

I carboni soffrono l'acqua

Valutazione dell'efficacia di abbattimento di un impianto a carboni attivi installato su cabine di verniciatura a secco e a umido. Un caso esemplare di collaborazione tra "pubblico" e "privato"

SILVIO CAGLIERO, DANIELA CESCON, ADRIANO MUSSINATTO, ENZO MATTONE, RAFFAELLO BRUNO

PREMESSA

E' noto il fatto che gli Enti che autorizzano le emissioni provenienti dalle operazioni di verniciatura (Province e Regioni) hanno assunto differenti approcci qualitativi e quantitativi nelle diverse aree del territorio.

Anche alla Regione Piemonte sono giunte dal mondo produttivo osservazioni riferite ai criteri da questa adottati, giudicati particolarmente severi.

L'Agenzia Regionale Protezione Ambientale del Piemonte, in collaborazione con l'Assessorato Regionale Ambiente (Settore Risanamento Atmosferico ed Acustico), ha in corso uno studio sperimentale relativo alla valutazione dell'efficacia di sistemi di adsorbimento a carboni attivi per l'abbattimento dei C.O.V. (Composti organici volatili) contenuti negli effluenti gassosi derivanti da impianti di verniciatura.

In questo articolo vengono riportate le risultanze analitiche dei rilievi condotti nel periodo compreso tra il 15 luglio e il 22 luglio 1998, in collaborazione con l'Ing. Adriano

Mussinatto (Regione Piemonte), nel corso delle indagini effettuate a Mariano Comense presso gli impianti pilota installati dalla ditta Romanò Impianti nel proprio stabilimento.

Le indagini, coordinate dal responsabile di progetto, dr. Silvio Cagliero, sono state condotte in loco dalla d.ssa Daniela Cescon, assunta con borsa finalizzata all'esecuzione del progetto, e dai tecnici del Dipartimento Provinciale A.R.P.A. di Cuneo (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) Raffaello Bruno e Enzo Mattone.

IL PROGETTO DI RICERCA

Gran parte dei processi di verniciatura utilizzano tecnologie di applicazione a spruzzo che, per quanto riguarda le emissioni in atmosfera, sovrappongono alla presenza di COV, caratteristica legata all'utilizzo di qualunque prodotto verniciante a base solvente, il problema del particolato solido generato principalmente dall'overspray, fenomeno ine-

vitabilmente presente in tutte le tecnologie a spruzzo.

L'abbattimento del particolato solido in emissione viene normalmente effettuato mediante sistemi "a secco" (filtri in cartone, materassini in materiale sintetico, ecc.) oppure "a umido" (velo d'acqua). L'utilizzo di impianti di adsorbimento a carboni attivi per l'abbattimento dei COV deve quindi fare i conti con la presenza dei citati sistemi di trattenimento del particolato solido e sulle possibili variazioni delle caratteristiche fisiche del flusso di aria inquinata da trattare da essi introdotte. Uno degli obiettivi dello studio in corso è appunto il confronto tra le prestazioni di impianti di abbattimento a carboni attivi installati su cabine di verniciatura "a secco" e "a umido".

Lo studio prevede una serie di prove sperimentali, da svolgersi in laboratorio mediante l'ausilio di un idoneo impianto di prova, nonché una campagna di rilievi analitici su impianti industriali o semi-industriali.

