

# Attenti al fuoco!



Uno studio ha permesso di definire un metodo di trattamento dell'overspray che evita lo sviluppo di incendi dovuti ad autocombustione.

**ALBERTO BENNI e LAMBERTO CORSINI (Mab Masellis),  
FABIO FRANCESCHI e GIACOMO TURCHI (Aerofiltri)**

## PREMESSA

Il crescente utilizzo della tecnologia della filtrazione a secco dell'overspray, con filtri di nuova generazione, anche in impianti ad alta intensità di PV applicato, ha evidenziato una caratteristica già nota di alcuni prodotti vernicianti: l'overspray secco tende, in condizioni finora non ben conosciute, a creare fenomeni di autocombustione. L'uso di filtri a secco con trattamenti antifiamma serve a limitare il fenomeno.

Generalmente il fenomeno si verifica in particolare condizioni: overspray secco accumulato in quantità notevoli e in condizioni di temperatura esterna elevata.

I fenomeni di autocombustione si verificano sia in cabine con abbattimento dell'overspray ad acqua, sia con abbattimento a secco.

I casi di autocombustione osservati in cabine ad acqua sono per lo più legati alla concomitanza dei seguenti fattori:

- uso di PV essiccanti ad aria
- assenza di manutenzione del retro del velo per lunghi periodi

- inattività della cabina
- temperatura esterna elevata.

Queste osservazioni, che facevano pensare alla necessità di una massa critica, di bassa umidità e di alta temperatura, non erano state seguite da misurazioni.

Inoltre, mentre in passato si riteneva che il fenomeno fosse essenzialmente legato alla presenza di solventi facilmente infiammabili, si è verificato anche con prodotti vernicianti all'acqua.

## STUDIO COMPARATO DI TRE CASI DI AUTOCOMBUSTIONE

### Caso n. 1 (applicazione della mano di fondo su macchine movimento terra)

L'applicazione avviene in una cabina pressurizzata, a flusso verticale, con abbattimento dell'overspray ad acqua sottogriglia e l'impiego di un ricamatore orizzontale e ritocco manuale da parte di due operatori. La cabina è dotata di un filtro a secco del tipo "raccolgivernice" appli-

cato sopra la griglia di aspirazione. Il prodotto verniciante idrodiluibile contiene alcool butilico e 2-butosietanolo (circa 20% in peso).

Il filtro esausto, con l'overspray accumulato, di circa 25 m<sup>2</sup>, pari a circa 150 Kg, viene raccolto in un "big-bag" e stoccato all'aperto.

In due occasioni, dopo alcune ore dallo stoccaggio, si era verificato un fenomeno di autocombustione caratterizzato dall'emissione di notevoli quantità di fumo, in assenza di fiamma, con completa carbonizzazione della massa di overspray.

Al fine di studiare la cinetica del fenomeno, si è deciso di misurare la temperatura della massa di overspray e di quella ambiente, mediante un registratore HI98804 dotato di due sonde tipo K, una delle quali rileva la temperatura ambiente e l'altra quella della massa di overspray. E' stata effettuata una sola misurazione, interrotta subito dopo il verificarsi dell'emissione di fumo e il successivo spegnimento con acqua. La comparazione delle due curve di temperatura (grafico 1), mostra che la temperatura iniziale dell'overspray

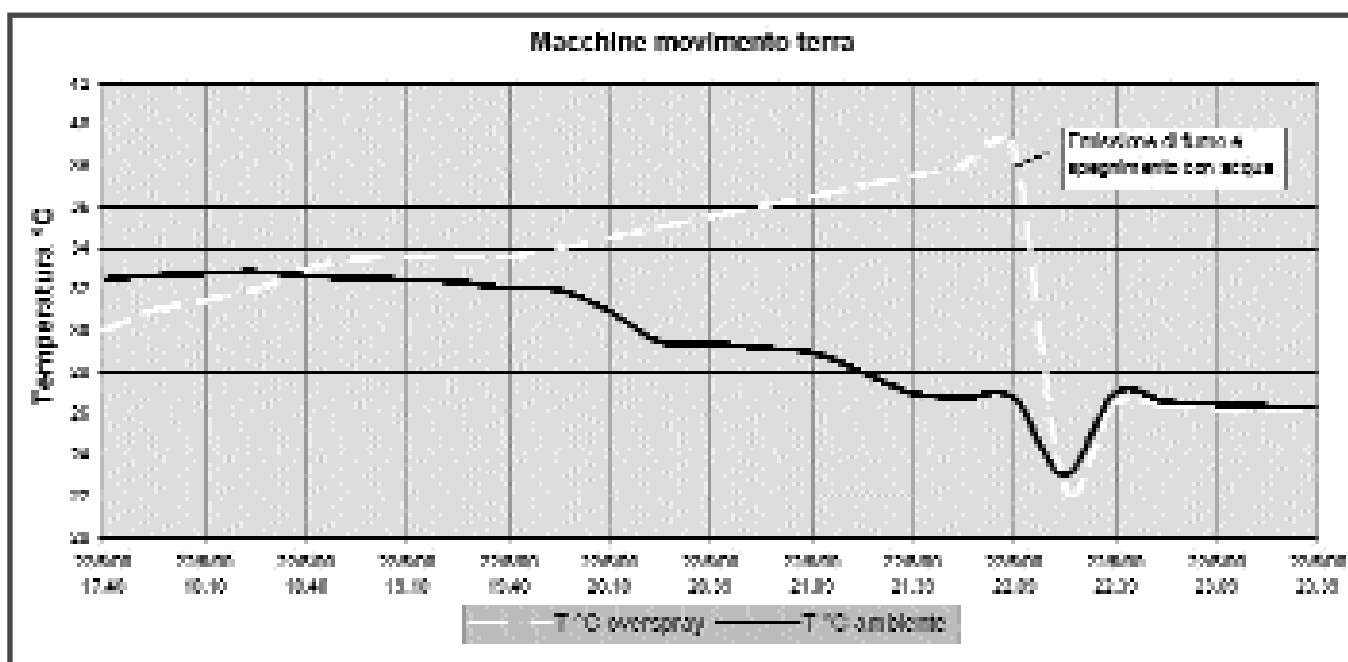


Grafico 1 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 1

è inferiore di 2,5°C a quella dell'aria (30°C e 32,5°C), mentre è uguale a quella esterna (30°C) dopo circa 2 ore. Dopo 4 ore e 30 minuti la temperatura dell'overspray è superiore di 12°C a quella dell'aria (39°C e 26,8°C).

