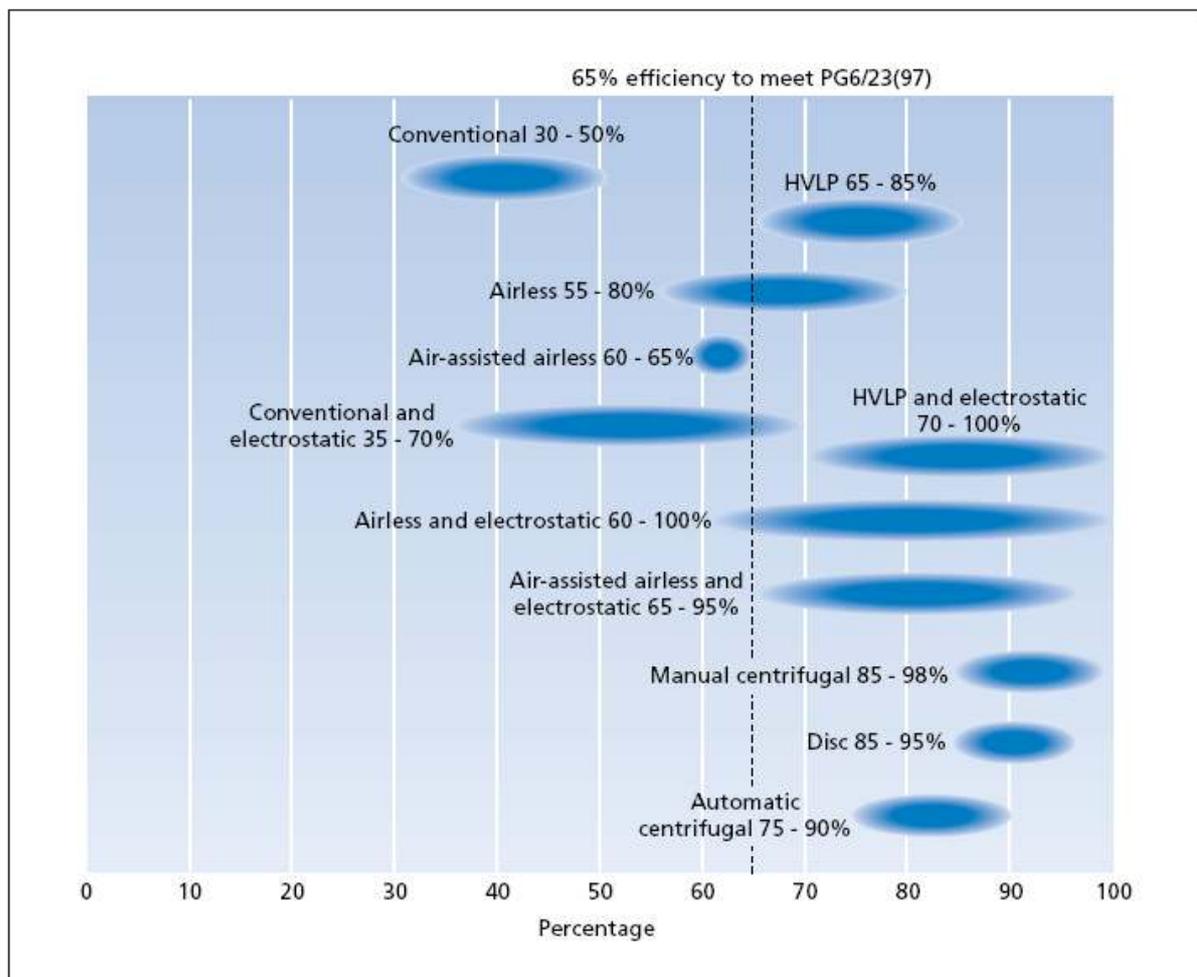
La quantità di vernice "persa" tramite il fenomeno dell'*overspray*, dovuto anche alla conformazione dello strumento di applicazione utilizzato, è certamente causa di una perdita di efficienza del processo, che può essere ridotta da buone pratiche operative.

Questo parametro ha sostanzialmente un significato analogo, anche se in termini opposti, al parametro F che indica la frazione di solvente persa per evaporazione. Poiché non si ha evaporazione nel caso delle polveri, T.E. va a quantificare la dispersione di inquinante come quota parte del contenuto iniziale.

L'efficienza di trattamento di riferimento è stimata in condizioni operative ideali e sotto l'ipotesi di dover applicare la vernice ad una superficie ampia e piana. La realtà operativa è spesso differente, così che i valori di efficienza ideali non possono essere in nessun caso raggiunti.

Esistono comunque soluzioni tecnologiche e operative che permettono di avere valori di efficienza soddisfacenti, anche se non vengono in genere contemplate le operazioni di verniciatura tramite immersioni o applicazione con pennelli.

Nella tabella successiva vengono forniti alcuni valori di efficienza di trasferimento dei processi di applicazione della vernice tramite spray tratti da “*ETBPP - GG53 guide: Cost-effective paint and powder coating: application technology*”.



Calcolo delle emissioni di PM/PM10 con speciazione

Anche nel caso delle polveri è possibile calcolare il contributo dovuto alle singole specie che compongono l'emissione globale, tramite l'introduzione del peso percentuale della singola specie nella materia utilizzata e la densità di quest'ultima.

$$E_x = Q \cdot d \cdot \frac{wt\%_x}{100} \cdot (1 - T.E./100)$$

dove:

E_x = emissione della specie “x” di PM/PM10 [MT-1]

Q = tasso di utilizzo della vernice [VT-1]
 d = densità della materia utilizzata [MV-1]
 wt% = peso percentuale della specie x [%]
 T.E. = efficienza di trasferimento dell'apparecchiatura

Calcolo delle emissioni di COV utilizzando i fattori di emissione

Nel calcolo delle emissioni di COV utilizzando il metodo del bilancio di massa un dato di partenza operativo fondamentale è il tasso di utilizzo della vernice, in sostanza quanta vernice si sta utilizzando. Le emissioni di COV e, quindi, le prestazioni ambientali dipendono con questo metodo da parametri operativi e tecnologici quali il contenuto e la tipologia di solvente (che influisce sulla velocità di volatilizzazione) nella vernice e l'efficienza di captazione e trattamento delle emissioni. In realtà questo metodo non è del tutto completo ai fini della valutazione della prestazione ambientale poiché tralascia di valutare il tasso di utilizzo della vernice. Questo aspetto, che contribuisce alla prestazione complessiva, si evince bene nella determinazione delle emissioni di COV utilizzando i fattori di emissione tramite la seguente equazione valida nel caso, ad esempio, della verniciatura delle auto:

$$E_V = \frac{A_V \cdot c_1 \cdot T_f \cdot V_c}{S_c \cdot e_T}$$

dove:

E_V = fattore di emissione dei COV [kg/veicolo]
 A_V = area rivestita per veicolo [m²/veicolo]
 c_1 = fattore di conversione [1m/1000mm]
 T_f = spessore delle strato di rivestimento [mm]
 V_c = contenuto di COV del rivestimento applicato, acqua esclusa [kg VOC/m³ rivestimento]
 S_c = contenuto (v/v) di solidi nel rivestimento applicato [m³ solidi/m³ rivestimento]
 e_T = efficienza di trasferimento espressa come rapporto tra il contenuto di solidi nella vernice usata che aderisce col rivestimento

La presenza del parametro "efficienza di trasferimento", in genere assente nel calcolo delle emissioni di COV utilizzando il metodo del bilancio di massa, trova giustificazione nell'impostazione del metodo di calcolo del fattore di emissione qui proposta.

A differenza del metodo del bilancio di massa per il quale la quantità di COV emessa dipende sostanzialmente dall'intera quantità di vernice utilizzata per effettuare il rivestimento, comprensiva della percentuale che viene dispersa per overspray, in questo caso è la quantità di vernice effettivamente applicata (data da l'area da rivestire per lo spessore del rivestimento) ad essere il valore di riferimento.

Tra i fattori a numeratore lo spessore del rivestimento T_f e l'area trattata A_V giocano qui un ruolo fondamentale ai fini di un corretto calcolo del fattore di emissione. Il loro

prodotto fornisce, infatti, il volume del rivestimento che si desidera applicare alla superficie trattata; la conoscenza del parametro “efficienza di trasferimento” permette, quindi, di ricavare la quantità totale di vernice che deve essere utilizzata per avere un certo strato di vernice depositata e con essa la conseguente emissione associata di COV.

Prestazioni conseguibili con l’adozione delle MTD

I livelli di prestazione ambientale vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere, per il tramite dell’adozione di una specifica tecnica, in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell’impianto, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione.

I dati riportati nella tabella successiva sono il risultato di una valutazione complessiva dei livelli di prestazione che sono conseguibili attraverso una efficace ed efficiente combinazione delle MTD; in assenza di dati certi provenienti dagli impianti nazionali, sono stati riportati, per comodità del lettore, i dati estratti prevalentemente dal BRef comunitario.

Proprio per il fatto di essere stati estratti dal documento comunitario di riferimento, i dati riassunti nel seguito devono essere intesi come indicazioni di massima.

Prestazioni migliori di quelle riportate sono conseguibili attraverso una valutazione, caso per caso, delle specificità del processo e delle tecniche analizzate.

In taluni casi, peraltro, non si può escludere che i livelli di prestazione indicati non siano raggiungibili nella pratica, per limitazioni connesse alla specifica tecnica valutata ovvero alla necessità di minimizzare l’impatto complessivo, minimizzando l’emissione di altri inquinanti o i consumi termici ed energetici.

Emissioni in aria

Attività (soglie di consumo di solvente in tonnellate/anno)	Inquinanti di riferimento	Emissioni convogliate (mg/Nm³ ovvero mgC/Nm³ di COV, come media giornaliera)	Emissioni di COV non trattate ancorché convogliate (% di input di solvente)	Emissione totale riferita al solvente in ingresso ovvero alla produzione	Note
Stampa litografica (caldo)	<ul style="list-style-type: none"> • polveri • NOx • CO • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • 40 - 100 • 50 • 20 - 50 	30 -50		Normalmente si utilizza un combustore rigenerativo
Stampa flessografica	<ul style="list-style-type: none"> • polveri • NOx • CO • COV 		10 - 25		

Attività (soglie di consumo di solvente in tonnellate/anno)	Inquinanti di riferimento	Emissioni convogliate (mg/Nm ³ ovvero mgC/Nm ³ di COV, come media giornaliera)	Emissioni di COV non trattate ancorché convogliate (% di input di solvente)	Emissione totale riferita al solvente in ingresso ovvero alla produzione	Note
Stampa rotocalcografica	<ul style="list-style-type: none"> • polveri • NOx • CO • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 - 40 	5 - 10		La maggior parte del solvente è toluene che viene recuperato per distillazione
Stampa heat-set offset	<ul style="list-style-type: none"> • NOx • COV 			Impianti nuovi: 2,5-10% in peso dell'inchiostro consumato Impianti esistenti: 5-15% in peso dell'inchiostro consumato	
Rivestimento di autoveicoli	<ul style="list-style-type: none"> • Polveri • NOx • CO • Metalli pesanti • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 5 • 40 - 80 • 25 - 80 		>5000 macchine/anno Nuovi imp. 10-45 g/m ² Esistenti 10-60 g/m ² <5000 macchine/anno Nuovi ed esist. <90 g/m ²	Normalmente si usa un thermal waste gas clening system. Separatori a secco e ad umido vengono usati nelle cabine spray per abbattere l'emissione di polveri.
Verniciatura di veicoli industriali (camion)	<ul style="list-style-type: none"> • polveri • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 50 		Nuovi 10 - 90 g/m ² Esistenti 10 - 120 g/m ² Dalla pulitura < 20g/m ²	
Rivestimento di veicoli industriali (autobus)	<ul style="list-style-type: none"> • Polveri • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 50 		Nuovi imp. 90 - 210 g/m ² Esistenti 90 - 290 g/m ²	
Rivestimento di treni	<ul style="list-style-type: none"> • Polveri • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 3 		< 110 g/m ²	
Rivestimento di macchine agricole e da costruzione	<ul style="list-style-type: none"> • Polveri • COV • Solventi alogenati 	<ul style="list-style-type: none"> • < 50 (essicc.) • < 75 (rivest.) 	<20	< 0,375 g COV/ g solido	
Rivestimento di navi	<ul style="list-style-type: none"> • Polveri • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 5 	100	< 100 g/m ²	

Attività (soglie di consumo di solvente in tonnellate/anno)	Inquinanti di riferimento	Emissioni convogliate (mg/Nm ³ ovvero mgC/Nm ³ di COV, come media giornaliera)	Emissioni di COV non trattate ancorché convogliate (% di input di solvente)	Emissione totale riferita al solvente in ingresso ovvero alla produzione	Note
Rivestimento di aeromobili	<ul style="list-style-type: none"> • Polveri • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 1 • < 320 		600 g/m ²	
Verniciatura in continuo (coil coating)	<ul style="list-style-type: none"> • NOx • CO • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 - 50 	Nuovi 3 - 5 Esist. 3 - 15	0,73-0,84 g/m ²	Normalmente viene utilizzato un inceneritore collegato al forno.
Rivestimento di altre superfici metalliche (applicazione)	<ul style="list-style-type: none"> • COV • Solventi alogenati 	<ul style="list-style-type: none"> • < 75 • < 20 per sostituz. 	20	< 0,375 g/g non-volatili consumati	
Rivestimento di altre superfici metalliche (essiccazione)	<ul style="list-style-type: none"> • COV • Solventi alogenati 	<ul style="list-style-type: none"> • < 50 • < 20 per sostituz. 	20	< 0,375 g/g non-volatili consumati	
Rivestimento delle superfici di legno	<ul style="list-style-type: none"> • polveri • COV 	<ul style="list-style-type: none"> • < 10 • 		40-60 g/m ² (65% solvente organico in peso) 10-20 g/m ² (20% solvente organico in peso) 2-5 g/m ² (5% solvente organico in peso)	

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENcate AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE

Applicabilità delle tecniche ad impianti esistenti

In fase di valutazione dell'applicabilità di una tecnica ad una data situazione, alcuni elementi che possono essere tenuti in considerazione sono riportati nel seguito.

La dimensione dell'impianto

L'economia di scala non permette agli impianti più piccoli di ottenere, a parità di costo, le stesse prestazioni ambientali. Questo può rendere alcune tecniche inaccessibili.

L'età dell'impianto

Tra i problemi che possono insorgere nell'applicazione delle MTD su impianti esistenti devono essere menzionati, poiché direttamente connessi con l'età dell'impianto, la disponibilità di spazio e la compatibilità tecnica con le caratteristiche progettuali e costruttive delle strutture preesistenti. In via generale è opportuno ricordare che le modifiche impiantistiche sugli impianti esistenti sono più costose e richiedono spesso di interrompere o rallentare la produzione.

L'applicazione di alcune MTD, di conseguenza, potrebbe risultare appropriata solo in occasione di rilevanti modifiche o nuove installazioni; gli impianti esistenti possono inoltre avere scarse disponibilità di spazi, che impediscono la piena adozione di alcune tecniche. Una valutazione appropriata può essere fatta solo a livello locale o di sito.

Le materie grezze impiegate

La scelta delle materie grezze influenza le prestazioni ambientali del processo produttivo in ogni aspetto, dalla produzione di rifiuti, al consumo energetico, alle emissioni in aria e acqua. Le scelte delle materie prime da parte degli operatori sono spesso legate a fattori esterni, quali la disponibilità, a livello locale, di materie prime, l'andamento dei prezzi e la qualità del prodotto finito desiderata. Il mercato delle materie prime, in particolare, impone ai produttori frequenti modifiche delle materie impiegate.

Il contesto locale

La necessità di considerare le caratteristiche dell'ambiente circostante può determinare scelte differenti nelle MTD a livello di singolo stabilimento.

La pianificazione degli interventi da realizzare dovrà tenere conto dell'impatto sulle diverse matrici ambientali

Ad esempio, l'utilizzo di circuiti di raffreddamento in ciclo chiuso o parzialmente chiuso comporta la necessità di installare torri di raffreddamento con i possibili effetti incrociati (impatto paesaggistico, consumi energetici, consumi di prodotti chimici per l'additivazione dell'acqua di raffreddamento).