I risultati ottenuti, verranno poi confrontati con le prescrizioni impiantistiche e gestionali che, in Regione



I tecnici dell'ARPA di Cuneo (Agenzia Regionale per l'Ambiente) e della Regione Piemonte

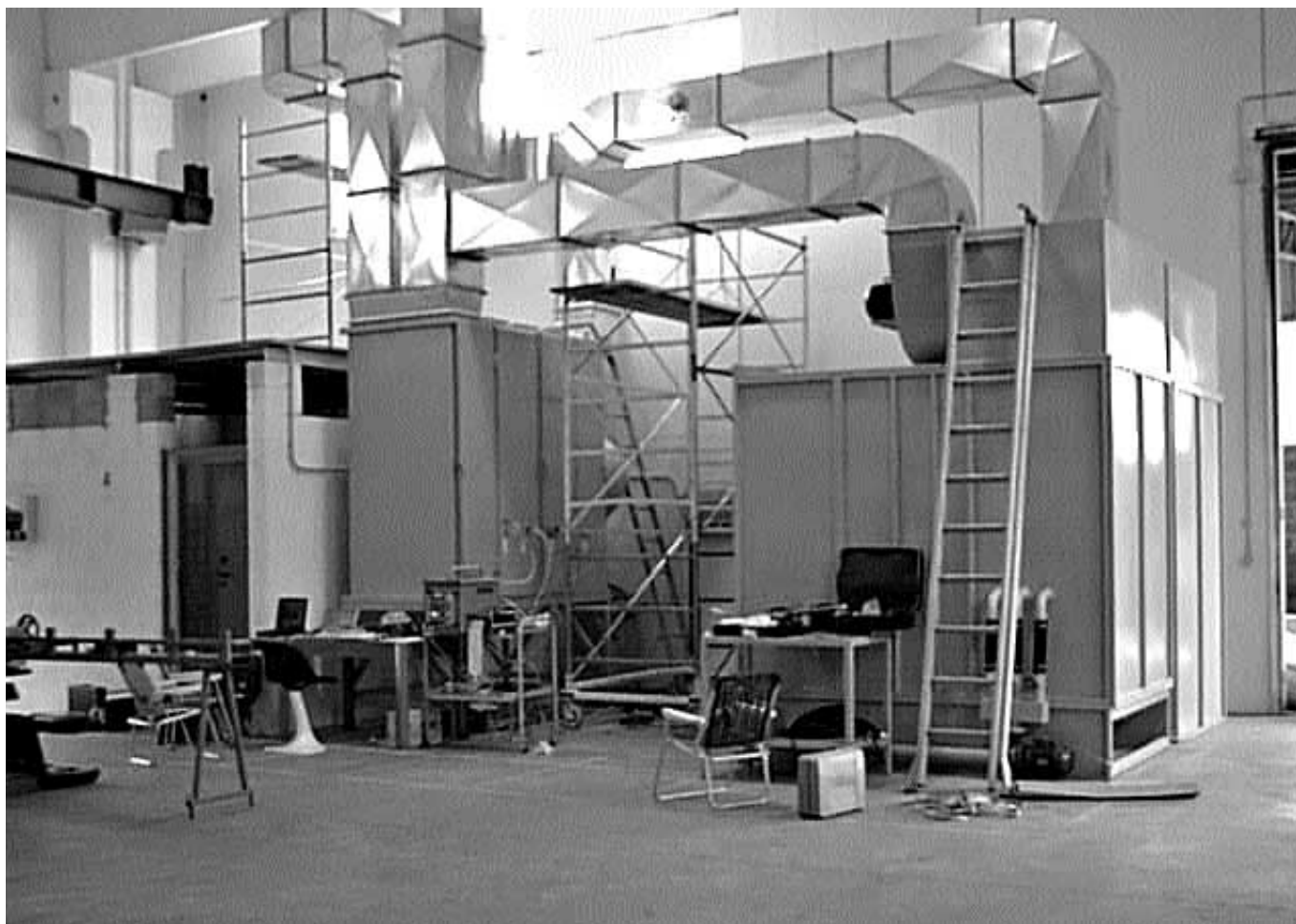


Fig. 1 - Le cabine (a secco e a umido) e l'impianto di depurazione a carboni attivi messi a disposizione dalla società Romanò

Piemonte, accompagnano l'autorizzazione ex DPR 203/88 relativa agli impianti di verniciatura.