Si può dedurre quindi che la combustione ha avuto inizio ad una temperatura ben superiore a quella misurata, in un punto dell'ammasso distante da quello in cui era stata inserita la sonda.

Questa misurazione fornisce due informazioni molto importanti:

- 1) la combustione ha inizio localmente e non interessa in modo uniforme la massa del materiale in esame
- 2) la reazione è relativamente lenta (in questo caso 4 ore e 30 minuti dall'ammasso; circa 6 ore dalla fine delle operazioni di verniciatura).

### Caso N.2 (applicazione di smalto protettivo su corpi motore di macchine agricole)

L'applicazione avviene manualmente in una cabina aperta a flusso orizzontale, con abbattimento dell'overspray a secco.

La cabina è dotata di un filtro a secco del tipo "raccoltivernice", applicato in parete verticale, che viene sostituito ogni 2-3 settimane.

Il prodotto verniciante è a base di resina alchidica, con il 30% di solvente organico.

L'overspray è mediamente polveroso e parte di esso cade alla base della parete filtrante. L'overspray caduto viene ammassato in un angolo della cabina e rimosso quando viene effettuata la sostituzione della parte filtrante.

Nella notte fra il 20 e il 21 giugno

2001 si è sviluppato un principio d'incendio, caratterizzato da una notevole emissione di fumi e da danni trascurabili alla cabina.

Successive misurazioni effettuate con il registratore di temperatura HI98804 per la durata di una settimana hanno permesso di raccogliere i dati riportati nel grafico 2. I dati non avevano consentito di trarre, al momento della loro registrazione, conclusioni significative, ma, integrati con le indagini che seguono, acquistano un valore notevole.

Questa esperienza, al momento, permetteva di concludere che:

- certamente esiste una massa critica al di sotto della quale non si verifica alcun fenomeno significativo e che in questo esperimento tale massa non era stata raggiunta
- il fenomeno è legato alla temperatura esterna.

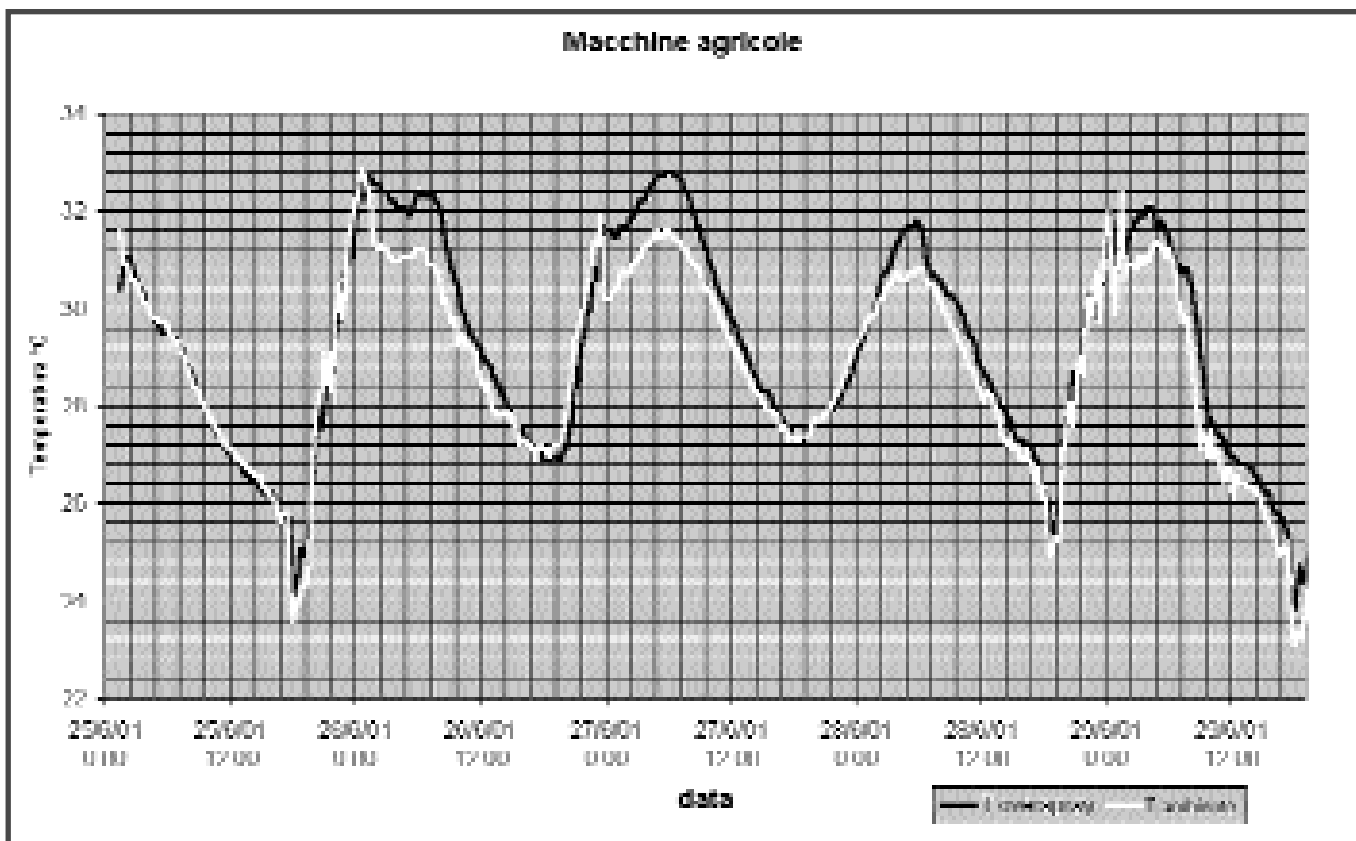


Grafico 2 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 2

### Caso N.3 (impianto automatico di verniciatura di piccoli meccanismi metallici).

Il ciclo prevede tre mani, applicate in tre cabine aperte a flusso orizzontale, mediante reciprocatore verticale, con abbattimento dell'overspray a secco.