L'entità delle portate in gioco per i circuiti di raffreddamento varia inoltre in funzione delle condizioni climatiche; ad esempio nei climi caldi i volumi di acqua di raffreddamento sono necessariamente superiori rispetto a quanto accade nei climi

freddi. Infatti la maggiore temperatura ed umidità dell'aria da un lato richiedono dimensionamenti superiori in termini di portate d'acqua e di torri di raffreddamento mentre dall'altro rendono difficilmente realizzabile il raffreddamento per mezzo di scambiatori ad aria. Ciò ha naturalmente impatto anche sui consumi energetici.

Tali condizioni sono profondamente diverse da quelle che si riscontrano negli impianti produttivi collocati in climi freddi, dove è possibile effettuare raffreddamenti ad aria, con un ulteriore risparmio di risorse idriche.

E' necessario trovare il corretto punto di equilibrio, in funzione del contesto ambientale in cui opera l'impianto.

La chiusura dei cicli idrici

La chiusura dei cicli ha come scopo prioritario la riduzione, per quanto tecnicamente possibile, dell'utilizzo della risorsa acqua, salvaguardando dal punto di vista quantitativo il corpo idrico dal quale l'acqua viene prelevata. Tale obiettivo non può comunque prescindere dal rispetto degli obiettivi di qualità del corpo idrico recettore.

Quindi la valutazione del grado ottimale di chiusura del ciclo dovrà tenere conto, tra l'altro, delle due diverse esigenze ambientali: da un lato la riduzione delle portate di acqua prelevate e dall'altro i limiti di concentrazione da rispettare sui reflui scaricati.

Allo stesso modo, una chiusura spinta dei cicli deve essere valutata alla luce del potenziale impatto puntuale sul corpo recettore. A parità di carico inquinante riversato, infatti, la chiusura spinta dei cicli comporta uno scarico localmente più concentrato mentre una minore chiusura dei cicli comporta un maggior prelievo di risorsa ed uno scarico localmente meno concentrato. Nel caso di emungimento da falda il contenimento del prelievo assume particolare importanza, vista la superiore qualità della risorsa utilizzata. Diversamente, nel caso di prelievo da corpo superficiale, il vantaggio di contenere il prelievo potrebbe essere meno rilevante, contrapposto al vantaggio di avere uno scarico localizzato meno concentrato.

Nella valutazione del corretto grado di chiusura dei cicli si dovrà inoltre considerare anche il contesto locale in cui opera l'impianto.

La legislazione nazionale e regionale

L'applicabilità delle MTD è naturalmente vincolata a quanto disposto dalla legislazione nazionale e regionale. Questo vale non solo per quanto riguarda la legislazione di carattere ambientale, ma più in generale per l'intero ordinamento nazionale. E' il caso, ad esempio della normativa in materia di tutela della salute del consumatore che riveste carattere di priorità e non può essere subordinata ad altre considerazioni.

Criteria di applicabilità delle MTD ai settori interessati

Per ognuna delle tecniche elencate nei precedenti capitoli è stata fatta una valutazione di applicabilità agli specifici settori utilizzando gli indicatori di seguito descritti.

APT: APPLICATA

NPT: NON APPLICATA

APB: APPLICABILE

NPB: NON APPLICABILE

Nelle tabelle che seguono, suddivise per tipologie di attività utilizzanti solventi, si caratterizzerà come “applicata” la tecnica che viene generalmente effettuata e viceversa per “non applicata”.

Si indica invece “applicabile” quando la tecnica si potrebbe effettuare ma non viene ancora solitamente effettuata.

Si indica infine “non applicabile” quando la tecnica non riguarda e non può interessare l’attività in esame.

Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel settore della stampa

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Stampa rotocalco	Stampa offset	Altri tipi di stampe
Tecniche di gestione ambientale			
Strumenti di gestione ambientale	APB	APB	APB
Piano di gestione solventi	APT	APT	APT
Benchmarking consumi ed emissioni	APB	APB	APB
Contabilità ambientale	APB	APB	APB
Progettazione, costruzione e funzionamento			
Prevenzione dell’inquinamento da rilasci occasionali	APT	APT	APT
Stoccaggio e movimentazione sostanze pericolose	APT	APT	APT
Automazione impianti	APB	APB	APB
Formazione sugli aspetti ambientali	APT	APT	APT
Ottimizzazione processi/impianti	APT	APT	APT
Manutenzione	APT	APT	APT
Monitoraggio			
Bilancio solventi	APT	APT	APT
Prevenzione atmosfere pericolose in fogna	NPB	NPB	NPB
Monitoraggio acque di scarico (TOC)	APB	APB	APB
Monitoraggio emissioni gassose convogliate e diff / fuggitive	APB	APB	APB
Registrazione rifiuti	APT	APT	APT
Gestione dell’acqua			
Trattamento acque di processo in ingresso	APT	APT	APT
Riciclo e riuso dell’acqua internamente all’impianto	APB	APB	APB
Lavaggio di processo in cascata/stadi (controcorrente)	NPB	NPB	NPB

Controllo dei consumi d'acqua (da pozzo e da acquedotto)	APT	APT	APT
Gestione dell'energia			
Registrazione dei consumi e delle forniture energetiche	APT	APT	APT
Macchine ad alta efficienza	APB	APB	APB
Uso efficiente dell'energia (cogenerazione et al.)	APB	APB	APB
Gestione delle materie prime per trattamento superfici			
Qualificazione degli operatori (formazione su MP)	APT	APT	APT
Gestione Just in Time	APB	APB	APB
Controllo qualità di vernici e solventi	APB	APB	APB
Minimizzazione dei consumi di materie prime			
Sistemi di miscelamento automatizzati	NPB	APB	APB
Riuso di vernici/inchiostri resi	APB	APB	APB
Riuso di vernici/inchiostri recuperati	APT	APT	APT
Tubazioni dirette per vernici/inchiostri dalla stoccaggio	APT	APT	APT
Tubazioni dirette per solventi dallo stoccaggio	APT	APT	APT
Verniciatura a lotti (colour grouping)	NPB	NPB	NPB
Pig clearing systems	NPB	NPB	NPB
Processi di rivestimento e impianti			
<i>Pretrattamenti</i>			
Applicazione sigillanti	NPB	NPB	NPB
Sgrassaggio con solventi	NPB	NPB	NPB
Pretrattamenti con acqua	NPB	NPB	NPB
Sgrassaggio con acqua	NPB	NPB	NPB
Rivestimento per conversione chimica con cromo	APT	NPB	NPB
Rivestimento per conversione chimica senza cromo	NPB	NPB	NPB
Manutenzione bagno	APT	NPB	NPB
Fresatura chimica	APT	NPB	NPB
Decapaggio	APT	NPB	NPB
<i>Sistemi di verniciatura</i>			
Vernici convenzionali con solventi	NPB	NPB	NPB
Vernici ad alto solido con solventi	NPB	NPB	NPB
Vernici ad acqua	NPB	NPB	NPB
Vernici ad indurimento fotochimica e per radiazioni	NPB	NPB	NPB

Vernici in polvere – Indurimento convenzionale	NPB	NPB	NPB
Vernici in polvere disperse in acqua	NPB	NPB	NPB
Uso di materiali preverniciati	NPB	NPB	NPB
Cicli di verniciatura mista	NPB	NPB	NPB
<i>Processi di applicazione delle vernici e impianti</i>			
Verniciatura liquida a rullo	NPB	NPB	NPB
Verniciatura/Ricopratura a velo	NPB	NPB	NPB
Verniciatura per immersione convenzionale	NPB	NPB	NPB
Verniciatura per elettroforesi	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a galleggiamento	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a vuoto	NPB	NPB	NPB
Verniciatura in stampo	NPB	NPB	NPB
A spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione	NPB	NPB	NPB
A spruzzo alto volume aria e a bassa pressione (HVLP)	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a spruzzo caldo	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a spruzzo senza aria	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a spruzzo misto aria	NPB	NPB	NPB
Verniciatura ad atomizzazione elettrostatica	NPB	NPB	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotaz. a campana/coppe	NPB	NPB	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotazione a disco	NPB	NPB	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica con aria compressa	NPB	NPB	NPB
Applic. vernici in polvere – A spruzzo assistito elettr.	NPB	NPB	NPB
Applic. vernici in polvere – Sinterizzazione	NPB	NPB	NPB
Flame spray	NPB	NPB	NPB
<i>Tecniche di gestione overspray</i>			
Manut. impianti e ottimizz. Efficienza di trasferimento	NPB	NPB	NPB
Cabine a spruzzo con abbatt a separazione a umido	NPB	NPB	NPB
Cabine a spruzzo con abbattimento a secco	NPB	NPB	NPB
Cabine a spruzzo con recupero a parete fredda	NPB	NPB	NPB
Cabine robotizzate con reciprocatori a ciclo chiuso	NPB	NPB	NPB
<i>Tecniche di trattamento acque per ridurre reflui e rifiuti</i>			
Lavaggi multipli acque di processo (a cascata)	NPB	NPB	NPB

Usò di resine a scambio ionico per reflui vasche pretr.	APB	NPB	NPB
Filtrazione a membrana	NPB	NPB	NPB
Rimozione delle morchie dal bagno e dalle raccolte di acque di processo	APT	APT	APT
Filtrazione delle soluzioni di processo	NPB	NPB	NPB
Scarico continuo delle morchie di verniciatura	NPB	NPB	NPB
Sistema di decantazione	APT	NPB	NPB
Coagulazione di vernici solide in chiarificatori	NPB	NPB	NPB
Essiccazione			
<i>Processi di evaporazione</i>			
A convezione	APB	APB	APB
A convezione con gas inerte	APB	APB	APB
Ad induzione	APB	APB	APB
Elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua	NPB	NPB	NPB
<i>Processi di reticolazione a radiazione</i>			
A radiazioni infrarosse	NPB	NPB	NPB
A radiazioni vicine all'infrarosso	NPB	NPB	NPB
A radiazioni ultraviolette	NPB	NPB	NPB
A fasci di elettroni	NPB	NPB	NPB
Reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione)	APB	APB	APB
Tecniche di lavaggio (di parti o di impianti)			
Preparazione prima del lavaggio	APB	APB	APB
Lavaggio con solvente convenzionale	APT	APT	APT
Lavaggio con recupero di solvente	APT	APB	APB
Lavaggio di parti meccaniche a spruzzo d'acqua ad alta press.	NPB	NPB	NPB
Lavaggio ad ultrasuoni	NPB	NPB	NPB
Pulizia con ghiaccio secco	NPB	NPB	NPB
Tecniche di lavaggio ad acqua	APB	APB	APB
Sostituzione			
Sostituzione delle sostanze pulenti	APB	APB	APB
Con sostanze meno volatili	APB	APB	APB
Con sostanze di derivazione vegetale	APB	APB	APB
Con sostanze a base d'acqua	APB	APB	APB
Sostituzione con solventi a piÙ basso ozono	NPB	NPB	NPB
Sostituzione dei solventi alogenati	NPB	NPB	NPB
Sostituzione con miscele di solventi a base acquosa	APB	APB	APB

Sostituzione preparati cromo con prodotti <i>chromate-free</i>	NPB	NPB	NPB
Trattamento emissioni gassose			
Progettazione, ottimizzazione e gestione tecniche abbattimento	APB	APB	APB
Contenimento e captazione emissioni gassose	APT	APT	APT
Pretrattamento, filtrazione e scrubbing	APT	NPB	NPB
Sistemi di ossidazione termica	APB	APT	APB
Sistemi di condensazione	APB	APB	APB
Adsorbimento	APT	APB	APB
Trattamento biologico	NPB	NPB	NPB
Tecniche di abbattimento NOx	APB	APB	APB
Sistema combinato adsorbimento/combustione (rotoconcentratore)	APB	APB	APB
Trattamento acque reflue			
Flocculazione	APT	NPB	NPB
Separazione	APT	APB	APB
Distillazione a vuoto	APB	APB	APB
Trattamento biologico	NPB	NPB	NPB
Ultra e nanofiltrazione e osmosi inverse	APB	APB	APB
Minimizzazione e trattamento rifiuti			
Recupero di solventi usati	APT	APB	APB
Trattamento di solventi usati	APT	APB	APB
Riutilizzo panni di pulizia	APT	APT	APT
Recupero di solventi usati dai panni	NPT	NPT	NPT
Contenitori riutilizzabili	APB	APB	APB
Trattamento dei carboni attivi	APT	APB	APB
Trattamento fanghi	APT	NPB	NPB
Distillazione morchie di vernici	NPB	NPB	NPB
Abbattimento polveri			
Filtri	APT	APT	APT
Abbattimento odori			
	NPT	NPT	NPT
Abbattimento rumori			
	APB	APB	APB

Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel trattamento delle superfici con solventi per gli autoveicoli ed il legno

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Autoveicoli	Autoveicoli industriali	Legno
Tecniche di gestione ambientale			
Strumenti di gestione ambientale	APT	APT/APB	APT/APB
Piano di gestione solventi	APT	APT	APT
Benchmarking consumi ed emissioni	APT	APT	APB
Contabilità ambientale	APT	APT	APB
Progettazione, costruzione e funzionamento			
Prevenzione dell'inquinamento da rilasci occasionali	APT	APT	APT
Stoccaggio e movimentazione sostanze pericolose	APT	APT	APT
Automazione impianti	APT	APT	APT
Formazione sugli aspetti ambientali	APT	APT	APT
Ottimizzazione processi/impianti	APT	APT	APT
Manutenzione	APT	APT	APT
Monitoraggio			
Bilancio solventi	APT	APT	APT/APB
Prevenzione atmosfere pericolose in fogna	NPT	NPT	NPT
Monitoraggio acque di scarico (TOC)	APT	APT	NPT
Monitoraggio emissioni gassose convogliate e diff / fuggitive	NPB	APT	APT/APB ¹⁴
Registrazione rifiuti	APT	APT	APT
Gestione dell'acqua			
Trattamento acque di processo in ingresso	APT/APB	APT	APB
Riciclo e riuso dell'acqua internamente all'impianto	APT	APT	APB
Lavaggio di processo in cascata/stadi (controcorrente)	APT	APT	NPT
Controllo dei consumi d'acqua (da pozzo e da acquedotto)	APB	APT/APB	APB
Gestione dell'energia			
Registrazione dei consumi e delle forniture energetiche	APB	APT/APB	APB
Macchine ad alta efficienza	NPT	APT	NPT

¹⁴ Le emissioni gassose convogliate vengono monitorate. Le emissioni diffuse vengono quantificate per differenza da calcoli matematici in quanto risulta complessa la loro determinazione analitica.