Per l'effettuazione delle prove sperimentali, che si stanno svolgendo presso la sede del Dipartimento Provinciale ARPA di Cuneo, si è realizzato un impianto pilota costituito dalle seguenti unità funzionali:

- unità di condizionamento del flusso d'aria (per il controllo dei parametri temperatura ed umidità)
- unità di dosaggio solventi organici
- unità di adsorbimento a carboni attivi suddivisa in tre letti dimensionati in modo da garantire tempi di contatto tra il flusso d'aria da trattare e i carboni attivi corrispondenti a 0.1, 0.3 e 0.5 secondi; tali valori ricalcano specifiche di dimensionamento di uso comune
- sistema di campionamento e rile-

vazione COV dotato di rivelatore FID con possibilità di prelievo sequenziale nei diversi punti dell'impianto (ingresso sistema abbattimento, dopo il 1° letto di carboni attivi, dopo il 2° letto di carboni attivi, emissione).

Tutto il sistema è gestito tramite PC dotato di software dedicato in grado di svolgere sia il controllo in processo, che l'acquisizione e l'archiviazione dei dati relativi ai parametri operativi e analitici.

In attesa di rendere operativo l'impianto pilota si è ritenuto interessante effettuare una serie di prove su cabine di verniciatura "a secco" e "a umido" messe a disposizione dalla Ditta Romanò Impianti s.r.l., presso gli stabilimenti della ditta medesima.

I prelievi sono stati effettuati nel mese di luglio 1998. Le dimensioni di queste cabine erano inferiori a quelle usualmente utilizzate, ma ne

ricalcavano esattamente le proporzioni. Lo scopo principale di dette prove in loco era di ottenere informazioni analitiche corrispondenti a condizioni operative più vicine possibili alle reali situazioni produttive. A tale fine la fase di applicazione è stata simulata con la spruzzatura di solvente puro con pistole di uso reale e ritmi medi di funzionamento paragonabili alle normali condizioni di lavoro.

Approfittando della disponibilità di due impianti su scala semi-industriale (una cabina a secco ed una ad umido), sono state raccolte informazioni analitiche sia per quanto riguarda le sostanze organiche totali, che per quanto riguarda il particolato.

Sulla base dei dati emersi dalle prove effettuate a Mariano Comense per quel che riguarda il problema del particolato emesso è stata effettuata

un'apposita relazione (che verrà pubblicata nel prossimo numero, n.d.r.), mentre per quel che riguarda i COV i dati acquisiti saranno confrontati con i dati rilevati dall'impianto sperimentale e confluiranno nel lavoro conclusivo del progetto. Alcuni dati preliminari, estratti nel presente lavoro ed elaborati in forma grafica, evidenziano senza ombra di dubbio differenti comportamenti e conseguente differente efficacia di abbattimento.

GLI STRUMENTI UTILIZZATI

La cabina di verniciatura ad umido risultava costituita da:

- un fronte di aspirazione di dimensioni m 1.20 x m 2.00 (sezione m² 2.4)
- stadio di abbattimento del particolato costituito da due veli d'acqua in cascata
- due paratie laterali lunghe m 2.4 circa.
- un piano di appoggio grigliato adiacente al fronte, alto m 0.6 e profondo m 1 circa.

La cabina di verniciatura a secco risultava costituita da:

- un fronte di aspirazione di dimensioni m 1.20 x m 2.00 (sezione m² 2.4)
- stadio di abbattimento del particolato mediante filtro a secco
- due paratie laterali lunghe m 1.2 circa
- un piano di appoggio grigliato adiacente al fronte alto m 0.6 e profondo m 1 circa.