Il prodotto verniciante è all'acqua, con un contenuto di cosolvente organico non precisato.

Il filtro viene sostituito ogni due settimane e scosso tutte le sere.

L'overspray caduto dal filtro viene ammucciato alla base della parete filtrante.

Nella notte fra il 27 e il 28 luglio 2001, l'overspray raccolto alla base della cabina 2 ha sviluppato un principio di autocombustione, caratterizzato dagli stessi fenomeni del caso 2.

La Direzione dello stabilimento decise di approfondire il fenomeno, iniziando uno studio articolato in due fasi:

- 1) misura delle temperature del filtro installato in cabina e della temperatura esterna
- 2) misura della evoluzione della temperatura di mucchi di overspray secco di diversa quantità.

#### Fase I

Per la realizzazione della prima fase una delle sonde collegate al registratore HI98804 viene sistemata immediatamente dietro la parete filtrante, a contatto con il filtro.

La seconda sonda viene collocata all'esterno della cabina di verniciatura. Le misurazioni vengono iniziate a filtro nuovo.

Il registratore viene configurato in modo da registrare i valori di tem-

peratura ogni 15 minuti.

La prima serie di misure permette di elaborare il grafico n°3, che fornisce le seguenti informazioni.

Durante la spruzzatura e la ventilazione, la temperatura del filtro è sensibilmente inferiore alla temperatura esterna. Questo fenomeno è senz'altro attribuibile all'evaporazione dell'acqua che costituisce il solvente del prodotto verniciante. L'overspray secco raccolto nella prima giornata è di circa 5,7 Kg (19 spruzzi x 60% di secco x 50% di overspray).

Dopo circa 17 ore dall'inizio della spruzzatura, in assenza di ventilazione, la temperatura dell'overspray comincia a salire fino a raggiungere lo stesso valore della temperatura esterna.

All'inizio della seconda giornata di spruzzatura la temperatura dell'o-

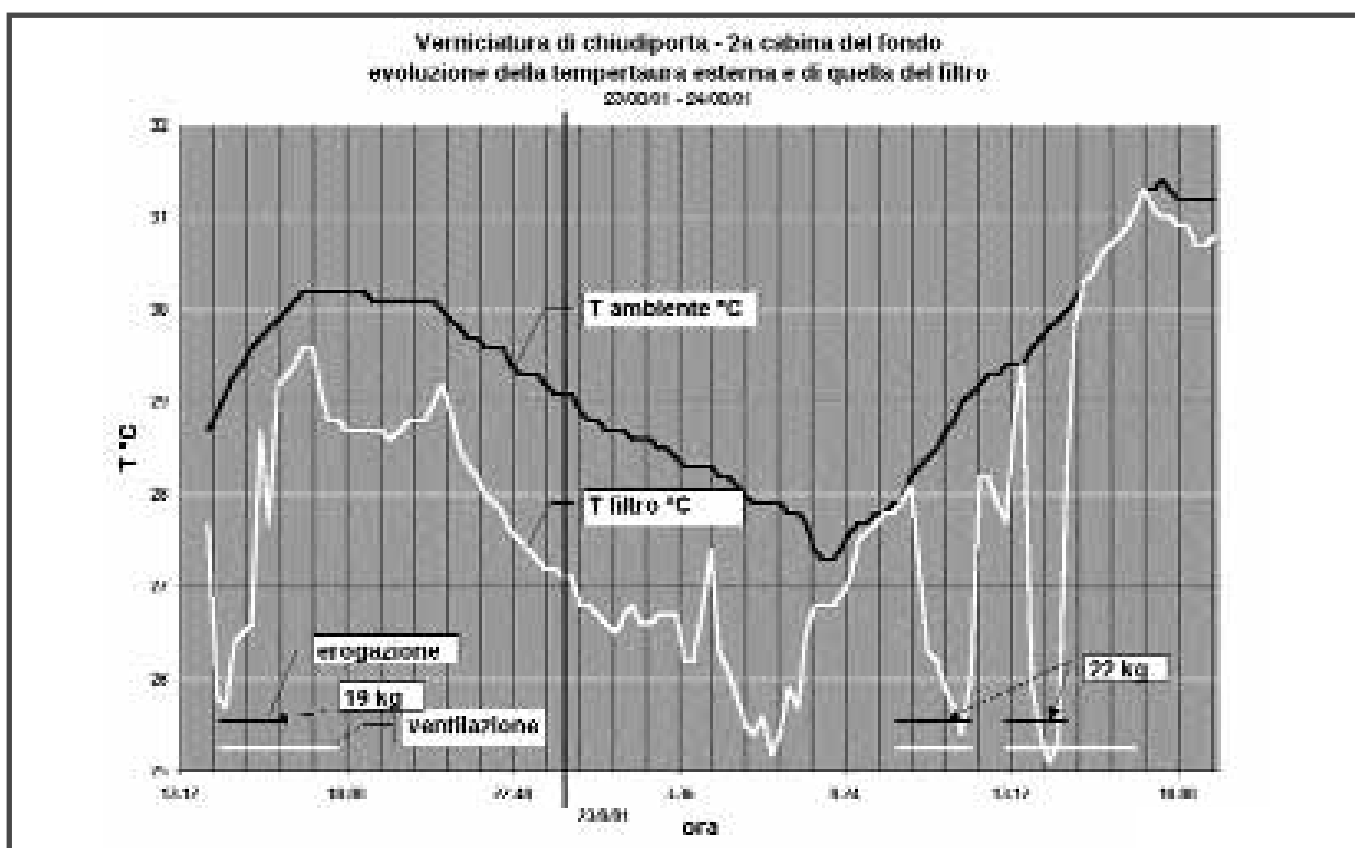


Grafico 3 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 3 (fase 1)