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Autoveicoli	Autoveicoli industriali	Legno
Uso efficiente dell'energia (cogenerazione et al.)	APB	NPT	NPT
Gestione delle materie prime per trattamento superfici			
Qualificazione degli operatori (formazione su MP)	APT	APT	APT
Gestione Just in Time	APT	APT/APB	APB
Controllo qualità di vernici e solventi	APT	APT	APT/APB ¹⁵
Minimizzazione dei consumi di materie prime	APT	APT	APB
Sistemi di miscelamento automatizzati	APT	APT	NPT
Riuso di vernici/inchiostri resi	NPB	NPB	NPT
Riuso di vernici/inchiostri recuperati	NPB	NPB	NPT
Tubazioni dirette per vernici/inchiostri dalla stoccaggio	APT	APT	NPT
Tubazioni dirette per solventi dallo stoccaggio	APT	APT	NPT
Verniciatura a lotti (colour grouping)	APT	NPT	APB
Pig clearing systems	APB	APT/APB	NPT
Processi di rivestimento e impianti			
<i>Pretrattamenti prima della verniciatura</i>			
Applicazione sigillanti			NPT
Sgrassaggio con solventi	NPT	NPT	NPT
Pretrattamenti con acqua	APT	APT	APT/APB ¹⁶
Sgrassaggio con acqua	APT	APT	NPT
Rivestimento per conversione chimica con cromo	NPT	APT	NPT
Rivestimento per conversione chimica senza cromo	APT	APT	NPT
Manutenzione bagno	APT	APT	NPT
Fresatura chimica			NPT
Decapaggio			NPT
<i>Sistemi di verniciatura</i>			
Vernici convenzionali con solventi	APT	APT	APT
Vernici ad alto solido con solventi	APT	NPT	APB
Vernici ad acqua	APT	NPT	APT/APB
Vernici ad indurimento fotochimica e per radiazioni	NPT	NPB	APT/APB
Vernici in polvere – Indurimento convenzionale	APT/APB	NPB	NPT

¹⁵ NPB se si intende un controllo di qualità con prove di laboratorio sistematiche

¹⁶ APB se si intende l'applicazione della tinta all'acqua

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Autoveicoli	Autoveicoli industriali	Legno
Vernici in polvere disperse in acqua	NPT/APB	NPB	NPB
Uso di materiali preverniciati	APT	NPT	APB
Cicli di verniciatura mista	NPT	NPT	APT/APB
<i>Processi di applicazione delle vernici e impianti</i>			
Verniciatura liquida a rullo	NPT	NPB	APT
Verniciatura/Ricopratura a velo	NPT	NPB	APT
Verniciatura per immersione convenzionale	NPT	NPB	NPB
Verniciatura per elettroforesi	APT	APT	NPT
Verniciatura a galleggiamento	NPT	NPB	NPT
Verniciatura a vuoto	NPT	NPB	NPT
Verniciatura in stampo	NPT	NPT	NPB
A spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione	APT	APT	APT
A spruzzo alto volume aria e a bassa pressione (HVLP)	APT	APT	APB
Verniciatura a spruzzo caldo	NPT	NPB	APB
Verniciatura a spruzzo senza aria	APT (PVC)	APT (PVC)	APB
Verniciatura a spruzzo misto aria	APT	APT	APB
Verniciatura ad atomizzazione elettrostatica	APT	APT	APB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotaz. a campana/coppe	APT	APT	APB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotazione a disco	NPT	NPT	APB
Ad atomizzazione elettrostatica con aria compressa	APT	APT/APB	APB
Applic. vernici in polvere – A spruzzo assistito elettr.	APT	NPB	NPT
Applic. vernici in polvere – Sinterizzazione	NPT	NPB	NPT
Flame spray			NPT
<i>Tecniche di gestione overspray</i>			
Manut. impianti e ottimizz.	APT	APT	APT
Efficienza di trasferimento			
Cabine a spruzzo con abbatt a separazione a umido	APT	APT	APT/APB
Cabine a spruzzo con abbattimento a secco			APT/APB
Cabine a spruzzo con recupero a parete fredda	NPT	NPB	NPT
Cabine robotizzate con reciprocatori a ciclo chiuso			NPT
<i>Tecniche di trattamento acque per ridurre reflui e rifiuti</i>			
Lavaggi multipli acque di processo (a cascata)	APT	APT	NPT

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Autoveicoli	Autoveicoli industriali	Legno
Uso di resine a scambio ionico per reflui vasche pretr.	APT	APT	NPT
Filtrazione a membrana	APT	APT	NPT
Rimozione delle morchie dal bagno e dalle raccolte di acque di processo	APT	APT	APT
Filtrazione delle soluzioni di processo	APT	APT	NPT
Scarico continuo delle morchie di verniciatura	APT	APT	NPT
Sistema di decantazione	APT	APT	NPT
Coagulazione di vernici solide in chiarificatori	NPT	NPT	NPT
Essiccazione			
<i>Processi di evaporazione</i>			
A convezione	APT	APT	APT/APB
A convezione con gas inerte	NPT	NPB	NPT
Ad induzione	NPT	NPB	NPT
Elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua	NPT	NPB	NPT
<i>Processi di reticolazione a radiazione</i>			
A radiazioni infrarosse	APT	APT	APT
A radiazioni vicine all'infrarosso	NPT	NPT	NPT
A radiazioni ultraviolette	NPT	NPB	APT
A fasci di elettroni	NPT	NPB	NPT
Reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione)	NPT	NPB	NPT
Tecniche di lavaggio (di parti o di impianti)			
Preparazione prima del lavaggio		NPT	NPT
Lavaggio con solvente convenzionale	APT	APT	APT
Lavaggio con recupero di solvente	APT	APT	APB ¹⁷
Lavaggio di parti meccaniche a spruzzo d'acqua ad alta press.	APT	APT	NPB
Lavaggio ad ultrasuoni	NPT	APT/APB	NPB
Pulizia con ghiaccio secco	NPT	NPT	NPB
Tecniche di lavaggio ad acqua	APT	APT	NPB
Sostituzione			
Sostituzione delle sostanze pulenti	APT/APB	APT	NPB
Con sostanze meno volatili	NPT	NPT	NPB
Con sostanze di derivazione vegetale	NPT	NPT	NPB
Con sostanze a base d'acqua	APT/APB	NPT	APB ¹⁸

¹⁷ APB se si intende il lavaggio degli impianti con diluenti dopo la verniciatura e la distillazione, quindi il riutilizzo del solvente.

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Autoveicoli	Autoveicoli industriali	Legno
Sostituzione con solventi a più basso ozono	NPT	NPT	NPB
Sostituzione dei solventi alogenati	APT	APT	APT
Sostituzione con miscele di solventi a base acquosa	APT/APB	NPT	NPB
Sostituzione preparati cromo con prodotti <i>chromate-free</i>			NPT
Trattamento emissioni gassose			
Progettazione, ottimizzazione e gestione tecniche abbattimento	APT	APT	APT
Contenimento e captazione emissioni gassose	APT	APT	APT
Pretrattamento, filtrazione e scrubbing	APT	APT	NPB ¹⁹
Sistemi di ossidazione	APT	APT	NPB ¹⁹
Sistemi di condensazione	NPT	NPB	NPB ¹⁹
Adsorbimento	NPT	NPT	APB
Absorbimento	NPT	NPT	NPT
Trattamento biologico	NPT	NPT	NPT
Tecniche di abbattimento NOx	NPT	NPT	NPB
Sistema combinato adsorbimento/combustione (rotoconcentratore)			NPB ¹⁹
Trattamento acque reflue			
			20
Flocculazione	APT	APT	NPT
Separazione	APT	APT	APT
Distillazione a vuoto	NPT	NPT	NPT
Trattamento biologico	APT	APT	NPT
Ultra e nanofiltrazione e osmosi inverse	APT/APB	APT/APB	NPT
Minimizzazione e trattamento rifiuti			
Recupero di solventi usati	APT	APT	APB ²¹
Trattamento di solventi usati	NPT	NPT	NPT
Riutilizzo panni di pulizia	APB/APT	APT/APB	NPT
Recupero di solventi usati dai panni	NPT	NPB	NPB
Contenitori riutilizzabili	APT	APT	NPT
Trattamento dei carboni attivi	APB/APT	NPT	NPT
Trattamento fanghi	APT	APT	NPT
Distillazione morchie di vernici	NPT	NPT	APT
Abbattimento polveri			
Filtri	APT	APT	APT

¹⁸ APB solo nel caso di utilizzo di prodotti vernicianti idrodiluibili

¹⁹ Questi sistemi di abbattimento sono difficilmente utilizzabili nei cicli di verniciatura di manufatti in legno a causa delle basse concentrazioni e delle elevate portate

²⁰ Per acque reflue si intendono le acque degli impianti di abbattimento ad acqua

²¹ Possono essere recuperati con distillazione i solventi contenuti nelle morchie di verniciatura che vengono generalmente riutilizzati nelle operazioni di pulizia e lavaggio degli impianti e delle apparecchiature

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Autoveicoli	Autoveicoli industriali	Legno
Abbattimento odori	APT/APB	NPT	NPT
Abbattimento rumori	APT	APT	NPT

Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel trattamento delle superfici con solventi per il coil coating e per il lavaggio e verniciatura soles gomma, poliuretano e termoplastico

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Coil Coating Verniciatura alluminio / acciaio	Lavaggio e verniciatura soles gomma, poliuretano e termoplastico
Tecniche di gestione ambientale		
Strumenti di gestione ambientale	APT	APB
Piano di gestione solventi	APT	APT
Benchmarking consumi ed emissioni	APT	APB
Contabilità ambientale	APB	APB
Progettazione, costruzione e funzionamento		
Prevenzione dell'inquinamento da rilasci occasionali	APT	APT
Stoccaggio e movimentazione sostanze pericolose	APT	APT
Automazione impianti	APT	APB
Formazione sugli aspetti ambientali	APT	APT
Ottimizzazione processi/impianti	APT	APB
Manutenzione	APT	APT
Monitoraggio		
Bilancio solventi	APT	APT
Prevenzione atmosfere pericolose in fogna	APB	NPB
Monitoraggio acque di scarico (TOC)	APB	APB
Monitoraggio emissioni gassose convogliate e diff / fuggitive	APT	APB/NPB
Registrazione rifiuti	APT	APT
Gestione dell'acqua		
Trattamento acque di processo in ingresso	APT	APT
Riciclo e riuso dell'acqua internamente all'impianto	APT	APT
Lavaggio di processo in cascata/stadi (controcorrente)	APT	APT
Controllo dei consumi d'acqua (da pozzo e da acquedotto)	APT	APT
Gestione dell'energia		
Registrazione dei consumi e delle forniture energetiche	APT	APB
Macchine ad alta efficienza	APT	APB
Uso efficiente dell'energia (cogenerazione et al.)	APT	APB

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Coil Coating Verniciatura alluminio / acciaio	Lavaggio e verniciatura suole gomma, poliuretano e termoplastico
Gestione delle materie prime per trattamento superfici		
Qualificazione degli operatori (formazione su MP)	APT	APT
Gestione Just in Time	APB	APT
Controllo qualità di vernici e solventi	APT	APB
Minimizzazione dei consumi di materie prime	APT	APB
Sistemi di miscelamento automatizzati	APB	APB
Riuso di vernici/inchiostri resi	APB	APB
Riuso di vernici/inchiostri recuperati	APB	APB
Tubazioni dirette per vernici/inchiostri dalla stoccaggio	APB	NPB
Tubazioni dirette per solventi dallo stoccaggio	APB	NPB
Verniciatura a lotti (colour grouping)	APT	APT
Pig clearing systems	NPB ²²	NPB
Processi di rivestimento e impianti		
<i>Pretrattamenti prima della verniciatura</i>		
Applicazione sigillanti		NPB
Sgrassaggio con solventi	NPT	APT
Pretrattamenti con acqua	APT	NPB
Sgrassaggio con acqua	APT	APB
Rivestimento per conversione chimica con cromo	APT	NPB
Rivestimento per conversione chimica senza cromo	APT	NPB
Manutenzione bagno	APT	NPB
Fresatura chimica		NPB
Decapaggio		NPB
<i>Sistemi di verniciatura</i>		
Vernici convenzionali con solventi	APT	APT
Vernici ad alto solido con solventi	APT	NPB
Vernici ad acqua	NPT	APB
Vernici ad indurimento fotochimica e per radiazioni	NPT	NPB
Vernici in polvere – Indurimento convenzionale	APT	NPB
Vernici in polvere disperse in acqua	NPT	NPB
Uso di materiali preverniciati	NPT	NPB

²² La tecnica in questione non è presente nel comparto

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Coil Coating Verniciatura alluminio / acciaio	Lavaggio e verniciatura suole gomma, poliuretano e termoplastico
Cicli di verniciatura mista	APB	APB
<i>Processi di applicazione delle vernici e impianti</i>		
Verniciatura liquida a rullo	APT	NPB
Verniciatura/Ricopratura a velo	NPT	NPB
Verniciatura per immersione convenzionale	NPT	APT
Verniciatura per elettroforesi	NPT	NPB
Verniciatura a galleggiamento	NPT	NPB
Verniciatura a vuoto	NPT	NPB
Verniciatura in stampo	NPT	NPB
A spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione	NPT	APT
A spruzzo alto volume aria e a bassa pressione (HVLP)	NPT	APB
Verniciatura a spruzzo caldo	NPT	NPB
Verniciatura a spruzzo senza aria	NPT	NPB
Verniciatura a spruzzo misto aria	NPT	APB
Verniciatura ad atomizzazione elettrostatica	NPT	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotaz. a campana/coppe	NPT	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotazione a disco	NPT	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica con aria compressa	NPT	NPB
Applic. vernici in polvere – A spruzzo assistito elettr.	NPT	NPB
Applic. vernici in polvere – Sinterizzazione	NPT	NPB
Flame spry		NPB
<i>Tecniche di gestione overspray</i>		
Manut. impianti e ottimizz. Efficienza di trasferimento	NPT	APT
Cabine a spruzzo con abbattimento a separazione a umido	NPT	APT
Cabine a spruzzo con abbattimento a secco		APT
Cabine a spruzzo con recupero a parete fredda	NPT	APB
Cabine robotizzate con reciprocatori a ciclo chiuso		NPB
<i>Tecniche di trattamento acque per ridurre reflui e rifiuti</i>		
Lavaggi multipli acque di processo (a cascata)	APB	APT
Uso di resine a scambio ionico per reflui vasche pretr.	NPT	NPB

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Coil Coating Verniciatura alluminio / acciaio	Lavaggio e verniciatura suole gomma, poliuretano e termoplastico
Filtrazione a membrana	NPT	NPB
Rimozione delle morchie dal bagno e dalle raccolte di acque di processo	NPT	APT
Filtrazione delle soluzioni di processo	APB	APB
Scarico continuo delle morchie di verniciatura	NPT	APB
Sistema di decantazione	APB	APB
Coagulazione di vernici solide in chiarificatori	NPT	NPB
Essiccazione		NPB
<i>Processi di evaporazione</i>		NPB
A convezione	APT	
A convezione con gas inerte	NPT	
Ad induzione	NPT	
Elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua	NPT	
<i>Processi di reticolazione a radiazione</i>		NPB
A radiazioni infrarosse	APB	
A radiazioni vicine all'infrarosso	APB	
A radiazioni ultraviolette	NPT	
A fasci di elettroni	NPT	
Reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione)	NPT	NPB
Tecniche di lavaggio (di parti o di impianti)		
Preparazione prima del lavaggio	APB	NPB
Lavaggio con solvente convenzionale	APB	APT
Lavaggio con recupero di solvente	APB	APT
Lavaggio di parti meccaniche a spruzzo d'acqua ad alta press.	APB	NPB
Lavaggio ad ultrasuoni	NPT	NPB
Pulizia con ghiaccio secco	NPT	NPB
Tecniche di lavaggio ad acqua	NPT	APB
Sostituzione		
Sostituzione delle sostanze pulenti	APB	APB
Con sostanze meno volatili	APB	APB
Con sostanze di derivazione vegetale	APB	NPB
Con sostanze a base d'acqua	APB	APB
Sostituzione con solventi a più basso ozono	APB	APT
Sostituzione dei solventi alogenati	APB	APB

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Coil Coating Verniciatura alluminio / acciaio	Lavaggio e verniciatura suole gomma, poliuretano e termoplastico
Sostituzione con miscele di solventi a base acquosa	APB	NPB
Sostituzione preparati cromo con prodotti cromatefree		NPB
Trattamento emissioni gassose		
Progettazione, ottimizzazione e gestione tecniche abbattimento	APT	APB
Contenimento e captazione emissioni gassose	APT	NPB
Pretrattamento, filtrazione e scrubbing	APB	APT
Sistemi di ossidazione	APT	NPB
Sistemi di condensazione	NPT	NPB
Adsorbimento	APB	NPB
Absorbimento	APB	NPB
Trattamento biologico	NPT	NPB
Tecniche di abbattimento NOx	NPT	NPB
Sistema combinato adsorbimento/combustione (rotoconcentratore)		APB/NPB
Trattamento acque reflue		
Flocculazione	APT	APB
Separazione	APT	APB
Distillazione a vuoto	NPT	APB
Trattamento biologico	NPT	NPB
Ultra e nanofiltrazione e osmosi inverse	NPT	NPB
Minimizzazione e trattamento rifiuti		
Recupero di solventi usati	APT	APT
Trattamento di solventi usati	NPT	APT
Riutilizzo panni di pulizia	NPT	NPB
Recupero di solventi usati dai panni	NPT	NPB
Contenitori riutilizzabili	APT	APT
Trattamento dei carboni attivi	NPT	NPB
Trattamento fanghi	APT	NPB
Distillazione morchie di vernici	NPT	APT
Abbattimento polveri		
Filtri	NPT	APT
Abbattimento odori		
	NPT	NPB
Abbattimento rumori		
	APT	APB

Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nel trattamento delle superfici con solventi nella verniciatura degli aerei

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Velivolo	Segmento di velivolo	Tubi lamiere meccanica	Compositi
Tecniche di gestione ambientale				
Strumenti di gestione ambientale	APB	APB	APB	APB
Piano di gestione solventi	APT	APT	APT	APT
Benchmarking consumi ed emissioni	APB	APB	APB	APB
Contabilità ambientale	APB	APB	APB	APB
Progettazione, costruzione e funzionamento				
Prevenzione dell'inquinamento da rilasci occasionali	APT	APT	APT	APT
Stoccaggio e movimentazione sostanze pericolose	APT	APT	APT	APT
Automazione impianti	APB	APB	APB	APB
Formazione sugli aspetti ambientali	APT	APT	APT	APT
Ottimizzazione processi/impianti	APB	APB	APB	APB
Manutenzione	APT	APT	APT	APT
Monitoraggio				
Bilancio solventi	APB	APB	APB	APB
Prevenzione atmosfere pericolose in fogna	NPT	NPT	NPT	NPT
Monitoraggio acque di scarico (TOC)	APT	APT	APT	APT
Monitoraggio emissioni gassose convogliate e diff / fuggitive	APT	APT	APT	APT
Registrazione rifiuti	APT	APT	APT	APT
Gestione dell'acqua				
Trattamento acque di processo in ingresso	NPT	NPT	APT	NPT
Riciclo e riuso dell'acqua internamente all'impianto	APT	APT	APB	APB
Lavaggio di processo in cascata/stadi (controcorrente)	NPT	NPT	NPT	NPB
Controllo dei consumi d'acqua (da pozzo e da acquedotto)	APT	APT	APT	APT
Gestione dell'energia				
Registrazione dei consumi e delle forniture energetiche	APT	APT	APT	APT
Macchine ad alta efficienza	APB	APB	APB	APB
Uso efficiente dell'energia (cogenerazione et al.)	APB	APB	APB	APB
Gestione delle materie prime per trattamento superfici				
Qualificazione degli operatori (formazione su MP)	APT	APT	APT	APT
Gestione just in Time				

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Velivolo	Segmento di velivolo	Tubi lamiere meccanica	Compositi
Controllo qualità di vernici e solventi	APT	APT	APT	APT
Minimizzazione dei consumi di materie prime				
Sistemi di miscelamento automatizzati	APT	APT	APT	APT
Riuso di vernici/inchiostri resi	NPB	NPB	NPB	NPB
Riuso di vernici/inchiostri recuperati	NPB	NPB	NPB	NPB
Tubazioni dirette per vernici/inchiostri dalla stoccaggio	NPB	NPB	NPB	NPB
Tubazioni dirette per solventi dallo stoccaggio	APB	APB	APB	APB
Verniciatura a lotti (colour grouping)	NPT	NPT	NPT	NPB
Pig clearing systems	NPT	NPT	NPT	NPT
Processi di rivestimento e impianti				
<i>Pretrattamenti prima della verniciatura</i>				
Applicazione sigillanti	APB	APB	APB	APB
Sgrassaggio con solventi	APT	APT	APT	APT
Pretrattamenti con acqua	APB	APB	APB	APB
Sgrassaggio con acqua (soluzioni alcaline)	APT	APT	APT	NPT
Passivazione/Rivestimento per conversione chimica con cromo	APT	APT	APT	NPB
Passivazione/Rivestimento per conversione chimica senza cromo	NPB	NPB	APT	NPB
Manutenzione bagno	NPB	NPB	APT	NPB
Fresatura chimica	NPB	NPB	APT	NPB
Decapaggio	NPB	NPB	APT	NPB
<i>Sistemi di verniciatura</i>				
Vernici convenzionali con solventi	APT	APT	APT	APT
Vernici ad alto solido con solventi	APB	APB	APB	APB
Vernici ad acqua	APB	APB	APB	APB
Vernici ad indurimento fotochimica e per radiazioni	NPB	NPB	NPB	NPB
Vernici in polvere – Indurimento convenzionale	NPB	NPB	NPB	NPB
Vernici in polvere disperse in acqua	NPB	NPB	NPB	NPB
Uso di materiali preverniciati	APB	APB	NPT	NPT
Cicli di verniciatura mista	NPT	NPT	NPT	NPT
<i>Processi di applicazione delle vernici e impianti</i>				
Verniciatura liquida a rullo	NPT	NPT	NPT	NPB
Verniciatura/Ricopratura a velo	APT	APT	APT	NPT
Verniciatura per immersione convenzionale	NPB	NPB	NPB	NPB

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Velivolo	Segmento di velivolo	Tubi lamiera meccanica	Compositi
Verniciatura per elettroforesi	NPT	NPT	NPT	NPT
Verniciatura a galleggiamento	NPT	NPT	NPT	NPT
Verniciatura a vuoto	NPT	NPT	NPT	NPT
Verniciatura in stampo	NPT	NPT	NPT	NPT
A spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione	APT	APT	APT	APT
A spruzzo alto volume aria e a bassa pressione (HVLP)	APT	APT	APT	APB
Verniciatura a spruzzo caldo	APB	APB	APB	APB
Verniciatura a spruzzo senza aria	APT	APT	APB	APB
Verniciatura a spruzzo misto aria	APB	APB	APB	APB
Verniciatura ad atomizzazione elettrostatica	APT	APT	NPT	NPT
Ad atomizzazione elettrostatica a rotaz. a campana/coppe	APB	APB	APB	APB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotazione a disco	APB	APB	APB	APB
Ad atomizzazione elettrostatica con aria compressa	APB	APB	APB	APB
Applic. vernici in polvere – A spruzzo assistito elettr.	NPB	NPB	NPB	NPB
Applic. vernici in polvere – Sinterizzazione	NPB	NPB	NPB	NPB
Flame spray	NPT	NPT	NPT	NPB
<i>Tecniche di gestione overspray</i>				
Manut. impianti e ottimizz.	APT	APT	APT	APT
Efficienza di trasferimento				
Cabine a spruzzo con abbatt a separazione a umido	APB	APB	APB	APB
Cabine a spruzzo con abbatt a secco	APB	APB	APB	APB
Cabine a spruzzo con recupero a parete fredda	NPT	NPT	NPT	NPT
Cabine robotizzate con reciprocatori a ciclo chiuso	APB	APB	APB	APB
<i>Tecniche di trattamento acque per ridurre reflui e rifiuti</i>				
Lavaggi multipli acque di processo (a cascata)	NPT	NPT	NPT	NPT
Uso di resine a scambio ionico per reflui vasche pretr.	NPT	NPT	NPT	NPT
Filtrazione a membrana	NPT	NPT	NPT	NPT
Rimozione delle morchie dal bagno e dalle raccolte di acque di processo	APB	APB	APB	APB
Filtrazione delle soluzioni di processo	APB	APB	APB	APB

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Velivolo	Segmento di velivolo	Tubi lamiere meccanica	Compositi
Scarico continuo delle morchie di verniciatura	APB	APB	APB	APB
Sistema di decantazione	APB	APB	APB	APB
Coagulazione di vernici solide in chiarificatori	APB	APB	APB	APB
Essiccazione				
<i>Processi di evaporazione</i>				
A convezione	APB	APB	APB	APB
A convezione con gas inerte	NPT	NPT	NPT	NPT
Ad induzione	NPT	NPT	NPT	NPT
Elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua	NPT	NPT	NPT	NPT
<i>Processi di reticolazione a radiazione</i>				
A radiazioni infrarosse	APB	APB	NPT	NPT
A radiazioni vicine all'infrarosso	NPT	NPT	NPT	NPT
A radiazioni ultraviolette	NPT	NPT	NPT	NPT
A fasci di elettroni	NPT	NPT	NPT	NPT
Reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione)	NPT	NPT	NPT	NPT
Tecniche di lavaggio (di parti o di impianti)				
Preparazione prima del lavaggio	APT	APT	APT	APT
Lavaggio con solvente convenzionale	APT	APT	APT	APT
Lavaggio con recupero di solvente	NPB	NPT	APT	APT
Lavaggio di parti meccaniche a spruzzo d'acqua ad alta press.	APB	APB	APT	APB
Lavaggio ad ultrasuoni	NPB	NPB	APB	NPB
Pulizia con ghiaccio secco	NPT	NPT	NPT	NPT
Tecniche di lavaggio ad acqua	APB	APB	APB	APB
Sostituzione				
Sostituzione di vernici				
Con sostanze meno volatili	APB	APB	APB	APB
Con sostanze di derivazione vegetale	NPT	NPT	NPT	NPB
Con sostanze a base d'acqua	APB	APB	APB	APB
Sostituzione con solventi a più basso ozono	NPT	NPT	NPT	NPT
Sostituzione dei solventi alogenati	APB	APB	APB	APB
Sostituzione con miscele di solventi a base acquosa	APB	APB	APB	APB
Sostituzione preparati cromo con prodotti cromatefree	APB	APB	APB	APB
Trattamento emissioni gassose				
Progettazione, ottimizzazione e gestione tecniche abbattimento	APT	APT	APT	APT

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Velivolo	Segmento di velivolo	Tubi lamiera meccanica	Compositi
Contenimento e captazione emissioni gassose	APT	APT	APT	APT
Pretrattamento, filtrazione e scrubbing	APB	APB	APB	APB
Sistemi di ossidazione	APB	APB	NPT	NPT
Sistemi di condensazione	APT	APT	APT	NPT
Adsorbimento	APB	APB	APB	APB
Trattamento biologico	NPB	NPB	NPB	NPB
Tecniche di abbattimento NOx	NPT	NPT	NPT	NPT
Sistema combinato adsorbimento/combustione (rotoconcentratore)	APB	APT	APT	APT
Trattamento acque reflue				
Flocculazione	APB	APB	APB	APB
Separazione	APB	APB	APB	APB
Distillazione a vuoto	NPT	NPT	NPT	NPT
Trattamento biologico	NPT	NPT	NPT	NPT
Ultra e nanofiltrazione e osmosi inverse	NPT	NPT	NPT	NPT
Minimizzazione e trattamento rifiuti				
Recupero di solventi usati	NPB	NPB	APT	APT
Trattamento di solventi usati	NPB	NPB	NPT	NPT
Riutilizzo panni di pulizia	NPT	NPT	NPT	NPT
Recupero di solventi usati dai panni	NPT	NPT	NPT	NPT
Contenitori riutilizzabili	APB	APB	APB	APB
Trattamento dei carboni attivi	APB	APB	APB	APB
Trattamento fanghi	APB	APB	APB	APB
Distillazione morchie di vernici	NPT	NPT	NPT	NPT
Abbattimento polveri				
filtri	APB	APB	APB	APB
Abbattimento odori				
	NPT	NPT	NPT	NPT
Abbattimento rumori				
	NPT	NPT	NPT	NPT

Tabella di applicabilità delle tecniche e delle operazioni unitarie nella cantieristica navale

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Verniciatura automatica con shop primer	Verniciatura manuale in capannetta	Verniciatura manuale in piazzali, bacino ed in banchina
Tecniche di gestione ambientale			
Strumenti di gestione ambientale	APT/APB	APT/APB	APB
Piano di gestione solventi	APB	APB	APB
Benchmarking consumi ed emissioni	APB	APB	APB
Contabilità ambientale	APB	APB	APB
Progettazione, costruzione e funzionamento			
Prevenzione dell'inquinamento da rilasci occasionali	APT	APT	APT
Stoccaggio e movimentazione sostanze pericolose	APT	APT	APT
Automazione impianti	APT	APB	BPB
Formazione sugli aspetti ambientali	APT	APT	APT
Ottimizzazione processi/impianti	APB	APB	APB
Manutenzione	APT	APT	APT
Monitoraggio			
Bilancio solventi	APT	APT	APT
Prevenzione atmosfere pericolose in fogna	NPB	NPB	BPB
Monitoraggio acque di scarico (TOC)	NPB	NPB	NPB
Monitoraggio emissioni gassose convogliate e diff / fuggitive	APT	APT	APT
Registrazione rifiuti	APT	APT	APT
Gestione dell'acqua			
Trattamento acque di processo in ingresso	NPB	NPB	NPB
Riciclo e riuso dell'acqua internamente all'impianto	APT	NPB	NPB
Lavaggio di processo in cascata/stadi (controcorrente)	NPB	NPB	NPB
Controllo dei consumi d'acqua (da pozzo e da acquedotto)	NPB	NPB	NPB
Gestione dell'energia			
Registrazione dei consumi e delle forniture energetiche			
Macchine ad alta efficienza			
Uso efficiente dell'energia (cogenerazione et al.)			

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Verniciatura automatica con shop primer	Verniciatura manuale in capannetta	Verniciatura manuale in piazzali, bacino ed in banchina
Gestione delle materie prime per trattamento superfici			
Qualificazione degli operatori (formazione su MP)	APT	APT	APT
Gestione Just in Time	NPB	NPB	NPB
Controllo qualità di vernici e solventi	APT	APT	APT
Minimizzazione dei consumi di materie prime	NPB	NPB	NPB
Sistemi di miscelamento automatizzati	APB	APB	APB
Riuso di vernici/inchiostri resi	NPB	NPB	NPB
Riuso di vernici/inchiostri recuperati	NPB	NPB	NPB
Tubazioni dirette per vernici/inchiostri dalla stoccaggio	NPB	NPB	NPB
Tubazioni dirette per solventi dallo stoccaggio	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a lotti (colour grouping)	NPB	NPB	NPB
Pig clearing systems (sistema automatico di ottimizzazione dei quantitativi di prodotto utilizzato ovvero pittura strettamente necessaria alla applicazione)	NPB	NPB	NPB
Processi di rivestimento e impianti			
<i>Pretrattamenti prima della verniciatura</i>			
Sgrassaggio con solventi	APT	APT	APT
Pretrattamenti con acqua			
Sgrassaggio con acqua (soluzioni alcaline)	NPB	NPB	NPB
Rivestimento per conversione chimica con cromo	NPB	NPB	NPB
Rivestimento per conversione chimica senza cromo	NPB	NPB	NPB
Manutenzione bagno	NPB	NPB	NPB
<i>Sistemi di verniciatura</i>			
Vernici convenzionali con solventi	APT	APT	APT
Vernici ad alto solido con solventi	APT	APT	APT
Vernici ad acqua		APT	APT
Vernici ad indurimento fotochimica e per radiazioni	NPB	NPB	NPB
Vernici in polvere – Indurimento convenzionale	NPB	NPB	NPB
Vernici in polvere disperse in acqua	NPB	NPB	NPB
Uso di materiali preverniciati	APT	APT	APT
Cicli di verniciatura mista			
<i>Processi di applicazione delle vernici e</i>			

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Verniciatura automatica con shop primer	Verniciatura manuale in capannetta	Verniciatura manuale in piazzali, bacino ed in banchina
<i>impianti</i>			
Verniciatura liquida a rullo		APT	APT
Verniciatura/Ricopratura a velo	NPB	NPB	NPB
Verniciatura per immersione convenzionale	NPB	NPB	NPB
Verniciatura per elettroforesi	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a galleggiamento	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a vuoto	NPB	NPB	NPB
Verniciatura in stampo	NPB	NPB	NPB
A spruzzo convenzionale ad alta e bassa pressione	NPB	NPB	NPB
A spruzzo alto volume aria e a bassa pressione (HVLP)		APB	APB
Verniciatura a spruzzo caldo	NPB	NPB	NPB
Verniciatura a spruzzo senza aria	APT	APT	APT
Verniciatura a spruzzo misto aria	NPB	NPB	NPB
Verniciatura ad atomizzazione elettrostatica	NPB	NPB	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotaz. a campana/coppe	NPB	NPB	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica a rotazione a disco	NPB	NPB	NPB
Ad atomizzazione elettrostatica con aria compressa	NPB	NPB	NPB
Applic. vernici in polvere – A spruzzo assistito elettr.	NPB	NPB	NPB
Applic. vernici in polvere – Sinterizzazione	NPB	NPB	NPB
<i>Tecniche di gestione overspray</i>			
Manut. impianti e ottimizz. Efficienza di trasferimento			
Cabine a spruzzo con abbatt a separazione a umido	APT		
Cabine a spruzzo con recupero a parete fredda			
<i>Tecniche di trattamento acque per ridurre reflui e rifiuti</i>			
Lavaggi multipli acque di processo (a cascata)			
Uso di resine a scambio ionico per reflui vasche pretr.			
Filtrazione a membrana			
Rimozione delle morchie dal bagno e dalle raccolte di acque di processo			
Filtrazione delle soluzioni di processo			
Scarico continuo delle morchie di			