L'impianto di abbattimento a carboni attivi era costituito da:

- un sistema di aspirazione con ventilatore posto sopra le due cabine di verniciatura
- due condotti di aspirazione con sezione quadrata di m 0.45 x m 0.45 e lunghezza circa m 4.5 per la cabina ad umido e m 5 per la cabina a secco
- un gruppo di adsorbimento a car-

OPERAZIONE "SAN TOMMASO": UN PROGETTO SPERIMENTALE SVILUPPATO IN COLLABORAZIONE TRA A.R.P.A. REGIONE PIEMONTE E "PROFESSIONE VERNICIATORE"

I nostri lettori ricorderanno che "Metal Cleaning & Finishing" aveva promosso uno studio sperimentale sull'abbattimento del particolato solido in cabine di verniciatura a secco ed a umido, da effettuarsi su un impianto in scala semi-industriale.

Gli obiettivi del progetto (che avevamo chiamato "San Tommaso", prendendo spunto dalla curiosità di un Santo molto particolare, reso famoso soprattutto dal suo scetticismo nei confronti di tutto ciò che non poteva toccare con mano) erano i seguenti:

- a) confrontare le prestazioni dei sistemi di abbattimento del particolato dall'aria emessa dalle cabine di verniciatura a spruzzo di prodotti liquidi*
- b) confrontare i costi di investimento e di gestione dei due sistemi*
- c) confrontare le prestazioni di diversi tipi di filtro a secco (cartone ondulato, "raccoglivernice", fibra, ecc)*
- d) verificare l'efficienza e la capacità di adsorbimento dei carboni attivi su cabine a secco ed a umido*
- e) verificare la possibilità di applicare, alle cabine di verniciatura sotto esame, un bilancio di massa sui solventi organici, considerando come quantità in ingresso quella relativa al prodotto verniciante applicato e quantità in uscita quella misurabile alle emissioni*
- f) verificare l'influenza di una cabina ad umido sull'efficienza di abbattimento e sulla gestione di un impianto a carboni attivi*
- g) verificare l'entità dei fenomeni di desorbimento di sostanze organiche volatili a cui può essere soggetto un filtro a carboni attivi parzialmente o totalmente saturato, se attraversato da un flusso d'aria a temperatura ambiente e priva di solventi organici.*

Nello stesso tempo la Regione Piemonte e l'Agenzia Regionale per l'Ambiente, avevano promosso un programma di studio e sperimentazione sulle modalità di utilizzo e smaltimento dei carboni attivi degli impianti di verniciatura, finalizzato alla definizione di norme tecni-

che volte ad ottimizzarne l'uso e ridurre i quantitativi destinati allo smaltimento.

Il programma di studio prevedeva l'effettuazione di una serie di misurazioni delle emissioni di sostanze organiche volatili, da effettuarsi su impianti di taglia industriale, presso aziende del settore o costruttori di impianti di verniciatura disponibili alla sperimentazione, per cui, al fine di poter sfruttare le possibili sinergie tra i due studi ed in particolare la disponibilità di un impianto esclusivamente dedicato alle attività di sperimentazione, è nata la collaborazione tra l'A.R.P.A. e "Metal Cleaning & Finishing".

Ci siamo quindi fatti carico, attraverso la società Romanò Impianti, di integrare, a titolo gratuito, le due cabine di verniciatura previste specificatamente per lo studio di interesse reciproco, con un adeguato impianto di abbattimento dei solventi organici a carboni attivi e di assicurare la disponibilità dell'intera struttura e tutto il materiale di consumo (solventi e carboni attivi) necessari per le prove oggetto dello studio proposto dall'A.R.P.A..

Grazie alle caratteristiche della struttura a disposizione, l'A.R.P.A. ha potuto estendere il proprio programma di sperimentazione anche alla verifica analitica delle emissioni di particolato solido ed alle prestazioni dei vari sistemi di filtrazione usualmente utilizzati per il relativo abbattimento, i cui risultati verranno pubblicati nel prossimo numero.

boni attivi costituito da 3 letti ($t_1 = 0.2$ s, $t_2 = 0.5$ s, $t_3 = 0.5$ s) dotato, a monte, di setto filtrante

- un sistema di prelievo campioni gassosi a 4 punti
- un sistema di aspirazione convogliante gli scarichi ormai depurati al camino attraverso un condotto di sezione quadrata di m 0.45 x m 0.45.

