

Come semplificare il monitoraggio della qualità dell'aria negli ambienti interni

con il contatore di particelle Fluke 985

Nota applicativa

Introduzione

Per i proprietari di strutture, il risparmio energetico è la priorità assoluta. Tra i costi per l'energia, il sistema HVAC rappresenta probabilmente la voce principale. Spesso gli sgravi fiscali si basano sul risparmio energetico conseguito per superficie in metri quadrati. Tuttavia, il risparmio ottenuto con il sistema HVAC può essere fonte di problemi non indifferenti di qualità dell'aria negli ambienti interni (IAQ), dovuti a cattiva ventilazione e ad un controllo inefficace di temperatura ed umidità. Lo spegnimento del sistema fino al mattino seguente può consentire di risparmiare sui costi, ma può anche favorire l'incremento degli inquinanti nell'aria. Se il sistema HVAC non è oggetto di una manutenzione adeguata ed il filtro dell'aria non viene controllato, si verificheranno con ogni probabilità problemi di IAQ. Gli effetti

della qualità dell'aria negli ambienti interni sono stati evidenziati da numerosi rapporti sui rischi ambientali, oltre che dagli sforzi congiunti di vari enti facenti capo alla statunitense Environmental Protection Agency (EPA). Ulteriori studi indicano che l'aria degli ambienti interni in alcuni edifici commerciali è fino a 5 volte più inquinata dell'aria all'esterno.

Il particolato trasportato dall'aria può avere diverse forme, che vanno dalla forfora animale, dai pollini e dai batteri alla fibra di vetro, all'amianto e alle particelle combuste generate da una parte delle attrezzature e dei processi produttivi. Per individuare correttamente e risolvere i problemi in campo IAQ, i tecnici necessitano di uno strumento che non solo sia in grado di misurare le concentrazioni di particelle nel corso di controlli a campione, ma anche di consentire un costante monitoraggio del controllo di processo.



Perché il conteggio delle particelle è importante?

Località differenti presentano anche differenti livelli di concentrazione accettabile del particolato. Negli ambienti residenziali e commerciali (ossia abitazioni, uffici, alberghi), a motivare le indagini in materia di IAQ sono in genere le preoccupazioni per la salute ed il comfort degli occupanti ed il timore di controversie legali. Negli ambienti industriali ed istituzionali (ospedali, industria alimentare, industria elettronica e di precisione), gli aspetti a cui viene data la priorità sono invece il costo dell'energia, il controllo delle contaminazioni ed il rendimento dei processi produttivi. Livelli troppo elevati possono provocare patologie come la sindrome da edificio insalubre, causare una minore produttività, generare prodotti contaminati o tutti e tre i casi appena descritti.

Mantenere livelli di qualità dell'aria accettabili consente non solo di diminuire i costi associati all'interruzione dell'attività, ma può anche ridurre o eliminare i costi associati a problemi futuri. Il primo passo per definire un programma di manutenzione IAQ è stabilire se attualmente esiste un problema.

Indagini IAQ

Un'indagine IAQ è il primo passo in un programma di manutenzione o nel rispondere a problemi potenzialmente associati alla qualità dell'aria. Non importa se l'ambiente è commerciale/residenziale oppure industriale/istituzionale, perché la metodologia che viene seguita è del tutto simile:

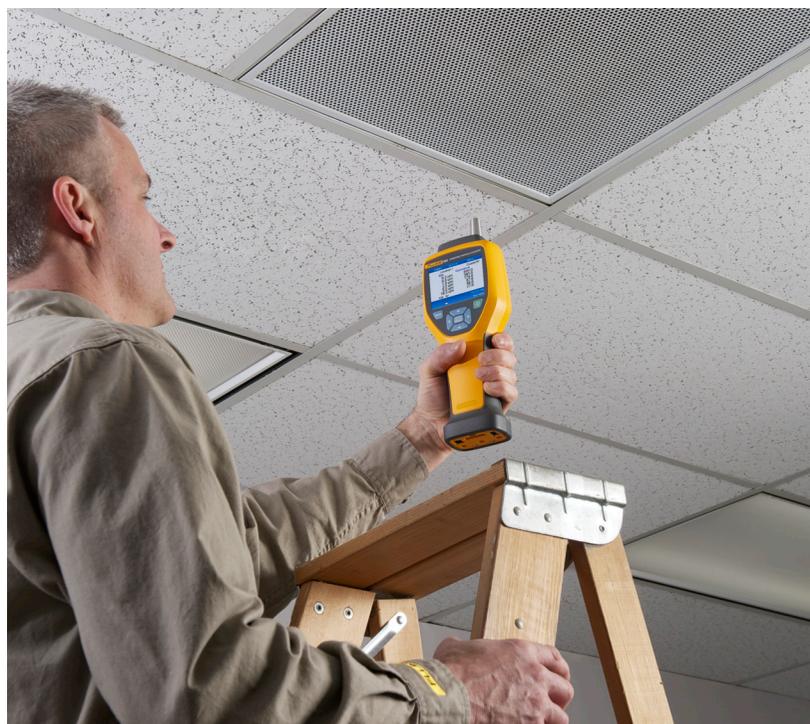
1. Condurre un'indagine con il personale della struttura. Chi ha espresso lamentele, e quali sono i sintomi? Le persone che si sono lamentate si trovano in una posizione specifica della struttura o sono distribuite in diverse aree? Lo scopo è misurare il livello di tossicità o di concentrazione, indicato dalle reazioni allergiche o dai fenomeni irritativi degli individui oppure da un aumento di contaminazione nel prodotto.
2. Effettuare ricerche sulla storia dell'edificio. Quando è stato costruito o ristrutturato l'edificio? Ci sono stati casi di danni gravi e come sono state effettuate le riparazioni? Quali sono le procedure di manutenzione all'interno della struttura? Ad esempio, perdite nel tetto o nei tubi che sono state riparate ma i danni causati dall'acqua potrebbero non essere stati risolti.
3. Effettuare un'ispezione di persona. I tecnici devono conoscere gli ambienti che stanno esaminando e le sorgenti dannose di particolato. All'interno di un luogo specifico è necessario tenere conto delle aree in cui sono situati sfiati, forni, materiali per le pulizie, nonché aree con vernice fresca, specialmente se presenti in un'area in cui sono emerse lamentele. Ci sono odori o sorgenti visibili, ad esempio muffa?
4. Effettuare le misurazioni di qualità dell'aria. Quando si effettua un'indagine IAQ completa, devono essere rilevate anche temperatura, umidità, CO e CO₂ per identificare i problemi relativi a una ventilazione inadeguata e/o contaminata che può creare potenzialmente un problema di particolato. Ad esempio, le misure di temperatura e umidità svolgono un ruolo fondamentale nell'identificazione di muffa e batteri. Un luogo con un'umidità relativamente elevata e alte concentrazioni di particelle da 3,0 µm o più grandi, può suggerire la presenza di spore di muffa, che devono essere eliminate una volta identificate. Un'elevata concentrazione di particelle da 0,3 a 10 µm potrebbe essere legata alla presenza di batteri, i quali metterebbero in pericolo la vita dei pazienti sottoposti ad operazioni chirurgiche o a cure intensive.

La procedura più efficiente per valutare la qualità dell'aria in ambienti interni consiste nell'effettuare diverse misure dell'aria esterna come riferimento di base, annotando dove vengono effettuate le misure rispetto alla struttura. Almeno una delle misure deve essere effettuata vicino alla presa d'aria "pulita" in ingresso all'edificio. Assicurarsi che la posizione della presa d'aria d'ingresso, per le misure base, non sia alterata da sorgenti inquinanti come ad esempio posizionata in luoghi vicini a una banchina di carico. Un valore "target" del particolato aereo in un ambiente interno viene quindi calcolato modificando le misure in base all'efficienza del sistema di filtrazione interno. In caso di utilizzo nelle camere bianche, per le misure è possibile prendere come riferimento le tre fasi

di quest'ultima, ossia "come da capitolato", "a riposo" e "operativa". Tuttavia, una volta definita la misura base, i dati raccolti devono sempre essere confrontati con il medesimo parametro.

