



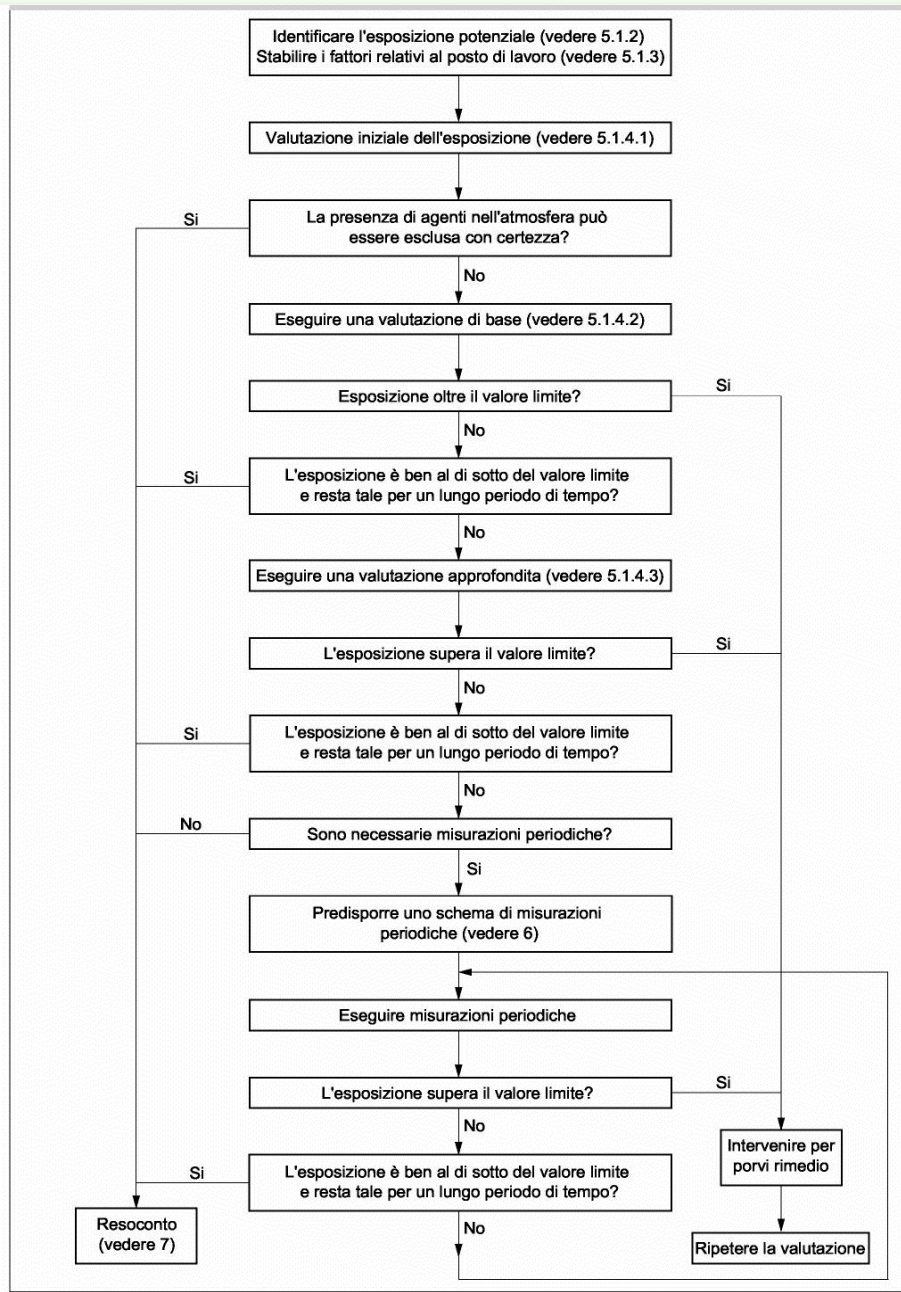
INTRODUZIONE ALLA NUOVA NORMA UNI EN 689:2018