DETERMINAZIONI PROGRAMMATE

I Composti Organici Volatili in emissione sono stati determinati, dopo spruzzatura del solvente mediante

pistola, con rilevazione strumentale alternativamente su ognuna delle due cabine di verniciatura dotate di sistemi fisici di pretrattamento (ad umido l'una e a secco l'altra) e sullo stesso impianto di abbattimento a carboni attivi. La linea di prelievo era costituita dal campionatore: sonda del rivelatore con 4 uscite in grado di campionare in corrispondenza di 4 punti dell'impianto mediante un sistema sequenziale composto da 4 elettrovalvole pilotate da un sequenziatore elettronico (tempo di campionamento impostato: 5 min/canale).

Punti di campionamento degli

effluenti gassosi erano rispettivamente (vedi Fig.2):

- a monte del primo letto (in ingresso al sistema di abbattimento)
- a valle del primo letto di carboni attivi
- a valle del secondo letto di carboni attivi
- a valle del terzo letto di carboni attivi (in emissione).

Il sistema sequenziale di prelievo era interfacciato all'analizzatore di sostanze organiche Ratfish mod RS53, dotato di rivelatore F.I.D. (Flame Ionization Detector), rivelatore in grado di fornire una risposta quantitativa come ppm di carbonio organico totale; i dati di concentrazione rivelati dal FID sono stati memorizzati su Data Logger in campo e infine scaricati.

La taratura del rivelatore è stata effettuata mediante bombola a concentrazione nota di propano; successivamente i dati sono stati elaborati con programma Excel, ottenendo i grafici di Fig.3 e Fig.4.

LE CONDIZIONI DI LAVORO

La cabina a secco aveva le seguenti caratteristiche:

- velocità fumi: 5,2 m/sec
- portata nel condotto di aspirazione: 3790 m³/h
- flusso di massa pistola: 4,965 kg/h
- temperatura fumi ingresso camino: 28°C
- umidità fumi ingresso camino: 48%
- temperatura fumi uscita camino: 28°C
- umidità fumi uscita camino: 48%
- temperatura ambiente: 27°C
- umidità ambiente: 44,4%

La cabina ad umido aveva le seguenti caratteristiche:

- velocità fumi: 5,7 m/sec
- portata nel condotto di aspirazione: 4180 m³/h
- flusso di massa pistola: 5,0 kg/h
- temperatura ingresso camino: 22°C

- umidità ingresso camino: 82%
- temperatura fumi: 30,5°C
- umidità fumi: 41%
- temperatura ambiente: 27°C
- umidità ambiente: 44,4%

L'impianto a carbone aveva le seguenti caratteristiche:

I letti di carbone attivo del sistema di abbattimento erano dimensionati come segue:

- 1° settore: 200 dm³ => 113 kg
- 2° settore: 460 dm³ => 256 kg
- 3° settore: 460 dm³ => 256 kg

Parallelamente sono state effettuate delle prove in doppio con fiale di carbone attivo, come riconferma dell'analisi in continuo e per avere informazioni utili sul comportamento di ogni componente della miscela solvente nelle diverse condizioni di lavoro. Le fiale di c.a. sono state trasportate, in opportune condizioni di stoccaggio (4°C), in laboratorio, desorbite con solfuro di carbonio e l'eluato ottenuto è stato iniettato in gascromatografo con detector a ionizzazione di fiamma, con risposta finale quindi non solo quantitativa, ma anche qualitativa.