Le particelle tendono a diffondersi molto rapidamente nell'aria circostante, rendendo l'identificazione della sorgente piuttosto difficile. Un metodo è effettuare misure multiple in ambienti interni, iniziando dall'area in cui sono emersi problemi e quindi allontanarsi. Procurarsi una mappa dei sistemi HVAC installati ed utilizzarla per pianificare un percorso di ispezione. All'interno di ciascuna zona, effettuare una misurazione sia al centro dell'ambiente sia in prossimità degli ingressi e delle uscite dell'aria, così come di ogni altro eventuale elemento del sistema HVAC. Ricordarsi di misurare sia a monte che a valle di eventuali filtri HEPA. Mentre si registrano i dati, annotare qualsiasi aumento inusuale in quantità e dimensioni del particolato. Utilizzare le funzioni di denominazione della località e di memorizzazione dei dati offerte da Fluke 985, onde poter distinguere la concentrazione di particelle in località diverse a fini di comparazione. Confrontare le misure delle particelle con la misura base per avere un'idea della gravità della concentrazione di particolato, quindi identificare i punti e i percorsi che possono condurre alla sorgente del particolato. Seguire il percorso con concentrazioni elevate finché non viene identificata la sorgente. Una volta che la sorgente è stata bonificata, l'area viene rianalizzata per garantire che l'azione correttiva abbia risolto il problema.

Utilizzando in aggiunta il misuratore di temperatura ed umidità Fluke 971, un tecnico può inoltre confrontare i dati di temperatura ed umidità con i parametri accettati (si vedano le norme ASHRAE 55 e 62), al fine di condurre un'indagine IAQ di base ed adottare le opportune contromisure.



Interpretazione dei dati

Una corretta interpretazione dei dati richiede una conoscenza dell'area in cui è stata effettuata l'indagine; in altre parole bisogna conoscere il contesto dell'area sotto analisi. L'area è residenziale o commerciale? Si tratta di una camera bianca o di un'area in cui si svolgono processi produttivi di precisione? La camera bianca è "a riposo" o "operativa"? Il luogo è esposto al fumo di tabacco o a particelle di combustibile? Ci sono edifici/costruzioni accanto o vicino al luogo? Una valutazione adeguata dell'ambiente circostante può aiutare a restringere l'elenco dei problemi di particolato.

Fra le variabili che influenzano notevolmente i limiti di concentrazione sono da considerare le dimensioni e il tipo di edificio. Tuttavia, una valutazione di alto livello può indicare se un problema esiste oppure no. Le seguenti misure dell'aria esterna forniscono al tecnico un punto di riferimento di alto livello:

Stopped		00:00:00	SAMPLE 1 of 5
Location 1		Counts	
Size		Cumulative	
0.3	µm	814908	
0.5	µm	94271	
1.0	µm	16530	
2.0	µm	7264	
5.0	µm	2926	
10.0	µm	145	
1.0 F ³			
		10:27:15 AM	11-14-2011

Figura A.

Scenario 1: i livelli di particolato illustrati nella Figura B si riferiscono a un edificio nuovo (< 5 anni) e non indicano alcuna concentrazione fuori norma. In un ambiente residenziale, i livelli di particelle sono talvolta più elevati rispetto alle misure esterne a causa di maggiori sorgenti potenziali di particelle (ad es. forfora di animali), area di diffusione ridotta e spesso filtraggio meno efficiente.

Stopped		00:00:00	SAMPLE 2 of 5
Location 1		Counts	
Size		Cumulative	
0.3	µm	315298	
0.5	µm	101875	
1.0	µm	61879	
2.0	µm	45519	
5.0	µm	28105	
10.0	µm	2607	
1.0 F ³			
		11:27:15 AM	11-14-2011

Figura B.