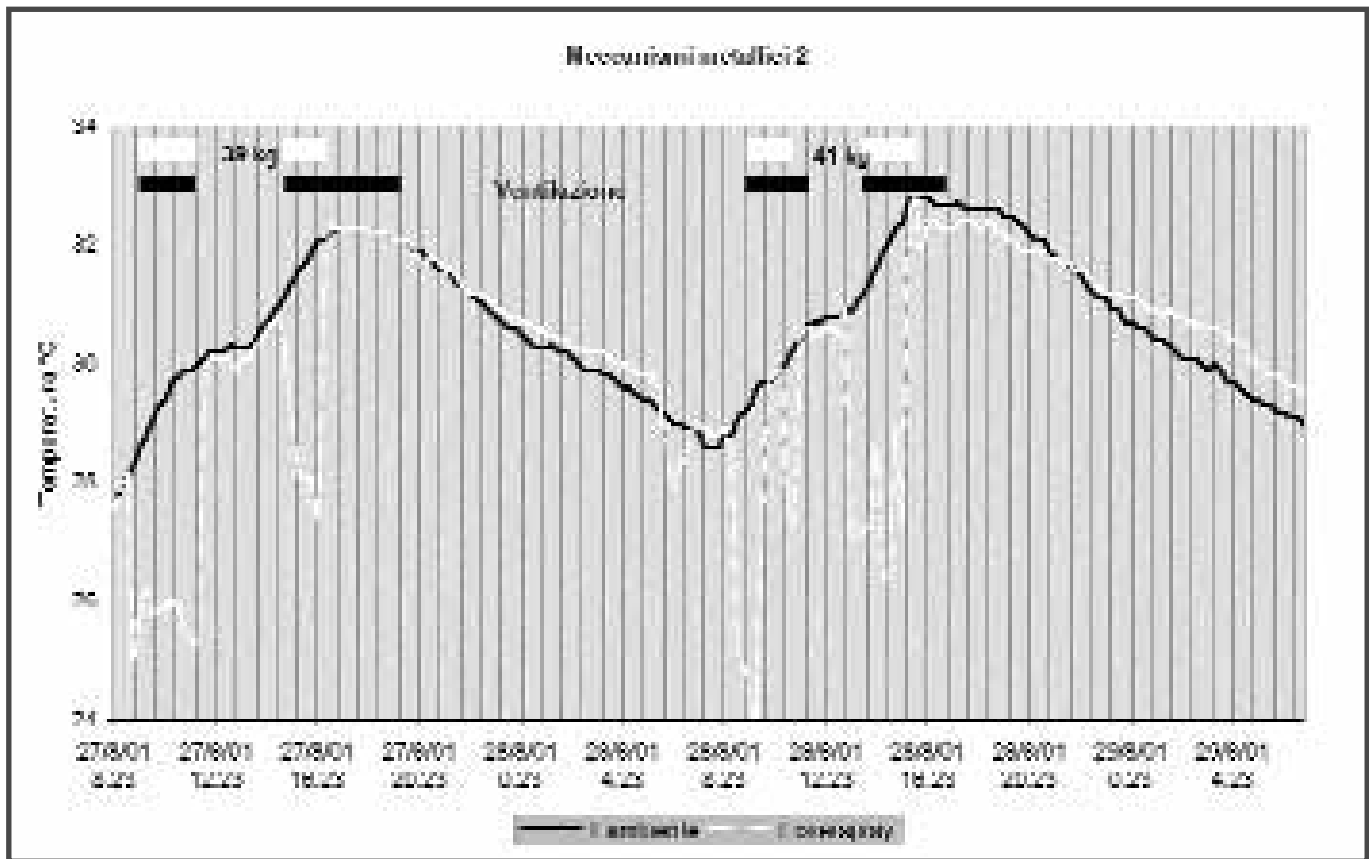


Grafico 4 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 3 (fase 1, prime misurazioni)