La linea di campionamento era costituita da una sonda di campionamento, da un mezzo aspirante e da un misuratore volumetrico idoneo per la portata richiesta (Bravo M della TCR Tecora), infine dalla fiala

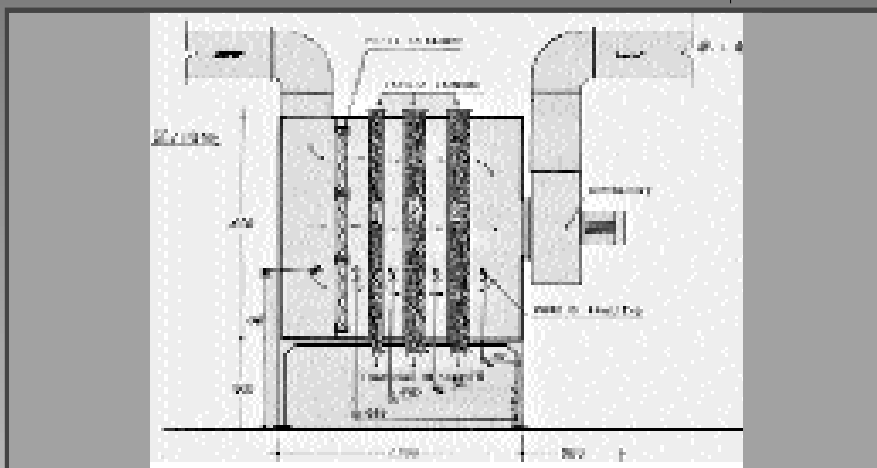


Fig.2 Sezione del sistema di abbattimento a carboni attivi

di c.a. di tipo dedicato ai prelievi di sostanze organiche in aria.

Il diluente poliuretano universale "Sverdil 785" della Dollmar aveva la seguente formulazione:

- 45% Toluene
- 15% Butile acetato
- 15% Etile acetato
- 15% Metiletilchetone
- 10% Etilglicoleacetato

La pistola aveva le seguenti caratteristiche:

- pistola a pompa (Portata = 5 kg/h) per cabina ad umido
- pistola a pompa (Portata = 4.96 kg/h) per cabina a secco

I RISULTATI

I risultati delle analisi condotte sono

illustrati nei grafici in Fig.3 e Fig.4, riportanti in ascissa il tempo in ore (tempo 0 = inizio della fase sperimentale) e in ordinata la concentrazione in ppm di atomi di carbonio di propano rivelata dall'analizzatore di idrocarburi totali FID precedentemente descritto (i COV rilevati vengono pertanto riportati come Carbonio organico totale COT). I tre gradi di grigio evidenziano la concentrazione di COT rispettivamente dopo il primo letto, dopo il secondo letto e dopo il terzo letto di carbone attivo, mentre il campo bianco indica la concentrazione di COT in ingresso al sistema di abbattimento; come precedentemente ricordato i tre letti di carbone attivo erano posti in serie e diversamente dimensionati sulla base di diversi tempi di contatto. La logica vorrebbe che il progressivo interessamento degli strati di carbone attivo avvenisse dopo l'esaurimento funzionale dello letto precedente. Si sottolinea che già il primo letto di carboni attivi è stato dimensionato sulla base di dati realizzativi di impianti disponibili sul mercato e rappresenta pertanto in alcuni casi l'unico ostacolo previsto alla emissione dei COV. Terminata la fase di adsorbimento programmata sono state effettuate, per entrambi i tipi di cabina, prove parziali di desorbimento, condotte interrompendo l'erogazione del sol-