Scenario 2: i livelli di particolato nella Figura C rappresentano un ambiente di lavoro/ufficio medio e non indicano concentrazioni fuori norma. In un ambiente commerciale, i livelli di particelle dovrebbero essere significativamente inferiori rispetto alle misure esterne grazie al migliore filtraggio e diluizione con l'aria esterna.

Stopped		00:00:00	SAMPLE 3 of 5
Location 1		Counts	
Size		Cumulative	
0.3	µm	113899	
0.5	µm	21898	
1.0	µm	9383	
2.0	µm	5934	
5.0	µm	3285	
10.0	µm	617	
1.0 F ³			
		12:27:15 PM	11-14-2011

Figura C.

Scenario 3: i livelli di particolato nella Figura D si riferiscono a un edificio vecchio con muffa visibile. Le misure sono significativamente più elevate e sarebbe necessario adottare provvedimenti contro la muffa e risolvere il problema alla radice.

Stopped		00:00:00	SAMPLE 4 of 5
Location 1		Counts	
Size		Cumulative	
0.3	µm	2651469	
0.5	µm	291193	
1.0	µm	70852	
2.0	µm	36837	
5.0	µm	17993	
10.0	µm	1979	
1.0 F ³			
		1:27:15 PM	11-14-2011

Figura D.

Scenario 4: se la sorgente delle particelle nello Scenario 3 non è visibile, utilizzare le tabelle per le dimensioni delle particelle, come nella Tabella 1, per identificare possibili sorgenti. Prelevare un campione di particelle e portarlo in laboratorio per ulteriori analisi.