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Verniciatura automatica con shop primer	Verniciatura manuale in capannetta	Verniciatura manuale in piazzali, bacino ed in banchina
verniciatura			
Sistema di decantazione			
Coagulazione di vernici solide in chiarificatori			
Essiccazione			
<i>Processi di evaporazione</i>			
A convezione (NATURALE)	APT	APT	APT
A convezione con gas inerte			
Ad induzione			
Elettromagnetica (microonde) per vernici ad acqua			
<i>Processi di reticolazione a radiazione</i>			
A radiazioni infrarosse			
A radiazioni vicine all'infrarosso			
A radiazioni ultraviolette			
A fasci di elettroni			
Reattori termici (essiccazione a convezione/radiazione)			
Tecniche di lavaggio (di parti o di impianti)			
Preparazione prima del lavaggio	APT	APT	APT
Lavaggio con solvente convenzionale	NPB	NPB	NPB
Lavaggio con recupero di solvente	NPB	NPB	NPB
Lavaggio di parti meccaniche a spruzzo d'acqua ad alta press.	NPB	NPB	NPB
Lavaggio ad ultrasuoni	NPB	NPB	NPB
Pulizia con ghiaccio secco	NPB	NPB	NPB
Tecniche di lavaggio ad acqua	NPB	NPB	NPB
Sostituzione			
Sostituzione delle sostanze impiegate			
Con sostanze meno volatili	NPB	APB	APB
Con sostanze di derivazione vegetale	NPB	NPB	NPB
Con sostanze a base d'acqua	APB	APB/APT	APB/APT
Sostituzione con solventi a minor reattività all'ozono	NPB	NPB	NPB
Sostituzione dei solventi alogenati	NPB	NPB	NPB
Sostituzione con miscele di solventi a base acquosa	NPB	NPB	NPB
Trattamento emissioni gassose			
Progettazione, ottimizzazione e gestione tecniche abbattimento	APB	APB	
Contenimento e captazione emissioni	APT	APT/APB	

OPERAZIONI UNITARIE / TECNICHE	Verniciatura automatica con shop primer	Verniciatura manuale in capannetta	Verniciatura manuale in piazzali, bacino ed in banchina
gassose			
Pretrattamento, filtrazione e scrubbing (per solidi)	APT		
Sistemi di ossidazione (post combustione)	APT		
Sistemi di condensazione			
Adsorbimento	APT/APB	APT/APB	
Absorbimento			
Trattamento biologico			
Tecniche di abbattimento NOx			
Trattamento acque reflue			
Flocculazione	NPB	NPB	NPB
Separazione	NPB	NPB	NPB
Distillazione a vuoto	NPB	NPB	NPB
Trattamento biologico	NPB	NPB	NPB
Ultra e nanofiltrazione e osmosi inverse	NPB	NPB	NPB
	NPB	NPB	NPB
Minimizzazione e trattamento rifiuti			
Recupero di solventi usati	APB		
Trattamento di solventi usati	NPB	NPB	NPB
Riutilizzo panni di pulizia	NPB	NPB	NPB
Recupero di solventi usati dai panni	NPB	NPB	NPB
Contenitori riutilizzabili	APB	APB	APB
Trattamento dei carboni attivi	APT	APT	NPB
Trattamento fanghi	NPB	NPB	NPB
Distillazione morchie di vernici	NPB	NPB	NPB
Abbattimento polveri	APT/APB	APT/APB	
Abbattimento odori			
Abbattimento rumori	APT	APT	

Criteria di monitoraggio

I programmi di monitoraggio dovranno controllare che le MTD elencate nel capitolo H, ed eventualmente adottate, siano gestite nella maniera più corretta, cioè in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo.

Il monitoraggio in fase di regime serve a valutare non solo l'efficacia delle MTD applicate ma anche, e soprattutto, la conformità delle emissioni alle prescrizioni autorizzative. Esso potrà essere concentrato sui soli parametri ritenuti rilevanti quali, ad esempio, quelli riportati nelle tabelle seguenti.

È importante osservare che la scelta del piano di monitoraggio è responsabilità del gestore che dovrà presentare una proposta in sede di istanza autorizzativa. Sarà poi compito dell'autorità la valutazione della proposta e, dopo le eventuali interlocuzioni con il gestore, l'approvazione del piano che dovrà essere allegato all'autorizzazione (essendone parte integrante) e rappresenterà un obbligo per le parti.

Indicazioni generali per la redazione del piano di monitoraggio

Al fine di un appropriato piano di monitoraggio e controllo, risulta indispensabile conoscere profondamente la natura del processo che utilizza sostanze con solventi; in particolare si possono distinguere processi che operano in continuo, ad esempio in una catena di montaggio, e processi che operano in maniera discontinua.

Mentre per i primi si può ragionevolmente affermare che i processi sono sostanzialmente stabili e conseguentemente il piano di monitoraggio e controllo, una volta avviato l'impianto e portato nelle condizioni di regime, risulterebbe ragionevolmente stabile, tale da consentire una frequenza meno ripetitiva, per i secondi il piano di monitoraggio e controllo assumerà una frequenza di controllo che sia in grado di tenere l'osservazione sincronizzata alla produzione.

Gli aspetti di monitoraggio nel decreto ministeriale 16 gennaio 2004, n. 44

Parlando del monitoraggio, per le attività che utilizzano solventi, non si può ignorare il decreto ministeriale 16 gennaio 2004, n. 44, che contiene il "Recepimento della direttiva 1999/13/CE relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali, ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203" e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 26 febbraio 2004, n. 47.

Si tratta della normativa tecnica cogente per il settore e contiene specifiche prescrizioni di monitoraggio che vale la pena qui di riassumere.

Punto 4 - Controlli

1. Il gestore, in conformità alle relative prescrizioni contenute nel provvedimento di autorizzazione e, comunque, almeno una volta all'anno, fornisce all'autorità competente tutti i dati che consentono a detta autorità di verificare la conformità dell'impianto alle prescrizioni di cui all'articolo 5.

2. Relativamente alle emissioni in atmosfera, che rappresenta l'aspetto ambientale più significativo, Il gestore installa apparecchiature per la misura e per la registrazione in continuo delle emissioni nei punti di emissione presidiati da dispositivi di abbattimento e con un flusso di massa di COV, espressi come carbonio organico totale, superiore a 10 kg/h al punto finale di scarico, onde verificare la conformità delle stesse emissioni ai valori limite negli scarichi gassosi di cui all'articolo 5. Nel caso di flusso di massa inferiore, lo stesso gestore effettua misurazioni continue o periodiche, assicurando almeno tre letture durante ogni misurazione, nel caso di misurazioni periodiche; l'autorità competente può, comunque, richiedere, anche in questo caso, l'installazione di apparecchiature per la misura e per la registrazione in continuo delle emissioni, ove lo ritenga necessario.
3. Per la verifica dei valori limite espressi in concentrazione di massa sono utilizzati i metodi analitici indicati nell'allegato V.
4. In alternativa alle apparecchiature di cui al comma 2, l'autorità competente può consentire l'installazione di strumenti per la misura e per la registrazione in continuo dei parametri significativi ed indicativi del corretto stato di funzionamento dei dispositivi di abbattimento.

Punto 5 - Conformità ai valori limite di emissione

1. Il gestore dimostra all'autorità competente la conformità dell'impianto:
 - a) ai valori limite di emissione negli scarichi gassosi, ai valori limite per le emissioni diffuse e ai valori limite di emissione totale, in quanto autorizzati;
 - b) all'emissione totale annua autorizzata per l'intero impianto;
 - c) alle disposizioni dell'articolo 3, commi 5 e 6 ove applicabili.
2. Al fine di cui al comma 1, il gestore effettua, per quanto prescritto dall'autorizzazione, misurazioni di COV continue o periodiche negli scarichi gassosi, come previsto all'articolo 4, comma 2, ed elabora e aggiorna, con la periodicità prevista dall'autorizzazione ed almeno una volta all'anno, un piano di gestione dei solventi, secondo le indicazioni contenute nell'allegato IV. Il gestore determina la concentrazione di massa dell'inquinante negli scarichi gassosi, in conformità alle disposizioni dell'articolo 3, comma 3, del D.M. 12 luglio 1990.
3. Ai nuovi impianti e alle modifiche sostanziali²³, come definiti nel presente decreto, si applicano le disposizioni dell'articolo 8 del decreto del Presidente della Repubblica n. 203 del 1988.
4. In caso di misurazioni continue, la conformità ai valori limite di emissione negli scarichi gassosi è considerata raggiunta se nessuna delle medie di 24 ore di esercizio normale supera i valori limite di emissione e se nessuna delle medie orarie supera i valori limite di emissione di un fattore superiore a 1,25.
5. Per le misurazioni periodiche la conformità ai valori limite di emissione negli scarichi gassosi è considerata raggiunta se, nel corso di una misurazione, la concentrazione, calcolata come media delle 3 letture e riferita ad un'ora di

²³ Per le modifiche sostanziali è bene far riferimento anche al decreto legislativo 59 del 2005.

- funzionamento dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose, non supera il valore limite di emissione stabilito.
6. La conformità alle disposizioni dell'articolo 3, commi 10 e 11, è verificata sulla base della somma delle concentrazioni di massa dei singoli COV interessati. In tutti gli altri casi, ove non altrimenti specificato nell'allegato II, si prende come riferimento la massa totale di carbonio organico emesso.
 7. Durante i periodi di avviamento e di arresto degli impianti e nel caso di cui al comma 8, non si applicano i valori limite di emissione. Il gestore deve, comunque, adottare tutte le precauzioni opportune per ridurre al minimo le emissioni durante tali periodi.
 8. Qualora il gestore accerti che, a seguito di malfunzionamenti o avarie, un valore limite di emissione è superato:
 - a) informa tempestivamente l'autorità competente e adotta le misure necessarie per garantire un tempestivo ripristino della conformità;
 - b) sospende l'esercizio dell'attività fino a che la conformità non è ripristinata, se la violazione causa un pericolo immediato per la salute umana.
 9. L'autorità competente stabilisce nell'autorizzazione specifiche prescrizioni per i casi di cui ai commi 7 e 8.
 10. In caso di inosservanza delle prescrizioni autorizzatorie si applicano le disposizioni dell'articolo 10 del decreto del Presidente della Repubblica n. 203 del 1988.

Parametri rilevanti per il monitoraggio nel settore dell'utilizzo di solventi

La redazione della proposta del piano di monitoraggio dipende da molte circostanze, anche collegate allo specifico impianto ed al sito in cui esso è collocato (contesto territoriale).

Le tabelle che seguono intendono fornire un'indicazione di massima, al gestore ed all'autorità, su parametri minimi che, in generale nel caso di impianti con utilizzo dei solventi, sarebbe opportuno considerare per approntare un piano di monitoraggio efficace.

Comparto Ambientale	Aspetto Ambientale	Parametri	Frequenza ²⁴
Aria	Emissioni in atmosfera	COT	Continuo in relazione alla significatività dell'emissione ovvero semestrale in seguito a comprovata ²⁶ stabilità del processo e delle emissioni; in alternativa in accordo con l'autorità competente.
		SOV (con speciazione se sono presenti più solventi)	Almeno annuale ²⁷ in seguito a comprovata ¹⁴ stabilità del processo e delle emissioni; in alternativa in accordo con l'autorità competente
		Cancerogeni, teratogeni e mutageni ²⁵	Almeno semestrale in seguito a comprovata ¹⁴ stabilità del processo e delle emissioni; in alternativa in accordo con l'autorità competente
		Polveri	Almeno annuale in seguito a comprovata ¹⁴ stabilità del processo
		CO, NOx	Annuale, solo se applicabile
Acqua	Risorsa idrica	Quantità (portata se necessario) di acqua utilizzata nei processi	Mensile - trimestrale, con adozione di misuratori di portata separati per linea produttiva
	Scarichi idrici	Quantità (portata se necessario) di reflui scaricati di processo	Mensile – trimestrale, con adozione di misuratori di portata separati per linea produttiva ²⁸
		COD, BOD ₅ ^(a) , pH, TSS,	Almeno semestrale in seguito a comprovata ¹⁴ stabilità del processo e delle emissioni; in alternativa, sulla base degli accordi con il gestore di fognatura pubblica e in accordo con l'autorità competente

²⁴ Fatti salvi i casi in cui è richiesto per legge un monitoraggio più frequente o in continuo

²⁵ Si intende la classificazione legata alle sostanze con frase di rischio R45, R46, R49, R60, R61 e R64.

²⁶ La prova di stabilità comporta un controllo sistematico (continuo o discontinuo, in relazione alle esigenze) per un limitato periodo di tempo (normalmente tra 1 e 7 giorni, ma la cui durata è valutabile solo in relazione alla specifica tipologia del processo ed ai dati di esercizio già acquisiti dall'azienda).

²⁷ Sono attualmente riportati casi di frequenza anche inferiore, in caso di emissioni poco rilevanti e molto stabili nel tempo.

²⁸ Solo nel caso in cui non sia possibile conoscere la quantità scaricata dalla misurazione di acqua in ingresso

Comparto Ambientale	Aspetto Ambientale	Parametri	Frequenza²⁴
		Altri parametri previsti nel D. Lgs. 152/99 (All. 5 tab. 3)	Una tantum all'atto dell'adeguamento ad IPPC, successivamente parametri selettivi concertati con l'autorità competente a valle di una valutazione esaustiva che escluda la presenza di altri inquinanti
Energia	Consumo energia elettrica	Energia consumata	Mensile - trimestrale
	Consumo energia termica	Consumo combustibili	Mensile - trimestrale
Rifiuti	Produzione di rifiuti ^(b)	Rifiuti pericolosi e non (solo per le tipologie di interesse)	Trimestrale
		Quantità totale in discarica e quantità totale a recupero	Trimestrale
	Bilancio solventi	Contenuto di solventi nei rifiuti pericolosi	Annuale
Rumore	Emissioni acustiche	L _{EQ} dB(A)	Ogni 4 anni e ad ogni variazione significativa degli impianti

a) Il BOD₅ può essere calcolato per via indiretta utilizzando un fattore di correlazione con il COD. E' consigliata la misurazione del BOD₅ in fase di avvio dell'impianto di depurazione o in caso di sostanziali variazioni del ciclo produttivo, per verificare il suddetto rapporto COD/BOD₅ .

b) Fatto salvo il rispetto sulla tenuta dei registri

K. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE ED UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Considerazioni generali

Le informazioni contenute in questo documento sono da intendere come un riferimento per la determinazione delle MTD nei singoli casi specifici. Le tecniche che vengono presentate e i livelli di emissione e di consumi energetici e di materiali ad esse associati dovrebbero essere considerate come un'indicazione generale e una sorta di base tecnica da consultare nel momento del rilascio di un'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) basata sulle MTD.

La determinazione di appropriate condizioni da prescrivere nel rilascio dall'AIA dovrebbe tener conto, infatti, di fattori locali e specifici del sito, come le caratteristiche tecniche dell'insediamento produttivo interessato, la sua localizzazione geografica e le specifiche condizioni ambientali. Nel caso di impianti esistenti, inoltre, si dovrebbe prendere in considerazione la fattibilità tecnico/economica dell'introduzione di una tecnica indicata in questa guida come MTD, ricordando che essa è definita come tale solo in senso generale. Le tecniche e i livelli di performance ambientale indicati non sono perciò necessariamente da considerare appropriati per tutti i tipi di impianti, anche se possono essere ritenuti validi per un'ampia casistica.