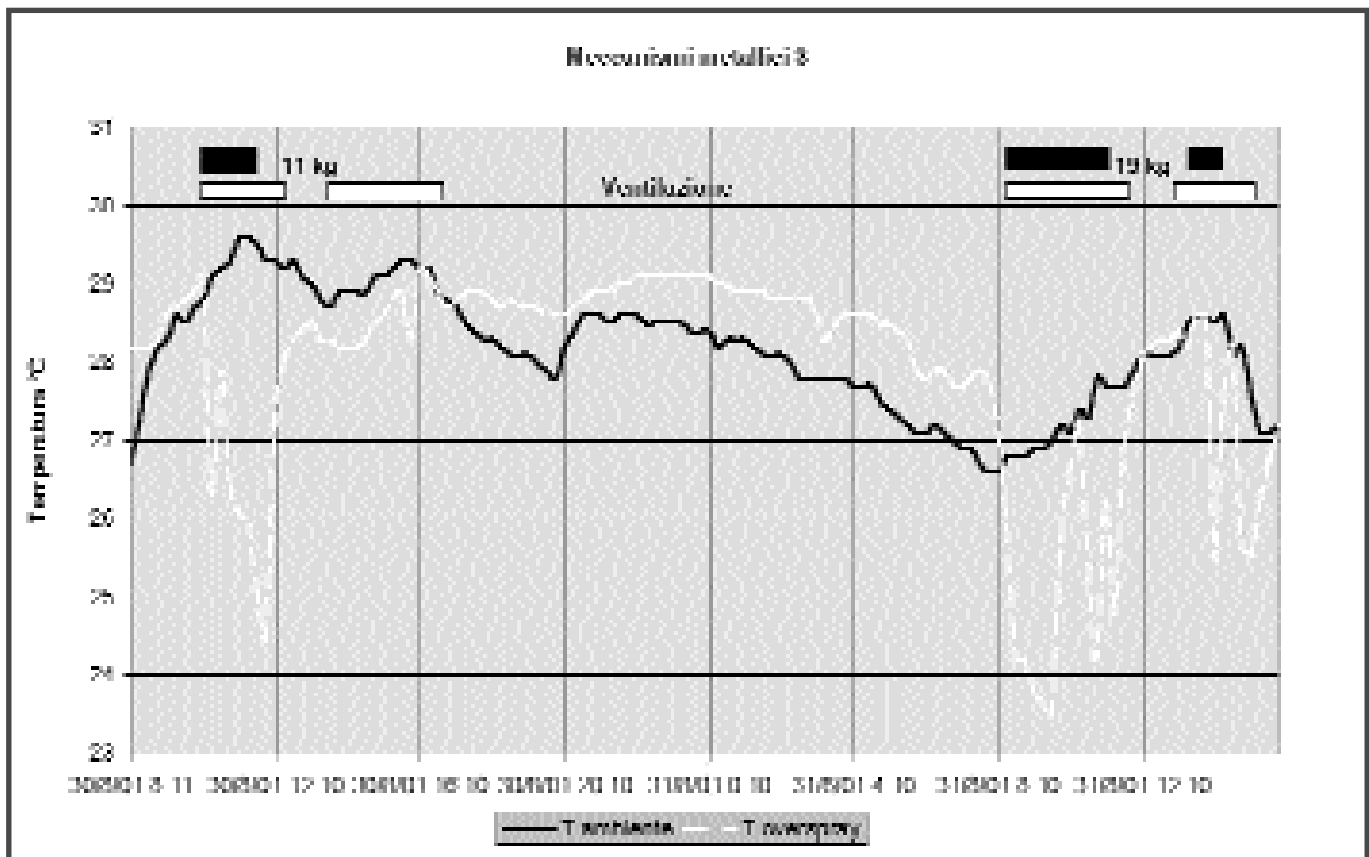


Grafico 5 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 3 (fase 1, misurazioni successive)

overspray scende di nuovo, per effetto dell'acqua contenuta nel PV.

La temperatura dell'overspray sale di nuovo, fino al valore di quella esterna, durante la pausa meridiana. All'inizio del turno pomeridiano si ha di nuovo l'abbassamento caratteristico delle fasi di spruzzatura. Alla fine della spruzzatura la temperatura continua a salire, nonostante la ventilazione resti in funzione per due ore.

Alla fine della seconda giornata l'overspray secco accumulato è di circa 12,3 Kg (19+22=41 spruzzati x 60% x 50%).

Il diverso andamento della curva di temperatura del filtro dopo la fine della spruzzatura, fra la prima e la seconda giornata, è da attribuirsi alla diversa quantità di overspray secco accumulata (6 contro 13). Quindi una maggior massa di overspray provoca un aumento di tem-

peratura più rapido.

Le registrazioni proseguono per altri due giorni fornendo il grafico n° 4. Alla fine del terzo giorno di lavoro, durante la notte, avviene il superamento della temperatura ambiente da parte della temperatura dell'overspray.

La differenza massima fra le due temperature è di circa mezzo grado dopo la terza giornata e di circa 1 grado dopo la quarta. Ciò conferma che l'aumento della massa di overspray ha influenza sull'aumento di temperatura dell'overspray.

Dopo la terza giornata l'overspray raccolto è di circa 24 kg e alla fine della quarta di circa 36,3 kg.

La prosecuzione delle misurazioni fornisce il grafico n° 5.

Anche in questo caso si confermano i fenomeni già osservati.

L'overspray raggiunge, dopo il quinto giorno, 46,2 kg circa, dopo il sesto

giorno 51,9 kg.

La temperatura dell'overspray supera quella esterna di circa 1 grado, quando il ventilatore e l'erogazione sono interrotte.

Finora l'accumulo di circa 50 kg di overspray non è sufficiente a sviluppare temperature tali da innescare il fenomeno dell'autocombustione. E' comunque evidente che nella massa di overspray avviene una reazione esotermica.

## Fase 2

Per la realizzazione della seconda fase delle indagini, viene raccolta in un fustino metallico una quantità di circa 22 kg (pari a circa 20 litri) di overspray secco. La sonda n°1 viene inserita nel fustino mentre la n° 2 registra la temperatura esterna. Si ottiene il grafico n° 6.