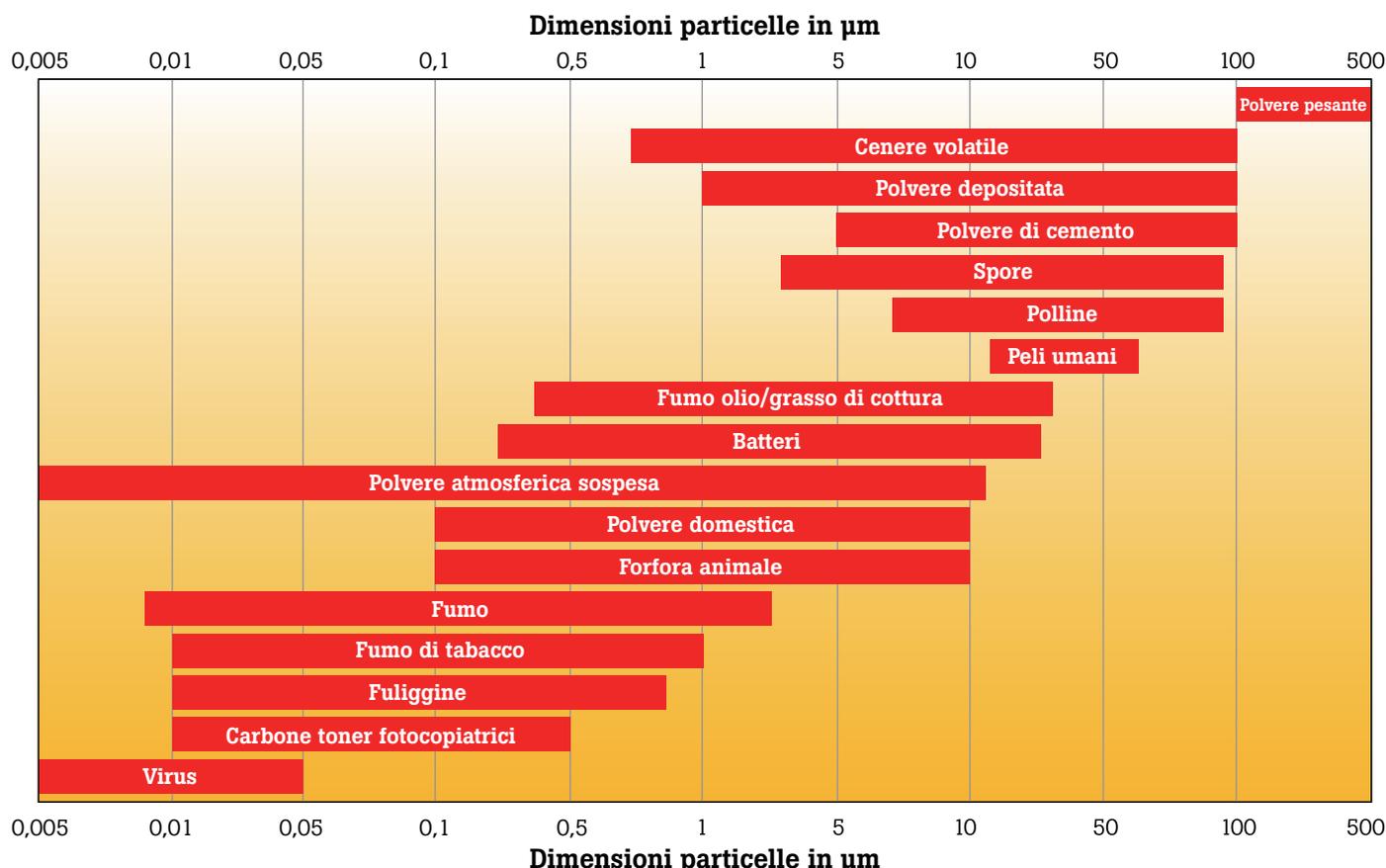


Tabella 1.

Esercizio per la camera bianca (certificazione e monitoraggio)

Le camere bianche sono un'applicazione eccellente per un contatore di particelle. La certificazione delle camere bianche viene in genere effettuata nella fase "come costruito". A scopo dimostrativo, proviamo Fluke 985 nella valutazione di una camera bianca in classe 5 ISO (da ISO 14644). Per la classificazione di camera bianca in Classe 5, i livelli non possono eccedere i limiti della classe indicati nella tabella seguente per tutte le dimensioni di particelle:

La nostra indagine si occupa della concentrazione di particolato da 0,3 μm nella stanza. Diversi campioni da 2 litri vengono prelevati da sei punti differenti in sei momenti differenti, all'interno della camera bianca, con i risultati seguenti:

Classificazione ISO	Limiti per classe di particolato					
	0,1 μm	0,2 μm	0,3 μm	0,5 μm	1,0 μm	5,0 μm
	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1000	237	102	35	8	
4	10000	2370	1020	352	83	
5	100.000	23700	10200	3520	832	29
6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7				352000	83200	2930
8				3520000	832000	29300
9				35200000	8320000	293000

Posizione (L)	Concentrazioni (C1)						Concentrazione media (AC1)
	1	2	3	4	5	6	
A	750	560	655	730			674
B	1575	1250	750	950	1100	1300	1154
C	1300	850	980	1125	1350	975	1097
D	1150	775	450	825	845	1000	841
E	825	855	730	940	695	925	828
F	1700	1585	1135	900	1725	1210	1376

Le misure singole sono conformi alle norme per le camere bianche; tuttavia è possibile determinarne la validità statistica attenendosi alla procedura seguente:

Fase 1: calcolare la concentrazione media del particolato

$$M = (AC_1 + AC_2 + AC_3 + AC_4 + AC_5 + AC_6) / L$$

$$995 = (674 + 1154 + 1097 + 841 + 828 + 1376) / 6$$

Fase 2: calcolare la deviazione standard delle medie

$$SD = (\sqrt{(AC_1-M)^2 + \dots + (AC_6-M)^2}) / (L-1)$$

$$116 = (\sqrt{(674-995)^2 + (1154-995)^2 + (1097-995)^2 + (841-995)^2 + (828-995)^2 + (1376-995)^2}) / (6-1)$$

Fase 3: calcolare l'errore standard delle medie

$$SE = SD / (\sqrt{L})$$

$$47.36 = 116 / (\sqrt{6})$$

Fase 4: stabilire il limite di confidenza superiore (UCL)

N. di posizioni	Il limite di controllo superiore (UCL) per una confidenza del 95%								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
Fattore di UCL 95%	6,31	2,92	2,35	2,13	2,02	1,94	1,9	1,86	n.d.

$$UCL = M + (\text{fattore di UCL} * SE)$$

$$1.087 = 995 + (1,94 * 47,36)$$

Il valore risultante per tutte le posizioni è conforme ai requisiti di una camera bianca in classe 5.