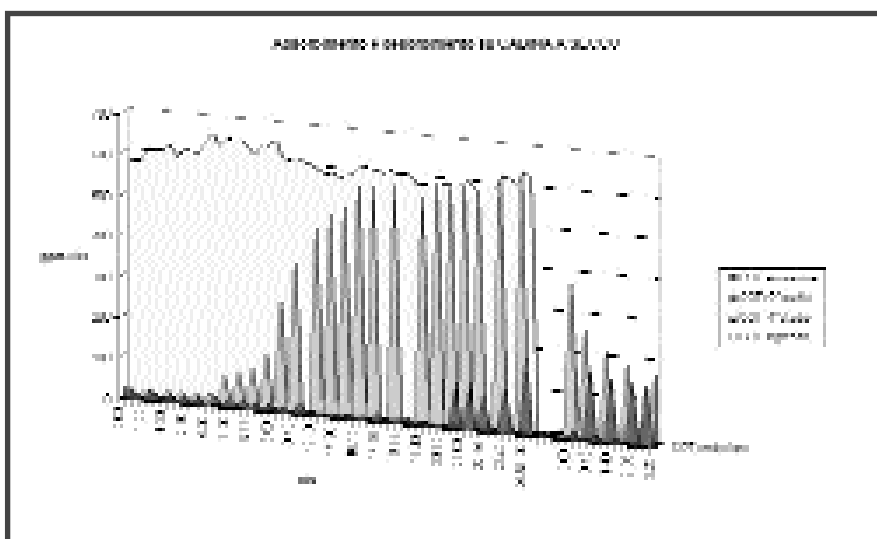


Fig.3 Grafico adsorbimento e desorbimento cabina a secco

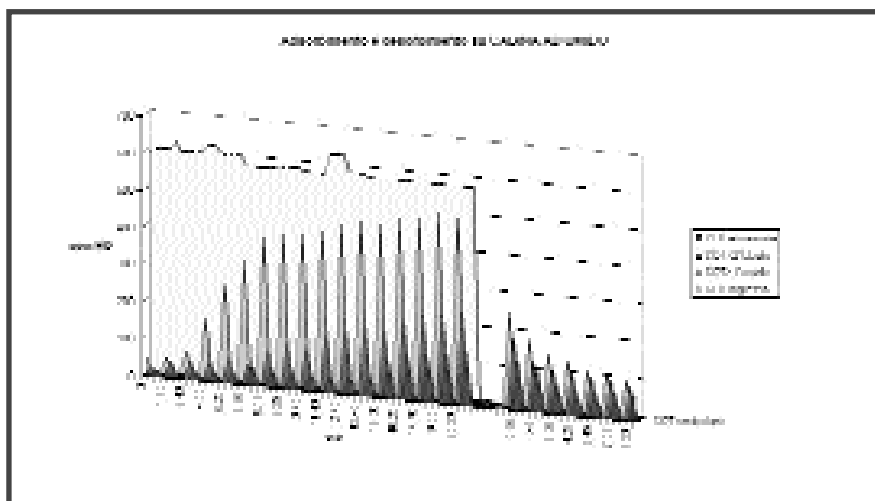


Fig. 4 Grafico adsorbimento e desorbimento cabina ad umido

vente, ma lasciando inserito il sistema di ventilazione della cabina e quindi inalterato il flusso di aria che attraversava l'adsorbente. I dati relativi a tali prove sono sintetizzati nei grafici di Fig. 3 e 4 in coda a quelli relativi alla fase di adsorbimento e evidenziano chiaramente che, nelle condizioni di prova utilizzate, parte dei solventi adsorbiti sui letti di carbone attivo vengono successivamente rilasciati all'esterno per un autonomo fenomeno di desorbimento. L'entità di questo fenomeno verrà approfondita e, se possibile quantizzata, mediante la sperimentazione di laboratorio attualmente in corso.

ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

Nella cabina a secco si nota che:

- il primo letto inizia a saturarsi dopo sole 5 ore in condizioni di lavoro reali e in 9 ore scende sotto l'80% di efficienza, con il passaggio di circa 120 ppm in uscita a fronte di circa 600 in entrata (concentrazione dopo il 1° letto);
- il secondo stadio di carboni inizia a saturarsi dopo circa 20 ore; a questo punto il primo stadio è completamente saturo, e quindi la concentrazione di solvente in entrata al sistema permane al livello di 600 ppm dopo il primo stadio

di carboni (concentrazione dopo il 2° letto);

- il terzo stadio non viene praticamente interessato durante il tempo avuto a disposizione per la prova (concentrazione dopo il 3° letto=emissione all'esterno)
- il livello di COT in emissione per la durata delle prove non raggiunge valori significativi
- durante la fase del desorbimento si può rilevare un trasferimento delle molecole organiche adsorbite tra gli strati di carbone attivo, ma l'emissione all'esterno non viene interessata.