In questo caso l'aumento di temperatura dell'overspray è molto signi-

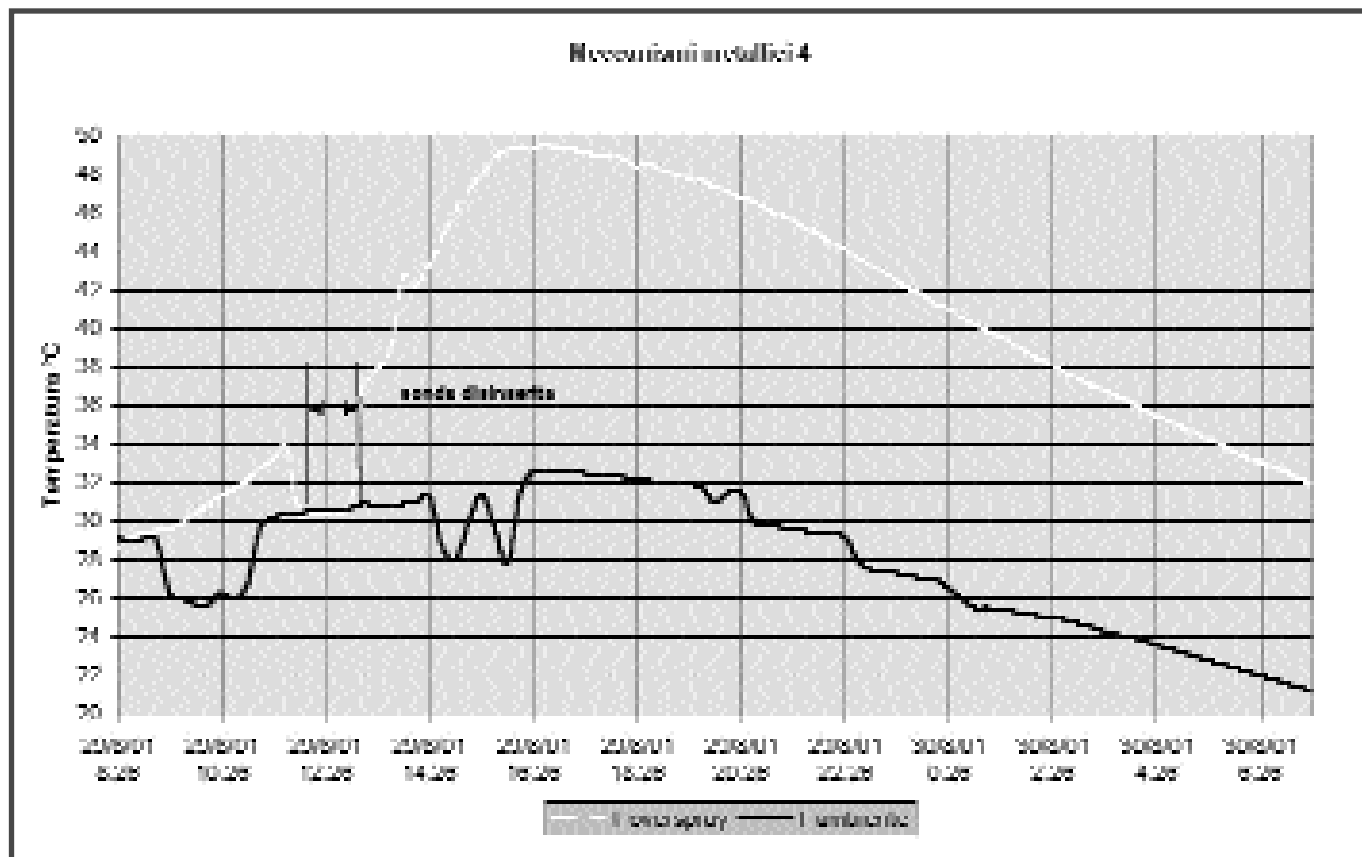


Grafico 6 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 3 (fustino metallico da 20 L)

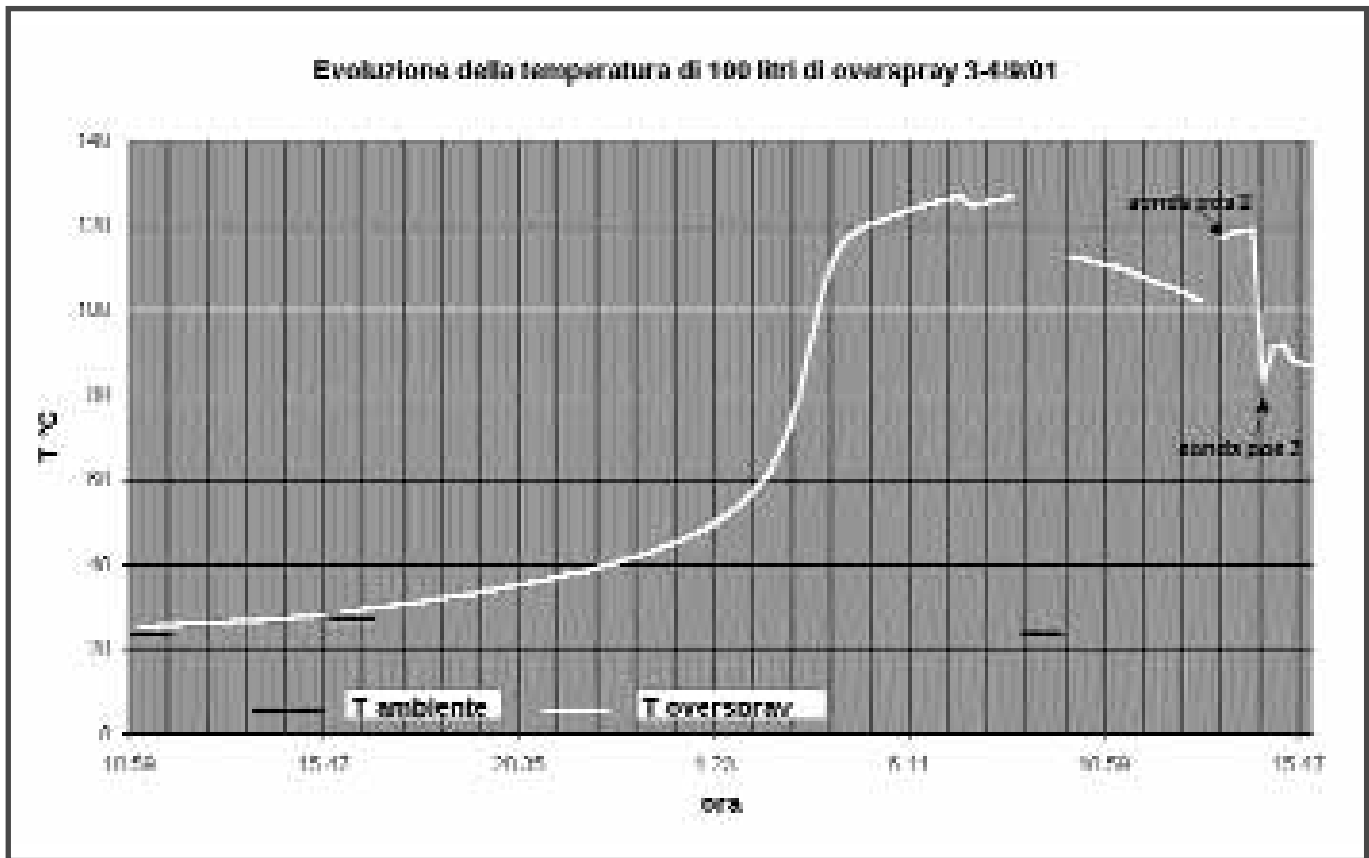


Grafico 7 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 3 (fustino metallico da 100 L)