Fluke 985 fornisce dati sul particolato su sei canali in un unico display, consentendo al tecnico di visualizzare tutte le misure a colpo d'occhio. Nonostante l'esercizio della camera bianca sia focalizzato sui particolati da 0,3 µm, il display singolo avviserà immediatamente il tecnico in caso di anomalie nelle concentrazioni di particelle di dimensioni diverse. Grazie al Fluke 985, un tecnico può configurare il numero dei canali visualizzati a seconda delle dimensioni delle particelle ed inoltre impostare un allarme acustico o un testo evidenziato, che lo avvisano di una concentrazione eccessiva di una particella di particolari dimensioni.

Una volta che la camera bianca è stata certificata, il tecnico può utilizzare la funzione di grafico tendenziale di Fluke 985 per monitorare la concentrazione di particelle durante un particolare periodo preimpostato. Questa operazione può essere effettuata nella fase "operativa" della camera bianca. Ciò consente al tecnico di monitorare il processo produttivo, qualora si riscontri un insolito picco nella concentrazione di particelle ed individuare l'evento che introduce contaminanti nel processo. In questo modo, inoltre, è possibile seguire immediatamente la tendenza sul dispositivo prima di esportare i dati, risparmiando così moltissimo tempo in fase di download. Grazie alla base USB/Ethernet di Fluke 985, il tecnico può trasferire velocemente i dati al computer mediante connessione USB o di rete ed analizzarli immediatamente adottando rapidamente le necessarie contromisure. La funzione Delay di Fluke 985 è utile per determinare le concentrazioni di particelle nella camera bianca "a riposo", dopo che gli occupanti ne sono usciti, il sistema di ventilazione ha filtrato l'aria e l'ambiente si è stabilizzato.

Il conteggio delle particelle in prospettiva

La chiave per il successo di un'indagine IAQ è conoscere l'ambiente nel suo insieme. La località, la storia dell'edificio, le lamentele, i dati disponibili sui processi e fattori misurabili come la temperatura e l'umidità, la pressione e la concentrazione di particelle sono tutti elementi che svolgono il loro ruolo nell'identificazione dei problemi in campo IAQ. Quando si utilizza un contatore di particelle è necessario tenere presente che una sorgente di particelle può anche essere solo un sintomo di un problema più grave non ancora identificato. Gli interventi di bonifica della sorgente possono non essere risolutivi per i problemi reali di scarsa filtrazione, ventilazione o umidità eccessiva. Se non vengono monitorate, queste condizioni possono generare nuovamente gli stessi sintomi o addirittura peggiori. Il conteggio delle particelle, effettuato nell'ambito di una continua manutenzione preventiva, è fondamentale per garantire un ambiente sano ed un buon rendimento produttivo. Fluke 985 è uno strumento potente, robusto e facile da usare per assistere il tecnico nell'identificazione dei problemi di particolato e nell'impegno di evidenziare le cause principali di tali problemi.