L'elenco delle MTD riportate nel presente documento, così come nel BRef, non può essere considerato esaustivo. Nell'applicazione al caso concreto si dovrà quindi anche valutare la reale applicabilità delle tecniche, oltre alla possibilità di disporre di tecniche alternative parimenti efficaci. Pertanto l'individuazione delle MTD applicate ed applicabili in un singolo impianto deve necessariamente partire da una valutazione preliminare dell'impianto produttivo, che l'azienda dovrà svolgere e successivamente sottoporre all'amministrazione tramite la domanda di autorizzazione.

Tale valutazione, da parte dell'azienda, deve essere finalizzata alla illustrazione dei processi condotti nel sito produttivo e delle conseguenti prestazioni ambientali. In questa fase dovranno quindi essere individuate le differenti fasi produttive, le apparecchiature installate, le materie prime impiegate. Tutto ciò avrà infatti influenza sulle tecniche applicabili e sulle emissioni prodotte.

La fase successiva richiede la valutazione degli aspetti ambientali significativi sui quali concentrare l'attenzione, nell'ambito di un approccio integrato. In questo senso, è necessaria una valutazione dei flussi di materia ed energia in ingresso ed in uscita dallo stabilimento. Ulteriori valutazioni dei flussi, suddivise per singole fasi di lavorazione, possono rendersi utili o necessarie per utenze di particolare impatto, nel caso in cui su tali utenze sia possibile ottenere un miglioramento ambientale sensibile ed importante. Per l'identificazione dei parametri significativi ci si può riferire a quanto già disponibile in letteratura, verificandone la congruenza nel caso specifico.

A questo punto l'azienda sarà in grado di identificare le MTD, o altre tecniche alternative, già applicate nello stabilimento e valutare le eventuali possibilità di intervento, in particolare nei settori ambientali che dovessero essere emersi come più significativi nella valutazione precedente. Alla identificazione, da parte dell'azienda, di

possibili tecniche integrative si deve associare la valutazione dell'applicabilità tecnica ed economica nella realtà specifica.

Criteria di individuazione ed utilizzo

Si richiama che per le MTD presentate e, per quanto possibile, per le emissioni ed i consumi ad esse associate, valgono le seguenti considerazioni.

- A. Eventuali livelli di performance ambientale (emissioni e consumi), associati a MTD di settore, devono essere intesi come performance massime prevedibili applicando una determinata tecnologia; ma va valutato adeguatamente l'equilibrio costi/benefici e tenute sempre presenti le condizioni di riferimento (ad esempio i periodi per la valutazione dei valori medi). Essi non sono, e non devono essere, considerati alla stregua di valori limite di emissione o di consumo.
- B. Le MTD vanno considerate come riferimenti e orientamenti generali per valutare la performance di impianti esistenti o la proposta di nuove installazioni, in vista della definizione di condizioni di funzionamento o di vincolo appropriate.
- C. La definizione e l'adozione delle MTD richiede una precisa metodologia, in quanto esse sono influenzate da numerosi fattori di carattere locale che caratterizzano il sito, quali ad esempio la disponibilità di materie prime e la loro qualità, la compatibilità con sistemi di abbattimento efficaci e la possibilità di ridurre al massimo i consumi di acqua e la generazione di rifiuti.

Il documento sottolinea inoltre la necessità, nell'adozione delle MTD, di attenersi ai seguenti principi:

- una volta adottata una tecnica classificabile come MTD, perché tale tecnica sia veramente tale è necessario che sia gestita nella maniera più corretta in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo;
- nell'ambito del ciclo produttivo il concetto di MTD va applicato a tutta la catena di gestione delle attività, onde evitare che il beneficio ambientale di una misura presa all'inizio venga ridotto da una gestione a bassa efficacia ambientale.

Come accennato, per determinare l'applicabilità di una tecnica è necessario verificare il contesto in cui opera l'azienda e la coerenza con i principi delle MTD, sulle quali si fonda la direttiva stessa.

A tale riguardo ricordiamo che nell'allegato IV della direttiva 96/61/CE, e dello stesso decreto legislativo 59 del 2005, si elencano le considerazioni da tenere presenti nella determinazione delle MTD, tenuto conto dei costi e dei benefici, così riassunti:

- Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti.
- Impiego di sostanze meno pericolose.
- Sviluppo di tecniche per il ricupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti.
- Processi, sistemi o metodi operativi comparabili, sperimentati con successo su scala industriale.
- Progressi in campo tecnico e evoluzione delle conoscenze in campo scientifico.

- Natura, effetti e volume delle emissioni in questione.
- Date di messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti.
- Tempo necessario per utilizzare una migliore tecnica disponibile.
- Consumo e natura delle materie prime ivi compresa l'acqua usata nel processo e efficienza energetica.
- Necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi.
- Necessità di prevenire gli incidenti e di ridurre le conseguenze per l'ambiente;
- Informazioni pubblicate dalla Commissione ai sensi dell'art. 16, paragrafo 2, o da organizzazioni internazionali (ad esempio il BRef e questa stessa linea guida).

Oltre ai criteri generali come sopra riportati, si individuano nel seguito anche alcuni criteri applicabili nello specifico settore; in particolare, nella scelta delle MTD, si dovrà tenere conto:

- dell'implementazione²⁹ di un Sistema di Gestione Ambientale sulla base dei requisiti degli standard ISO e/o EMAS;
- della possibilità di sostituzione delle materie prime con un contenuto minore di solvente;
- della sostituzione di solventi aromatici leggeri di alta reattività (es. toluene, xilene, nafta ad elevato contenuto di idrocarburi aromatici C9) con alternative a più bassa reattività;
- della sostituzione di solventi alogenati con solventi meno pericolosi quali;
- della sostituzione di solventi che, per il loro contenuto, sono classificati come cancerogeni, mutageni o tossici (direttiva 67/548/CEE) e a cui sono assegnati frasi di rischio quali R45, R46, R49, R60, R61;
- dello stoccaggio e della movimentazione delle sostanze pericolose, in strutture appositamente costruite (piccole quantità, recipienti ermetici, rinvio degli sfianti al serbatoio di invio, sistemi di allarme, punti unici di raccolta);
- della minimizzazione dell'overspray attraverso la massimizzazione dell'efficienza di trasferimento;
- della progettazione degli impianti che tengano conto di dispositivi di recupero interno dei solventi;
- del riutilizzo della vernice raccolta dai sistemi di trattamento o nel processo;
- dell'impiego di solventi nei pretrattamenti, solo se non è possibile l'impiego di soluzioni detergenti a base d'acqua;
- del lavaggio delle parti meccaniche mediante sistemi alternativi all'utilizzo di solventi;
- l'impiego di cromo esavalente (Cr_{VI}) per la cromatura solo se vincolato a severi requisiti di processo (es. stampa rotocartografica) o requisiti di progetto soggetti a certificazione di tipo da parte di enti competenti e, comunque, tale impiego è consentito solo nei casi non espressamente vietati per legge (ad esempio l'impiego di cromo esavalente non è consentito nella produzione di autoveicoli);
- della preferenza per l'impiego di vernici ad alto solido;
- dell'uso di tecniche di trattamento delle emissioni (gassose, liquide ecc.) ad elevata efficienza e performance ambientale;

²⁹ In questa sede l'implementazione non deve essere confusa con l'obbligo di certificazione

- del trattamento e riutilizzo dei solventi impiegati per la pulitura al fine di minimizzare la produzione dei rifiuti;
- del trattamento dei fanghi mediante impianti ad alta efficienza di disidratazione/essiccazione.

L. GLOSSARIO

Definizioni

(Estate dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 16 gennaio 2004 n. 44)

«adesivo»: qualsiasi preparato, compresi tutti i solventi organici o i preparati contenenti solventi organici necessari per una sua corretta applicazione, usato per far aderire parti separate di un prodotto;

«composto organico»: qualsiasi composto contenente almeno l'elemento carbonio e uno o più degli elementi seguenti: idrogeno, alogeni, ossigeno, zolfo, fosforo, silicio o azoto, ad eccezione degli ossidi di carbonio e dei carbonati e bicarbonati inorganici;

«composto organico volatile (COV)»: qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso. Ai fini del presente decreto, è considerata come un COV, la frazione di creosoto che alla temperatura di 293,15 K ha una pressione di vapore superiore a 0,01 kPa;

«condizioni di confinamento»: le condizioni nelle quali un impianto è gestito in maniera tale che i COV rilasciati dall'attività sono captati ed emessi in modo controllato mediante un camino o un dispositivo di abbattimento e non sono, quindi, completamente diffusi;

«condizioni normali»: una temperatura di 273,15 K ed una pressione di 101,3 kPa;

«consumo»: il quantitativo totale di solventi organici utilizzato in un impianto per anno civile ovvero per qualsiasi altro periodo di dodici mesi, detratto qualsiasi COV recuperato per riutilizzo;

«emissione»: qualsiasi scarico di composti organici volatili da un impianto nell'ambiente;

«emissioni diffuse»: qualsiasi emissione nell'aria, nel suolo e nell'acqua di composti organici volatili, ad esclusione delle emissioni contenute negli scarichi gassosi, nonché i solventi contenuti in qualsiasi prodotto, fatte salve indicazioni diverse contenute nell'allegato II. Sono comprese le emissioni non convogliate rilasciate nell'ambiente esterno attraverso finestre, porte, sfiati e aperture similari;

«emissioni totali»: la somma delle emissioni diffuse e delle emissioni negli scarichi gassosi; qualsiasi altra attività direttamente associata che sia tecnicamente connessa con le attività svolte nel sito e possa influire sulle emissioni;

«inchiostro»: un preparato, compresi tutti i solventi organici o i preparati contenenti i solventi organici necessari per una sua corretta applicazione, usato in un'attività di stampa per imprimere testi o immagini su una superficie;

«preparato»: le miscele o le soluzioni composte di due o più sostanze;

«riutilizzo di solventi organici»: l'uso di solventi organici recuperati nell'impianto per qualsiasi scopo tecnico o commerciale, ivi compreso l'uso come combustibile;

«rivestimento»: ogni preparato, compresi tutti i solventi organici o i preparati contenenti solventi organici necessari per una sua corretta applicazione, usato per ottenere su una superficie un effetto decorativo, protettivo o funzionale;

«scarichi gassosi»: gli effluenti gassosi finali contenenti composti organici volatili o altri inquinanti, emessi nell'aria da un camino o da un dispositivo di abbattimento. I flussi volumetrici sono espressi in metri cubi/ora in condizioni normali;

«solvente organico»: qualsiasi COV usato da solo o in combinazione con altri agenti al fine di dissolvere materie prime, prodotti o materiali di rifiuto, senza subire trasformazioni chimiche o usato come agente di pulizia per dissolvere contaminanti oppure come dissolvente, mezzo di dispersione, correttore di viscosità, correttore di tensione superficiale, plastificante o conservante;

«sostanze»: qualsiasi elemento chimico e i suoi composti quali si presentano allo stato naturale o prodotti dall'industria, in forma solida, liquida o gassosa;

«vernice»: un rivestimento trasparente.

Abbreviazioni ed acronimi

AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
BAT	Best Available Techniques
BOD	Domanda Biochimica di Ossigeno; <u>è la misura della quantità di ossigeno consumata dai processi biologici</u>
BOD ₅	<u>Domanda Biochimica di Ossigeno; è la misura della quantità di ossigeno consumata dai processi biologici in 5 giorni</u>
BRef	BAT Reference Document
COD	Domanda Chimica di Ossigeno
COV	Composti Organici Volatili
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EPA	Environmental Protection Agency
EPER	European Pollutant Emission Register
INES	Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
MTD	Migliori Tecniche Disponibili
SGA	Sistema di Gestione Ambientale

L3 Unità di misura e fattori di conversione

Ai sensi del DPR 12/8/1982 n. 802, le unità di misura legali (salvo le eccezioni ammesse dall'art. 3, ad es., per la navigazione marittima ed aerea) sono quelle del Sistema Internazionale SI (Direttiva CEE n. 80/181, norma CNR-UNI 10003 del Febbraio 1984).

La Direttiva 80/81/CEE ha subito numerose modifiche. L'ultima versione è la Direttiva 1999/103/CE recepita ed attuata dal Decreto MICA del 29/1/2001 sul riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle unità di misura. Il Decreto conferma l'obbligo di utilizzare le unità del Sistema Internazionale e proroga fino al 31/12/2009 l'impiego di indicazioni plurime per quelle unità di misura in uso nei paesi anglosassoni.

Di seguito si riportano le grandezze fondamentali e le grandezze derivate del Sistema Internazionale.

Grandezze fondamentali del Sistema Internazionale

Grandezza	Nome Unità	Simbolo Unità
Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Tempo	secondo	s
Intensità di corrente	ampere	A
Temperatura termodinamica	kelvin	K
Quantità di materia	mole	mol
Intensità luminosa	candela	cd

Grandezze derivate del Sistema Internazionale

Grandezza	Nome Unità	Simbolo Unità
Frequenza	hertz	Hz
Forza	newton	N
Pressione e Tensione	pascal	Pa
Energia, Lavoro, quantità di calore	joule	J
Potenza	watt	W
Tensione elettrica, potenziale elettrico, forza elettromotrice	mole	mol
Resistenza elettrica	ohm	
Flusso luminoso	lumen	lm
Illuminamento	lux	lx

Unità non Sistema Internazionale per alcune grandezze derivate

Grandezza	Unità non S.I. ammesse	Simbolo
Volume	litro	l
Volume	metri cubi	m ³
Massa	tonnellata	t
Massa	Lton (massa equivalente a 1000 litri di prodotto finito)	Lton
Pressione	bar	bar

Fattori di conversione di unità di misura di Energia e di Potenza.

Energia	kJ	GJ	kWh	kcal	kpm	Btu	TEP
1 kJ	1	1 10 ⁻⁶	2,778 10 ⁻⁴	2,388 10 ⁻¹	1,020 10 ²	9,480 10 ⁻¹	2,388 10 ⁻⁸
1 GJ	1 10 ⁶	1	2,778 10 ²	2,388 10 ⁵	1,020 10 ⁸	9,480 10 ⁵	2,388 10 ⁻²
1 kWh	3,600 10 ³	3,600 10 ⁻³	1	8,598 10 ²	3,671 10 ⁵	3,413 10 ³	8,598 10 ⁻⁵
1 kcal	4,187	4,187 10 ⁻⁶	1,163 10 ⁻³	1	4,269 10 ²	3,968	1 10 ⁻⁷
1 kpm	9,807 10 ⁻³	9,807 10 ⁻⁹	2,721 10 ⁻⁶	2,342 10 ⁻³	1	9,297 10 ⁻³	2,342 10 ⁻¹⁰
1 Btu	1,055	1,055 10 ⁻⁶	2,928 10 ⁻⁴	2,520 10 ⁻¹	1,076 10 ²	1	2,52 10 ⁻³
1 TEP	4,187 10 ⁷	41,87	1,163 10 ⁴	1 10 ⁷	4,269 10 ⁹	3,968 10 ⁷	1

Potenza	kW	kcal/h	kpm/h	Btu/h
1 kW	1	8,598 10 ²	3,672 10 ⁵	3,413 10 ³
1 kcal/h	1,163 10 ⁻³	1	4,269 10 ²	3,968
1 kpm/h	2,724 10 ⁻⁶	2,342 10 ⁻³	1	9,279 10 ⁻³
1 Btu/h	2,928 10 ⁻⁴	2,52 10 ⁻¹	1,076 10 ²	1

Fattori di emissione

I fattori riportati in tabella (fonte ENEA) indicano i valori medi stimati di emissioni prodotte per 1 GJ di energia termica sviluppata dalla combustione di gas naturale/olio combustibile. I valori si riferiscono alla produzione di energia termica del settore industriale.

Tali fattori possono essere utilizzati, dal lettore interessato, per eventuali stime di prima approssimazione delle emissioni associate all'utilizzo dei combustibili.