Nella cabina ad umido si nota che:

- già dall'inizio della prova tracce di COT si rilevano dopo il primo stadio di abbattimento; dopo il primo letto di c.a. si rileva una diversa progressione nell'aumento della con-

centrazione delle COT rispetto a quella registrata per la cabina a secco. Il plateau è raggiunto a concentrazioni più basse del caso precedente (500 ppm max) e quindi ad un livello inferiore alla concentrazione in entrata (circa 600 ppm), in poco più di 4 ore scende sotto l'80% di efficienza (concentrazione dopo il 1° letto);

- il secondo letto di carbone inizia ad essere interessato contemporaneamente al primo letto ed in circa 10 ore scende sotto l'80% di efficienza riferito al sistema letto 1 + letto 2 (concentrazione dopo il 2° letto);
- contemporaneamente ai fenomeni di saturazione del 2° letto viene interessato in modo significativo il 3° letto che in poco più di 20 ore scende sotto l'80% di efficienza globale.
- il livello di COT in emissione già dopo 7/8 ore si avvicina a 50 ppm e dopo circa 16 ore supera le 100 ppm
- durante la fase del desorbimento continua l'emissione all'esterno di Sostanze organiche volatili.

CONCLUSIONI

Dai dati raccolti risulta evidente la risposta migliore dei carboni attivi in condizioni di bassa umidità, quindi nella cabina a secco, mentre il sistema di abbattimento a carboni attivi mon-



Le attrezzature e i materiali usati nelle prove (l'elenco completo è alla fine dell'articolo)

tato in serie alla cabina ad umido vede pesantemente penalizzate le proprie prestazioni dal punto di vista della protezione ambientale. In particolare si può osservare che, nel caso preso in esame, la capacità massima di adsorbimento del carbone attivo utilizzato si è pressoché dimezzata passando dalla cabina a secco a quella ad umido.

I dati che sono in corso di rilevazione con l'impianto pilota installato presso il Dipartimento provinciale A.R.P.A. di Cuneo confermano quanto rilevato sul campo e saranno oggetto di specifica relazione corredata di tutti i dati registrati, sia analitici che fisico-chimici. ◆



H.B. pi.erre ringrazia i consulenti tecnici delle riviste "Professione Verniciatore del Legno" e "Metal Cleaning & Finishing" e le società che hanno messo gratuitamente a disposizione il materiale necessario alla sperimentazione:

- Alcea, Citver e CSB F.lli Straudi per la fornitura delle vernici
- Alcea e Dollmar per la fornitura dei diluenti
- Camel per la fornitura del carbone attivo "Multisorb MN 445"
- Luwa per la fornitura dei filtri
- Romanò per la fornitura dei filtri Columbus, delle cabine e dell'impianto di abbattimento a carboni attivi
- Sogama per le pistole, Sicmo.

Un ringraziamento particolare va ai tecnici dell'ARPA di Cuneo e della Regione Piemonte, per la disponibilità e la competenza dimostrata nelle fasi preparazione e di realizzazione del progetto.

Si tratta, per il nostro settore, del primo caso di collaborazione tra le industrie e gli enti pubblici, che fa ben sperare per il futuro della ricerca e della sperimentazione nel nostro Paese, in particolare per il settore della verniciatura, che risente pesantemente della carenza di studi scientifici su una materia complessa e troppo spesso condizionata dagli interessi economici di alcuni operatori, abituati a "tirare acqua al proprio mulino" con soluzioni "tecniche" e strategie commerciali quasi mai supportate da dati oggettivi.