Comprendere le funzioni di un contatore di particelle

Utilizzare un contatore di particelle è relativamente semplice tuttavia, comprendere le caratteristiche che differenziano o contraddistinguono i contatori a volte può essere complicato. I termini seguenti vengono comunemente utilizzati per descrivere accuratezza, efficacia ed altri attributi di un contatore di particelle nell'aria o trasportate dall'aria

Modalità di conteggio: la modalità di conteggio definisce come il contatore di particelle visualizza i dati per l'utente. Concentrazione e totalizzazione sono due modalità tipiche di campionamento - Fluke 985 è dotato inoltre di modalità Audio. La modalità Concentrazione effettua il campionamento di un piccolo volume d'aria e calcola quindi il valore in base all'impostazione del volume (cm³, ft³, o litro) memorizzata nel contatore, mentre la modalità Totalizzazione permette all'utente di rilevare gli effettivi conteggi delle particelle via via che queste si accumulano, a seconda del tempo di campionamento. Può essere impostata sul valore cumulativo (il numero totale di particelle > dimensione di ciascun canale) o sul valore differenziale (il numero di particelle che cadono tra le dimensioni dei vari canali). La modalità Audio è utile se si deve effettuare una ricerca di aree che superano i livelli predefiniti di particelle. Se viene superata una certa soglia, il contatore avverte l'utente mediante un allarme acustico. La modalità di conteggio definisce come il contatore di particelle visualizza i dati per l'utente.

Zero Count (conteggio zero): è una misura dell'accuratezza del contatore di particelle e dovrebbe essere rilevata prima dell'uso e periodicamente in seguito oppure quando si sospetta un errore di campionamento. Il filtro per il conteggio zero viene collegato al contatore di particelle in base alle istruzioni del produttore, quindi si attiva il contatore per 15 minuti. Il contatore dovrebbe aver rilevato non oltre una particella di dimensioni superiori a 0,3 µm in un periodo di cinque minuti.

Perdita di coincidenza: si verifica quando due particelle attraversano simultaneamente il fascio di luce del contatore, creando un singolo impulso che nel conteggio risulta come una singola particella. Questo tipo di errore avviene più frequentemente quando la

concentrazione delle particelle aumenta all'interno del campione. Come da 21501-4, la perdita di coincidenza deve essere ≤ 10% con concentrazione massima del numero di particelle. Fluke 985 è 10% a 4.000.000 di particelle per ft³.

Efficienza di conteggio: la probabilità che il contatore rilevi e conti una particella mentre passa attraverso il volume campione. L'efficienza di conteggio è una funzione per impostare una soglia minima di sensibilità, oltre la quale tutte le particelle vengono rilevate e conteggiate. Un'efficienza di conteggio del 50% alla soglia più sensibile viene solitamente considerata ottimale ed agevola i confronti tra i conteggi effettuati con OPC e quelli con strumenti a risoluzione superiore.

Sensibilità: la capacità di un dispositivo di rilevare particelle di piccole dimensioni a una specifica efficienza di conteggio. Fluke 985 rileva particelle da 0,3 µm a un'efficienza di conteggio del 50%.

Calibrazione: un set di operazioni o azioni intraprese per stabilire la relazione tra i valori misurati da un dispositivo e i valori dei parametri corrispondenti definiti in uno standard. Fluke 985 si calibra utilizzando sfere PSL (in lattice di polistirene), ampiamente utilizzate grazie alla loro dimensione uniforme e alle proprietà di rifrazione della luce ed è conforme alla norma ISO 21501-4. Contatore di particelle trasportate dall'aria a dispersione di luce, per ambienti puliti.

Riferibilità NIST: la riferibilità è una caratteristica di una misura o di uno standard in relazione a riferimenti specifici, che spesso sono standard nazionali o internazionali. Le sfere PSL utilizzate nel processo di calibrazione di Fluke 985 sono riferibili agli standard NIST (National Institute of Standards and Technology).

Fluke. *Keeping your world
up and running.*®

Fluke Italia S.r.l.
Viale Lombardia 218
20861 Brugherio (MB)

Tel: (39) 02 3600 2000
Fax: (39) 02 3600 2001
E-mail: fluke.it.cs@fluke.com
www.fluke.it

© Copyright 2012 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati.
Stampato nei Paesi Bassi mm/yyyy. Dati passibili di
modifiche senza preavviso.
Pub_ID : 11904-ita

Non sono ammesse modifiche al presente
documento senza autorizzazione scritta da parte
di Fluke Corporation.