		Combustibili		
		Gas Naturale	Olio combustibile	
Emissioni				
CO ₂		55,8	74,6	kgCO ₂ /GJ
SO _x			1,47	kgSO _x /GJ
NO _x (x)		0,1	0,14	kgNO _x /GJ
CO		0,02	0,01	kgCO/GJ
Particolato		0,0017	0,021	kg _{partic.} /GJ
(x) i valori di NOx comprendono tutti gli ossidi di azoto				

Relativamente alla produzione elettrica nazionale, si riportano i dati statistici medi più comuni di consumo specifico termoelettrico e di emissione specifica di CO₂ (Fonte ENEA-REA 2003) utilizzabili unicamente per la valutazione del consumo di energia primaria e della produzione di CO₂ associabili all'acquisizione di energia elettrica dalla rete nazionale:

- consumo specifico di centrale termoelettrica (energia primaria consumata per kWh elettrico prodotto):

0,0092 GJ/kWh_e

- emissione di CO₂ per kWh elettrico prodotto (valutata sulla produzione elettrica globale):

0,502 kgCO₂/kWh_e

E' importante ricordare che i due dati numerici sopra riportati non sono rappresentativi dei consumi e dell'emissioni dell'industria alimentare, per i quali si rimanda il lettore agli indicatori ambientali specificati per i singoli settori nel capitolo D.

M. BIBLIOGRAFIA

Emission Inventory Improvement Program, “Preferred and alternative methods for estimating air emissions from surface coating operations”, July 2001, pg.51-72

Pagina web dal sito EPA:

<http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume02/index.html>

EPA, “Introduction to industrial surface coating”, paragrafo 4.4.2, tratto da AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 4: Evaporation Loss Sources, September 1997, pg.

Pagina web dal sito EPA:

<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch04>

EPA, “Polymeric coating of supporting substrates”, Final section, paragrafo 4.2.2.7 tratto da AP 42, Fifth Edition, , Volume I Chapter 4: Evaporation Loss Sources, September 1988, pg.

Pagina web dal sito EPA:

http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch04/final/c4s02_2g.pdf

ETBPP, “GG53 guide - Cost-effective paint and powder coating: application technology”

ALLEGATO I - RASSEGNA DELLA NORMATIVA RILEVANTE

La ricognizione normativa proposta in questo paragrafo intende indirizzare il lettore verso le norme rilevanti della vigente legislazione ambientale, in relazione allo specifico settore dei trattamenti di superficie con solventi, con particolare riferimento a quelle norme che prevedono autorizzazioni ambientali.

L'elenco che viene presentato nel seguito non ha alcuna pretesa di completezza né può essere adottato nei procedimenti autorizzativi come riferimento unico ed esauriente, tanto più che esso non comprende una parte di normativa, quella di genesi regionale, che comunque deve essere presa in considerazione e rispettata nell'esercizio delle attività suddette.

Inquinamento atmosferico e contenimento delle emissioni inquinanti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.P.R. 24 maggio 1988 n. 203	Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360, e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183 (G.U. n. 140 del 16 giugno 1988, S.O.).	-
D.P.C.M. 21 luglio 1989 (attuazione e interpretazione del Dpr 203/1988)	Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni, ai sensi dell'articolo 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali. (G. U. n. 171 del 24 luglio 1989)	-
D.M. 12 luglio 1990	Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione (G.U. n. 176 del 30 luglio 1990, S.O.).	Nell'allegato 1 sono specificati i limiti per gli inquinanti non citati nell'allegato 2. L'allegato 4 riporta i metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni. L'allegato 5 dà delle indicazioni su alcune tecnologie disponibili negli impianti di abbattimento.
D.P.R. 25 luglio 1991	Modifiche all'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 21 luglio 1989 (G.U. n. 175 del 27 luglio 1991).	-
L. 15 gennaio 1994, n. 65	Ratifica ed esecuzione della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, con allegati, fatta a New York il 9 maggio 1992 (G.U. n. 23 del 29 gennaio 1994, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 15 aprile 1994	Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 9 del decreto ministeriale 20 maggio 1991. (G.U. n. 107 del 10 maggio 1994)	-
D.M. (Sanità) 5 settembre 1994	Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie. (G.U. n. 220 del 20 settembre 1994, S.O.)	-
D.M 21 dicembre 1995	Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali. (G.U. n. 5 dell'8 gennaio 1996)	-
Direttiva 1999/13/CE	Limitazione delle emissioni di composti organici volatili dovute all'uso di solventi organici in talune attività e in taluni impianti.	
D. Lgs. 4 agosto 1999, n.351	Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. (G.U. n. 241 del 13-10-1999)	-

Inquinamento atmosferico e contenimento delle emissioni inquinanti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Regolamento CE n. 2037/2000	Sostanze che riducono lo strato di ozono.	Tra le sostanze è compreso il 141b in quanto appartenente alla categoria degli idroclorofluorocarburi. E' vietato il suo utilizzo come solvente in applicazioni non confinate e confinate con eccezione della pulitura di precisione di componenti elettrici e di altre applicazioni aerospaziali ed aeronautiche, per il quale il divieto entra in vigore il 31/12/2008.
D. M. 25 agosto 2000	Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203. (G.U. n. 223 del 23 settembre 2000, S.O.)	-
D.M. (Ambiente) 4 giugno 2001	Programmi di rilievo nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra, in attuazione dell'art. 3 del decreto ministeriale 20 luglio 2000, n. 337. (G.U. n. 205 del 4 settembre 2001)	-
Decreto Pres. Cons. Ministri n. 395 del 7 settembre 2001	Recepimento della direttiva 99/32/CE relativa alla riduzione del tenore di zolfo in alcuni combustibili liquidi. (G.U. n° 255 del 02/11/2001)	-
D.P.R. 26 ottobre 2001, n. 416	Regolamento recante norme per l'applicazione della tassa sulle emissioni di anidride solforosa e di ossidi di azoto, ai sensi dell'articolo 17, comma 29, della legge n. 449 del 1997. (G.U. n. 277 del 28 novembre 2001)	-
Direttiva 2001/81/CE	Relativa ai limiti nazionali di alcuni inquinanti atmosferici.	Gli inquinanti interessati sono SO ₂ , NO _x , NH ₃ e COV.
D.M. 05 febbraio 2002	Modifiche al decreto ministeriale 4 giugno 2001, n. 467, di individuazione dei programmi nazionali. (G. U. n. 56 del 7 Marzo 2002)	
Direttiva 2002/3/CE	Direttiva del Parlamento e del Consiglio europeo relativa all'ozono nell'aria.	
D.M. 2 aprile 2002, n. 60	Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio. (S.O. 77/ L alla G.U. n. 87 del 13 aprile 2002)	-
D.M. 13 giugno 2002	Rimodulazione dei programmi nazionali di cui al decreto ministeriale n. 467 del 4 giugno 2001 (Carbon tax). (GU n. 223 del 23/09/2002)	
D.M. 31 luglio 2003	Modifiche al decreto 4 giugno 2001, n. 467, relativo all'individuazione dei programmi nazionali, previsti ex art. 3 del decreto n. 337 del 2000. (G. U. n. 260 del 8 Novembre 2003)	
D. Lgs. 21 maggio 2004, n.171	Recepimento della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici.	-
D.M. 16 gennaio 2004 n. 44	Recepimento della direttiva 1999/13/CE relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali.	-
D. lgs. 27 marzo 2006, n. 161	Attuazione della direttiva 2004/42/CE, per la limitazione delle emissioni di composti organici volatili conseguenti all'uso di solventi in talune pitture e vernici, nonché in prodotti per la carrozzeria. (G. U. n. 100 del 2 maggio 2006)	-

Inquinamento Idrico		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi

Inquinamento Idrico		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Direttiva 76/464/CE	Concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.	-
Direttiva 90/415/CE	Concernente i valori limite e gli obiettivi di qualità per gli scarichi di talune sostanze pericolose che figurano nell'elenco I dell'allegato della direttiva 76/464/CE.	-
D. Lgs. 133/92	Attuazione delle direttive 76/464/CE, 82/176/CE, 83/513/CE, 84/156/CE, 84/491/CE, 88/347/CE e 90/415/CE in materia di scarichi industriali di sostanze pericolose nelle acque.	-
D.lgs. 11 maggio 1999, n. 152	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. (G.U. n. 124 del 29 maggio 1999, S.O.).	-
Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152	“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/ 271/ CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/ 676/ CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto 18 agosto 2000, n. 258. (S.O. 172/ L alla G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000)	-
Direttiva 2000/60/CE	Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.	-
D.M. 12 giugno 2003 n.185	Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. (G.U. n. 169 del 23 luglio 2003)	-
Decreto 6 novembre 2003, n.367	Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. (GU n. 5 del 8-1-2004)	-

Approvvigionamento di acqua al di fuori dei pubblici servizi		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Decreto Lgs. 12 luglio 1993 n.275	Riordino in materia di concessione di acque pubbliche. (G.U. n. 182 del 5 agosto 1993).	-
Legge 5 gennaio 1994, n.36	Disposizioni in materia di risorse idriche (G.U. n. 24 del 19 gennaio 1994).	-
D.P.R. 18 febbraio 1999, n. 238	Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della L. 5 gennaio 1994, n. 36, in materia di risorse idriche. (G.U. n. 173 del 26 luglio 1999).	-

Valutazione Impatto Ambientale (V.I.A.)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi

Valutazione Impatto Ambientale (V.I.A.)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Direttiva 85/337/CEE	Direttiva del Consiglio concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati. (G.U.C.E. n. L 175 del 5 luglio 1985)	-
LEGGE 8 luglio 1986, n. 349	Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale. (G.U. n. 162, 15 luglio 1986, S. O.)	Nell'articolo 6, comma 2 si dichiara che in attesa dell'attuazione legislativa delle direttive comunitarie in materia di impatto ambientale, le norme tecniche e le categorie di opere in grado di produrre rilevanti modificazioni dell'ambiente sono individuate conformemente alla direttiva del Consiglio delle Comunità europee n. 85/337 del 27 giugno 1985.
DPCM 377 del 10 agosto 1988	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale. (G.U. n. 204 del 31 agosto 1988).	Recepisce solo parzialmente la direttiva 337/85 poiché considera solo gli impianti dell'allegato I alla direttiva 337/85/CEE.
D.P.C.M. 27 dicembre 1988	Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377. (G.U. n. 4 del 5 gennaio 1989).	-
D.P.R. 12 aprile 1996	Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale. (G.U. n. 210 del 7 settembre 1996)	Sono assoggettati alla procedura di valutazione d'impatto ambientale i progetti di cui all'allegato B che ricadono, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394. Per i progetti elencati nell'allegato B, che non ricadono in aree naturali protette, l'autorità competente verifica, secondo le modalità di cui all'art.10 e sulla base degli elementi indicati nell'allegato d, se le caratteristiche del progetto richiedono lo svolgimento della procedura di valutazione d'impatto ambientale.
Direttiva 97/11/CE	Direttiva del Consiglio del 3 marzo 1997 che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.	-
D.P.R. 11 febbraio 1998	Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8 luglio 1986, n. 349, art. 6. (G.U. n. 72 del 27 marzo 1998)	-
D.P.R. 2 settembre 1999, n. 348	Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere. (G.U. n. 240 del 12 ottobre 1999)	-
D.P.C.M. 3 settembre 1999	Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale. (G.U. n. 302 del 27 dicembre 1999)	-
D.P.C.M 1 settembre 2000	Modificazioni ed integrazioni del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 settembre 1999, per l'attuazione dell'articolo 40, primo comma, della legge 22 febbraio 1994, n.146, in materia di valutazione di impatto ambientale.	-
Direttiva 2003/35/CE	Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 maggio 2003 che prevede la partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia ambientale e modifica le direttive del Consiglio 85/337/CEE e 96/61/CE relativamente alla partecipazione del pubblico e all'accesso alla giustizia.	-

Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Dir. 96/61/CE (IPPC)	Direttiva 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento. (GUCE n. L 257 del 10/10/1996)	-
D. lgs 4 agosto 1999, n. 372	Attuazione della direttiva 96/ 61/ CE relativa alla prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento – IPPC. (G.U. n. 252 del 26 ottobre 1999)	-
Decisione 2000/ 479/ CE del 17 luglio 2000 della Commissione	Attuazione del Registro europeo delle emissioni inquinanti (EPER) ai sensi dell'art. 15 della direttiva 96/ 61/ CE del Consiglio sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC). (G.U.C.E. L 192 del 28 luglio 2000)	-
D.M. (ambiente) 23 novembre 2001	Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372 (realizzazione dell'Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti (INES). (S.O. 29 alla G.U. n. 37 del 13 febbraio 2002)	-
D.M. (ambiente) 26 aprile 2002	Modifiche al decreto ministeriale 23 novembre 2001 in materia di dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art.10 del decreto legislativo n. 372 del 1999. (G.U. n. 126 del 31 maggio 2002)	In base al DM, i gestori dei complessi IPPC comunicano all'APAT (ex ANPA) e alle autorità competenti annualmente dati qualitativi e quantitativi di un elenco definito di inquinanti presenti nei reflui gassosi ed acquosi dei loro impianti. La comunicazione è dovuta solo nel caso in cui il livello dei citati inquinanti superi i valori indicati in apposite tabelle allegate al decreto (Tabella 1.6.2. e 1.6.3).
Legge n. 39 del 1 marzo 2002	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europea. (S. O. n. 54 alla Gazzetta Ufficiale n. 72 del 26 marzo 2002)	All'art. 41 è disposta la Delega al Governo per l'attuazione integrale della direttiva 96/61/CE sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento.
DECRETO 19 novembre 2002	Istituzione della commissione di cui all'art. 3, comma 2, ultimo periodo, del decreto legislativo n. 372/1999. (GU n. 302 del 27 dicembre 2002)	-
Decreto-Legge 24 dicembre 2003, n.355	Proroga di termini previsti da disposizioni legislative (G.U. n. 300 del 29-12-2003)	-
Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, n.59	Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento.	-

Inquinamento acustico e controllo delle emissioni sonore		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.P.C.M. 1° marzo 1991	Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno. (G.U. n. 57 dell'8 marzo 1991).	-
L. 26 ottobre 1995, n. 447	Legge quadro sull'inquinamento acustico. (G.U. n. 254 del 30 ottobre 1995, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 11 dicembre 1996	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo. (G.U. n. 52 del 4 marzo 1997)	-

Inquinamento acustico e controllo delle emissioni sonore		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.P.C.M. 14 novembre 1997	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. (G.U. n. 280 del 1° dicembre 1997)	-
D.M (Ambiente) 16 Marzo 1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico. (G.U. n. 76 del 1° aprile 1998)	-
D.M. (Ambiente) 29 novembre 2000	Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.	-
Direttiva 2002/49/CE	Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (G.U.C.E. L 189 del 18 luglio 2002)	-

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Delibera comitato interministeriale 27 giugno 1984	Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 985, concernente lo smaltimento dei rifiuti. (G.U. n. 253 del 13 settembre 1984, S.O.)	-
D.l. 9 settembre 1988, n. 397, convertito, con modificazioni, dalla L. 9 novembre 1988, n. 475	Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali. (G.U. n. 213 del 10 settembre 1988; G.U. n. 264 del 10 novembre 1988)	-
D.M. (Ambiente) 26 aprile 1989	Istituzione del catasto nazionale dei rifiuti speciali. (G.U. n. 135 del 12 giugno 1989)	-
D.M. (Ambiente) 29 maggio 1991	Indirizzi generali per la regolamentazione della raccolta differenziata dei rifiuti solidi. (G.U. n. 136 del 12 giugno 1991)	-
Direttiva 91/156/CEE del 18 marzo 1991	Modifica la direttiva 75/ 442/ CEE relativa ai rifiuti. (G.U.C.E. L 78 del 26 marzo 1991)	-
D.lgs. 27 gennaio 1992, n. 95	Attuazione delle direttive 75/439/CEE e 87/101/CEE relative alla eliminazione degli oli usati. (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1992, S.O.).	-
D.M. 14 dicembre 1992	Definizione delle elaborazioni minime obbligatorie, delle modalità di interconnessione e dei destinatari delle informazioni, relativi ai dati del Catasto nazionale dei rifiuti. (G. U. Suppl. Ordin. n° 4 del 07/01/1993)	-
Reg. CEE 1 febbraio 1993, n. 259	Regolamento del Consiglio relativo alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti all'interno della Comunità Europea nonché in entrata e in uscita dal suo territorio. (G.U. C.E. n. L 30 del 6 febbraio 1993)	-
L. 25 gennaio 1994, n. 70	Norme per la semplificazione degli adempimenti in materia ambientale, sanitaria e di sicurezza pubblica, nonché per l'attuazione del sistema di ecogestione e di audit ambientale. (G.U.n. 24 del 31 gennaio 1994)	-
D.M. (Industria) 16 maggio 1996, n.392	Regolamento recante norme tecniche relative all'eliminazione degli olii usati. (G.U.n. 173 del 25 luglio 1996)	-
D. lgs. 5 febbraio 1997, n. 22	Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio. (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1997, S.O.).	Nell'allegato D sono individuati i rifiuti pericolosi. Tale allegato è stato sostituito dal nuovo CER (decisione CE 3 maggio 2000, n. 5329).