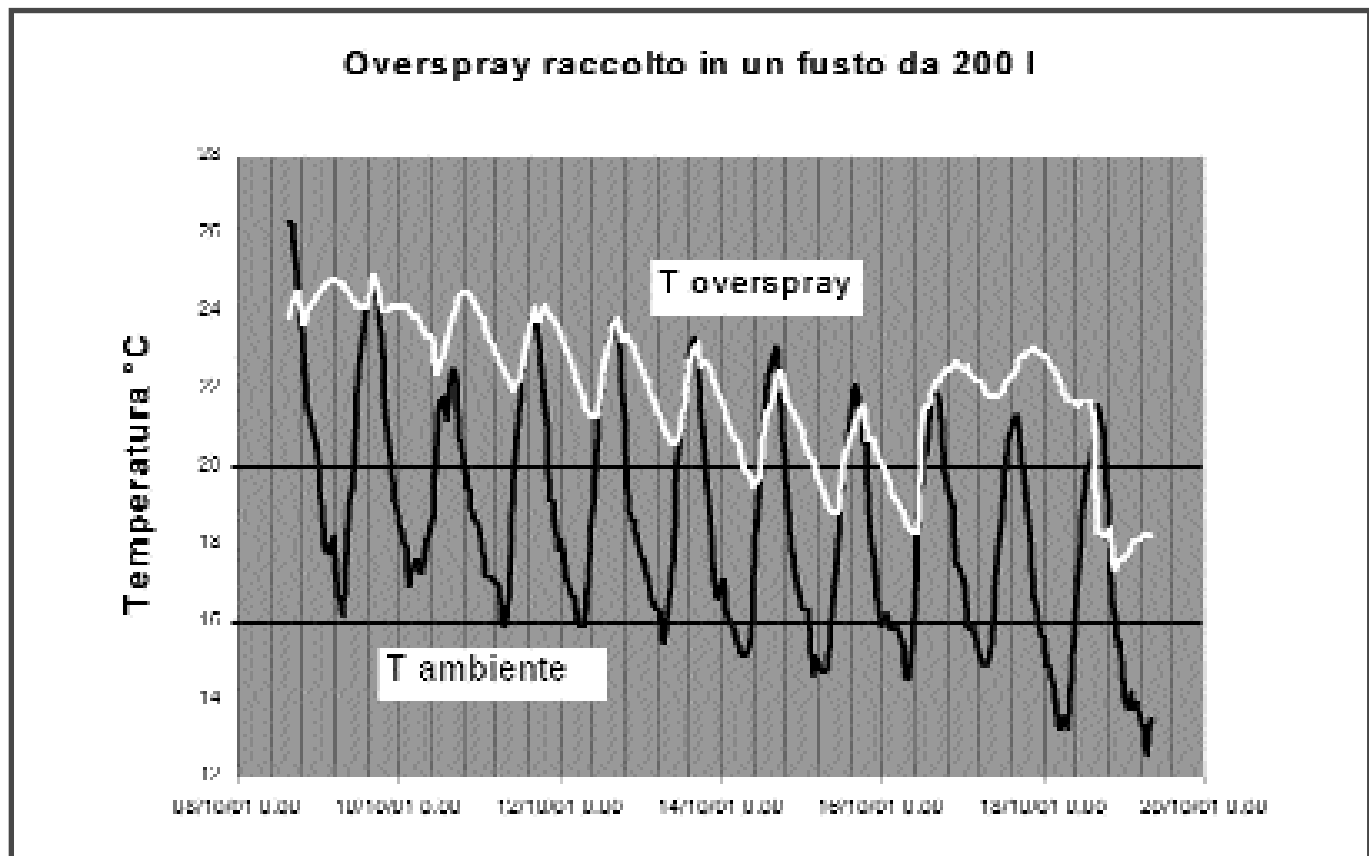


Grafico 8 - Rilevazione della temperatura ambiente e della temperatura dell'overspray nel caso 3 (fustino metallico da 200 L)

ficativo: la differenza di temperatura con l'esterno raggiunge i 18°C circa. Dopo una fase di aumento, la temperatura decresce, fino a riportarsi su valori pari a quelli della temperatura esterna. La rampa di salita ha una durata molto vicina a quella rilevata nel caso 1. La temperatura massima raggiunta non è sufficiente ad innescare l'autocombustione.

La seconda fase dell'indagine prosegue raccogliendo circa 110 kg di overspray in un volume di circa 100 litri, fornendo il grafico n° 7.

In questo caso la temperatura dell'overspray supera i 120 °C. La sonda viene spostata durante l'esperimento. La temperatura della massa di overspray non è uniforme, pertanto non è certo che la temperatura massima indicata dal grafico sia quella massima raggiunta dal punto più caldo dell'ammasso.

La durata della fase di salita è di circa 8 ore. Questo periodo di tempo è presumibilmente valido per tutti i punti dell'ammasso.

L'indagine è proseguita registrando l'evoluzione della temperatura di lotti di 20 litri di overspray raccolti in piccoli fusti. L'andamento delle variazioni

di temperatura è simile a quella del grafico 4.

I valori assoluti però restano più bassi, salvo in un caso nel quale, spostando la sonda in un punto diverso da quello iniziale, si rileva una temperatura massima di 50°C.

Resta quindi confermata la disomogeneità delle temperature all'interno dell'ammasso e la diminuzione della stessa dopo una fase di salita della durata di circa 8 ore.

Il contenuto dei fustini da 20 litri, dopo un periodo di 24 ore, viene quindi raccolto in un big-bag da 200 litri .

A riempimento avvenuto viene monitorato l'andamento della temperatura nel big-bag ottenendo il grafico n° 8. Si nota la minore escursione termica dell'ammasso di overspray rispetto all'ambiente, attribuibile al diverso calore specifico o ad una residua reazione esotermica.

## COMPOSIZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI

Nello svolgimento dell'indagine, sono stati raccolte anche informazioni sulla

composizione dei prodotti vernicianti tramite lo studio delle schede tecniche e di sicurezza e tramite analisi di campioni di PV.

Queste ultime si sono rese necessarie per verificare la concentrazione di sali di Cobalto, utilizzati come acceleranti di reticolazione, che vengono comunemente considerati responsabili del fenomeno dell'autocombustione.

In tutti e tre i casi in esame è stata riscontrata la presenza di ottoato di Cobalto (C7H15COO)2Co in concentrazioni diverse. I risultati delle analisi sono riassunte nella tabella I. La grande variabilità dei dati del caso1 (concentrazioni di cobalto da 67 a 254 mg), potrebbe spiegare il fatto che l'autocombustione non si verificava con regolarità.

Il basso valore del caso 2 spiega, insieme alla inferiore quantità di PV spruzzato rispetto al caso 3, l'andamento del grafico 2, che non mostra i segni di surriscaldamento riscontrati nei grafici relativi al caso 3.

Nel PV del caso 3 il produttore dichiara anche la presenza di ottoato di Bario e ottoato di Zirconio, entrambi catalizzatori di reticolazione.

mg Co / Kg di PV									
<b>CASO 1</b>	Lotto1	Lotto2	Lotto3	Lotto4	Lotto5	Lotto6	Lotto7	Lotto8	Lotto9
	161	67	250	104	287	240	254	228	176
<b>CASO 2</b>	Residuo combustione			Overspray			Vernice tal quale		
	282			84			55		
<b>CASO 3</b>	Vernice tal quale								
	220 (Valore dichiarato dal produttore)								

Tabella I - Concentrazione dei sali di cobalto (responsabili dei fenomeni di autocombustione) nei prodotti vernicianti, nei residui di combustione e nell'overspray



## CONCLUSIONI

In base ai risultati raccolti ed esposti nella presente ricerca si traggono le seguenti conclusioni.

Alcuni prodotti vernicianti danno origine ad overspray in grado di dare fenomeni di autocombustione.

Il fenomeno si verifica in particolari condizioni che dipendono da:

- concentrazione di acceleranti di reticolazione
- quantità di overspray
- temperatura esterna.

Il fenomeno presenta sempre un'evoluzione caratterizzata dapprima da un aumento della temperatura, che può durare, nelle esperienze prese in esame, da 4 a 8 ore, seguito, se la quantità è inferiore alla massa critica, da una diminuzione della temperatura. E' quindi possibile definire una procedura che permette di trattare gli overspray secchi in modo sicuro:

A) definire mediante prove qual è la massa

al di sotto della quale l'aumento della temperatura non dà certamente luogo ad autocombustione (nel caso 3 la massa di 20 kg ha dato temperature massime di 50°C e, essendo una quantità facilmente gestibile in base alle quantità spruzzate, potrebbe essere definita, nel caso specifico, massa ideale. Nei casi in cui questo valore fosse stato troppo piccolo in base alla quantità di overspray prodotta, si potrà procedere a misurazioni con una quantità maggiore, dato che la temperatura massima raggiunta nel caso 3 (50°C) è certamente molto inferiore a quella di autoignizione

B) definire la cinetica di reazione (tempo occorrente perché la massa ideale presa in esame torni alla temperatura ambiente)

C) evitare che in cabina si verifichino accumuli superiori alla massa ideale



D) predisporre dei contenitori metallici, ognuno di capacità idonea a contenere la massa ideale, in numero tale da poter stoccare, per il periodo definito al punto B, tutto l'overspray prodotto

E) stoccare l'overspray in questi contenitori, in luogo lontano da prodotti combustibili, per un tempo almeno uguale a quello definito al punto B. Il contenuto di ogni contenitore, trascorso tale tempo, può essere versato in un contenitore di volume maggiore secondo le procedure aziendali di smaltimento

F) le determinazioni descritte ai punti A) e B) non devono necessariamente essere effettuate tramite strumentazione. Prendendo come riferimento la temperatura prudenziale di 50°C, infatti, è possibile monitorare la cinetica

del fenomeno anche con valutazioni soggettive. Se la massa in esame al primo tentativo dovesse sviluppare fumo, si dovrà ridurre (p.e. dimezzare) tale massa al secondo tentativo. Se invece una fase di riscaldamento è seguita da una di raffreddamento, senza sviluppo di fumo, la massa presa in esame è certamente inferiore a quella critica

G) la quantità massima di overspray secco accettabile sul filtro in esercizio, essendo distribuita in un volume molto superiore a quello della massa ideale, può essere superiore alla massa ideale stessa (nel caso 2 si è raggiunta una quantità più che doppia, 50 Kg contro 20),

con incrementi di temperatura di solo 1°C

H) data la presenza, evidenziata dalla presente indagine, di disomogeneità dei valori di temperatura, è opportuno che il filtro venga sostituito al raggiungimento di un aumento apprezzabile di temperatura, o che venga predisposto un sistema di spegnimento automatico. u

*Per ulteriori informazioni segnare 2 sull'apposita cartolina in fondo alla rivista*