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D. Lgs. 8 novembre 1997, n. 389	Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, in materia di rifiuti, di rifiuti pericolosi, di imballaggi e di rifiuti di imballaggio.	-
D.M. (Ambiente-Industria) 29 ottobre 1997	Approvazione dello statuto del Consorzio nazionale imballaggi (CONAI). (non pubblicato sulla G.U.)	-
D.M. (Ambiente) 5 febbraio 1998	Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. (G.U. n. 88 del 16 aprile 1998, S.O.)	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 145	Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18 comma 2, lettera e), e comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. (G.U. n. 109 del 13 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 148	Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12, 18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. (G.U. n. 110 del 14 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 4 agosto 1998, n. 372	Regolamento recante norme sulla riorganizzazione del catasto dei rifiuti. (G.U. n. 252 del 28 ottobre 1998, s.o.)	-
L. 9 dicembre 1998, n. 426	Nuovi interventi in campo ambientale. (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998, S.O.)	-
Dir. CE 26 aprile 1999, n. 31	Discariche di rifiuti. (G.U.C.E. n. L 182 del 16 luglio 1999)	-
Decisione CEE/CEEA/CECA n° 816 del 24/11/1999	Decisione della Commissione, del 24 novembre 1999, che adegua, conformemente all'articolo 16, paragrafo 1 e all'articolo 42, paragrafo 3, gli allegati II, III, IV e V del regolamento (CEE) n. 259/93 del Consiglio relativo alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti all'interno della Comunità europea, nonché in entrata e in uscita dal suo territorio.	-
D.M. (Ambiente) 18 aprile 2000, n. 309	Regolamento di organizzazione e funzionamento dell'Osservatorio nazionale sui rifiuti, di cui all'articolo 26, comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. (G.U. n. 254 del 30 ottobre 2000)	-
Decisione CE 3 maggio 2000, n. 532	Decisione della Commissione che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi. (G.U.C.E. n. L 226 del 6 settembre 2000)	Nel nuovo C.E.R. sono state introdotte modifiche ed integrazioni ai codici dei rifiuti prodotti. Alcune tipologie di rifiuto, sono identificate da una "voce a specchio"; la attribuzione del codice spetta al produttore/detentore sulla base dei criteri definiti in allegato alla decisione stessa.
Decisione CE n° 118 del 16/01/2001	Decisione della Commissione che modifica l'elenco di rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE.	-
L. 23 marzo 2001, n. 93	Disposizioni in campo ambientale. (G. U. n. 79 del 04/04/2001)	-
Regolamento CEE/UE n° 2557 del 28/12/2001	Regolamento della Commissione (CE) che modifica l'allegato V del regolamento (CEE) n. 259/93 del Consiglio relativo alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti all'interno della Comunità europea, nonché in entrata e in uscita dal suo territorio.	-
Direttiva 9 aprile 2002 del Ministro dell'Ambiente	Indicazioni per la corretta e piena applicazione del Regolamento Comunitario n. 2557/ 2001 sulle spedizioni di rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti. (S.O. 102 alla G.U. n. 108 del 10 maggio 2002)	-

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Decreto ministeriale 12 giugno 2002, n. 161	Regolamento attuativo degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, relativo all'individuazione dei rifiuti pericolosi che è possibile ammettere alle procedure semplificate. (G.U. n. 177 del 30 luglio 2002)	-
Legge 8 agosto 2002, n. 178	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2002, n. 138, recante interventi urgenti in materia tributaria, di privatizzazioni, di contenimento della spesa farmaceutica e per il sostegno dell'economia anche nelle aree svantaggiate. (S.O. alla G.U. n. 187 del 10 agosto 2002)	L'art. 14 del provvedimento fornisce "interpretazione autentica della definizione di <i>rifiuto</i> di cui all'articolo 6, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22".
D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36	Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche dei rifiuti. (G. U. n. 59 del 12 marzo 2003 – Supplemento Ordinario n. 40)	-

Sostanze pericolose: norme generali		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Decreto del Ministero della sanità 23 febbraio 1988, n.84	Etichettatura speciale da applicare su sostanze e preparati pericolosi. (G.U. 21 marzo 1988, n.67)	-
Decreto Leg. 3 febbraio 1997, n.52	Attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose. (G.U. 11 marzo 1997, n.58)	-
Decreto del Ministero della sanità 4 aprile 1997	Attuazione dell'art. 25, commi 1 e 2, del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose, relativamente alla scheda informativa in materia di sicurezza. (G.U. n. 60 del 13 marzo 1997)	-
D. lgs. n. 90 del 25/02/1998	Modifiche al decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, recante attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose. (G. U. n. 84 del 10/04/1998)	-
Decreto del Ministero della sanità, 11 aprile 2001	Recepimento della direttiva 2000/33/CE recante ventisettesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE, in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose. (G.U. 26 luglio 2001, n.203)	-
Direttiva 2001/58/CE della Commissione del 27 luglio 2001	Modifica per la seconda volta la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'art. 14 della direttiva 1999/ 45/ CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'art. 27 della direttiva 67/548/ CEE del Consiglio (schede dati di sicurezza). (G.U.C.E. L 212 del 7 agosto 2001) <i>(Recepita con D. M. (Sanità) del 7 settembre 2002)</i>	-
Direttiva 2001/60/CE della Commissione del 7 agosto 2001*	Adeguamento al progresso tecnico della direttiva 1999/ 45/ CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi. (G.U.C.E. L 226 del 22 agosto 2001)	-

Sostanze pericolose: norme generali		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D. M. (Sanità) del 7 settembre 2002	Recepimento della direttiva 2001/58/CE della Commissione, del 27 luglio 2001, che modifica per la seconda volta la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'art. 14 della direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'articolo 27 della direttiva 67/548/CEE del Consiglio. (G. U. n. 252 del 26-10-2002)	-
D.M. del 12 dicembre 2002	Rettifica al decreto ministeriale 7 settembre 2002, recante il recepimento della direttiva 2001/58/CE riguardante le modalità della informazione su sostanze e preparati pericolosi immessi in commercio. (G. U. n. 15 del 20/01/2003)	-
Decreto Legislativo 14 marzo 2003 n. 65	Attuazione delle direttive 1999/45/CE e 2001/60/CE relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi.	-
D.M. 16 gennaio 2004 n. 44	Recepimento della direttiva 1999/13/CE	-
Rettifica della direttiva 2004/73/CE della Commissione, del 29 aprile 2004	Rettifica della direttiva 2004/73/CE della Commissione, del 29 aprile 2004, recante ventinovesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose.	-
D. lgs. n. 260 del 28/07/2004	Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65, concernente la classificazione, l'imballaggio e l'etichettatura dei preparati pericolosi. (Supplemento Ordinario n. 163/L alla G. U. n. 260 del 05/11/2004)	-
D.M. 28 febbraio 2006	Ventinovesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio (direttiva 2004/73/CE della Commissione), concernente la classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose. (G. U. n. 111 del 15 Maggio 2006)	-

Sostanze pericolose: amianto		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Ordinanza del Ministero della sanità 26 giugno 1986	Restrizione all'immissione sul mercato ed all'uso della crocidolite e dei prodotti che la contengono. Divieto di uso della crocidolite e dei prodotti che la contengono. (G.U. 9 luglio 1986, n.157)	-
Decreto Legislativo del Governo n. 277 del 15 agosto 1991	Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/447/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 legge 30/7/1990, n. 212. (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 200 del 27/08/1991)	-

Sostanze pericolose: amianto		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Legge ordinaria del Parlamento n. 257 del 27 marzo 1992	Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 87 del 13/04/1992)	-
D. M. (Sanità) del 06 settembre 1994	Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 220 del 20/09/1994)	-
Decreto Leg. 17 marzo 1995, n.114	Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto. (G.U. 20 aprile 1995, n.92)	-
D. M. (Sanità) del 14 maggio 1996	Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto". (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 251 del 25/10/1996)	-
Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 luglio 2001*	Modifica della Direttiva del Consiglio 83/477/CEE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi con un'esposizione all'amianto durante il lavoro. (2001/C 304 E/07)	-
D. M. (Sanità) del 25 luglio 2001	Rettifica al decreto 20 agosto 1999, concernente "Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto". (Gazzetta Ufficiale n. 261 del 9/11/2001)	-
Decreto del presidente del consiglio dei ministri del 10 dicembre 2002, n. 308	Regolamento per la determinazione del modello e delle modalita' di tenuta del registro dei casi di mesotelioma asbesto correlati ai sensi dell'articolo 36, comma 3, del decreto legislativo n. 277 del 1991. (Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7/2/2003)	-
D. M. (Ambiente) del 18 marzo 2003, n. 101	Regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto, ai sensi dell'articolo 20 della legge 23 marzo 2001, n. 93. (Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9/5/2003)	-

Sostanze pericolose: PCB		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988	Attuazione della direttiva CEE n.85/467 recante la sesta modifica (PCB/PCT) della direttiva CEE n.76/769 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art 15 della legge 16 aprile 1987, n.183. (G.U. n. 143 del 20 giugno 1988)	-

Sostanze pericolose: PCB		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
Decreto del Ministero dell'ambiente 11 febbraio 1989	Modalità per l'attuazione del censimento dei dati e per la presentazione delle denunce delle apparecchiature contenenti fluidi isolanti a base di PCB. (G.U. n. 49 del 28 febbraio 1989)	-
Decreto del Ministero dell'ambiente 17 gennaio 1992	Modalità di etichettatura degli apparecchi e impianti contenenti policlorobifenili (PCB) e policlorotrifenili (PCT) (G.U. n. 30 del 6 febbraio 1992)	-
Decreto del Ministero della sanità 29 luglio 1994	Attuazione della direttiva CEE n.89/467, 91/173, 91/338 e 91/339 recanti, rispettivamente, l'ottava, la nona, la decima e l'undicesima modifica della direttiva CEE n.76/769 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 27 della legge 22 aprile 1994, n.146. (G.U. n. 214 del 13 settembre 1994)	-
D. Lgs. 22 maggio 1999, n.209	Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili. (G.U. n. 151 del 30 giugno 1999)	-
D.l. 30 dicembre 1999, n. 500, convertito, con modificazioni, dalla L. 25 febbraio 2000, n. 33	Disposizioni urgenti concernenti la proroga dei termini per lo smaltimento in discarica di rifiuti e per le comunicazioni relative ai PCB, nonché l'immediata utilizzazione di risorse finanziarie necessarie per l'attivazione del protocollo di Kyoto. (G.U. n. 48 del 28 febbraio 2000)	-
D.M. (Ambiente) 11 ottobre 2001	Condizioni per l'utilizzo dei trasformatori contenenti PCB in attesa della decontaminazione o dello smaltimento. (G.U. n. 255 del 2 novembre 2001)	-
Comunicazione della Commissione, del 24 ottobre 2001, al Consiglio, al Parlamento europeo ed al Comitato economico e sociale.	Strategia comunitaria su diossine, furani e policlorobifenili [COM(2001) 593 def. - non pubblicato nella Gazzetta ufficiale].	-

Uso di combustibili		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.lgs. 27 gennaio 1992, n. 95	Attuazione delle direttive 75/439/CEE e 7/101/CEE relative alla eliminazione degli oli usati. (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1992, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 17 febbraio 1993	Modalità e termini di accertamento, riscossione e versamento del contributo dovuto alle imprese partecipanti al Consorzio obbligatorio degli oli usati. (G.U. n. 64 del 18 marzo 1993)	-
D.M. (Industria) 16 maggio 1996, n. 392	Regolamento recante norme tecniche relative alla eliminazione degli oli usati. (G.U. n. 173 del 25 luglio 1996)	-
L. 11 novembre 1996, n. 575	Sanatoria degli effetti della mancata conversione dei decreti-legge in materia di recupero dei rifiuti. (G.U. n. 265 del 12 novembre 1996)	-
D.M. (Ambiente-Industria) 15 luglio 1998	Approvazione dello statuto del "Consorzio obbligatorio nazionale di raccolta e trattamento degli oli e dei grassi vegetali ed animali, esausti". (G.U. n. 187 del 12 agosto 1998, S.O.)	-

Uso di combustibili		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.P.C.M. 7 settembre 2001, n. 395	Recepimento della direttiva 99/ 32/ CE relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi. (G.U. n. 255 del 2 novembre 2001)	-
D.P.C.M. 8 marzo 2002	Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione. (G.U. n. 60 del 12 marzo 2002)	-
L. 6 maggio 2002 n. 82	Conversione in legge del d.l. 7 marzo 2002, n. 22 recante "Disposizioni urgenti per l'individuazione della disciplina relativa all'utilizzazione del coke da petrolio (pet-coke) negli impianti di combustione". (G.U. n. 105 del 7 maggio 2002)	-
D.P.C.M. 20 giugno 2002	Modifica dell'allegato I del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002, concernente disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione. (G. U. Italiana n. 189 del 13/08/2002)	-

Danno ambientale e rischi di incidenti rilevanti		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.P.C.M. 31 marzo 1989	Applicazione dell'art.12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali. (G.U. n. 93 del 21 aprile 1989, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 20 maggio 1991	Modificazioni e integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n.175, in recepimento della direttiva CEE n.88/610 che modifica la direttiva CEE n.82/501 sui rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali. (G.U. n. 126 del 2 maggio 1996)	-
D.M. (Ambiente) 1 febbraio 1996	Modificazioni e integrazioni al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1989 recante: "Applicazione dell'art.12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali". (G.U. n. 52 del 2 marzo 1996)	-
D.P.R. 12 gennaio 1998, n. 37	Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59. (G.U. n° 57 del 10/03/1998)	-
Circolare del Ministero dell'ambiente 3 settembre 1998	Modalità con le quali i fabbricanti per le attività a rischio di incidente rilevante devono procedere all'informazione, all'addestramento e all'equipaggiamento di coloro che lavorano <i>in situ</i> . (G.U. 26 maggio 1997, n.74)	-
D.lgs. 17 agosto 1999, n. 334	Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. (G.U. n. 228 del 28 settembre 1999, S.O.)	-
D.M. (Ambiente) 9 agosto 2000	Linee guida per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza . (G.U. n. 195 del 22 agosto 2000)	-
D.M. (Ambiente) 9 agosto 2000	Individuazione delle modificazioni di impianti e di depositi, di processi industriali, della natura o dei quantitativi di sostanze pericolose che potrebbero costituire aggravio del preesistente livello di rischio. (G.U. n. 196 del 23 agosto 2000)	-

Danno ambientale e rischi di incidenti rilevanti		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di trattamento superficiale con solventi
D.M. (Interno) 19 marzo 2001	Procedure di prevenzione incendi relative ad attività a rischio di incidente rilevante. (G.U. n. 80 del 5 aprile 2001)	-
Decreto Ministeriale n.151, 9 maggio 2001	Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante). (G.U. n.138 del 16/6/2001)	-
D.M. (Ambiente) 16 maggio 2001, n. 293	Regolamento di attuazione della direttiva 96/82/CE, relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. (G.U. n. 165 del 18 luglio 2001)	-
Direttiva 2003/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2003	Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio che modifica la direttiva 96/82/CE del Consiglio sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.	-
Decreto Legislativo 21 settembre 2005, n. 238	Attuazione della direttiva 2003/105/CE, che modifica la direttiva 96/82/CE, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. (G. U. n. 271 del 21 novembre 2005 - Supplemento Ordinario n. 189)	-