Atmosfera nell'ambiente di lavoro

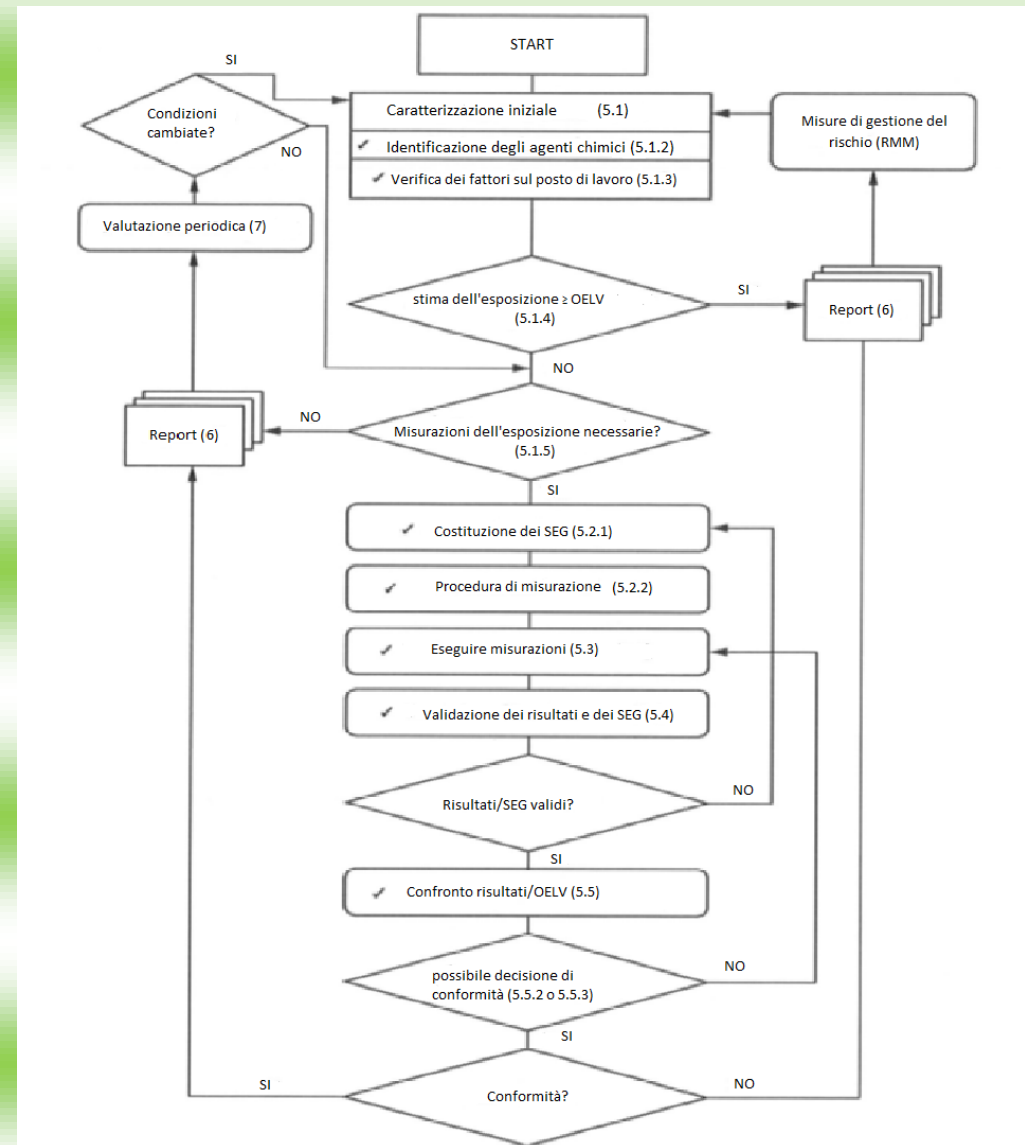
Misura dell'esposizione per inalazione degli agenti chimici

**Strategia per la verifica della conformità coi valori limite di
esposizione occupazionale**

UNI EN 689 : 1997



UNI EN 689 : 2018



Valutazione iniziale e caratterizzazione

Prima di effettuare le misurazioni dell'esposizione, è necessario considerare il luogo di lavoro. A seguito della raccolta delle informazioni in questione è possibile decidere se le misure sono o meno necessarie e suddividere i lavoratori nelle diverse mansioni.

Questa operazione è da effettuare in 3 fasi:

1 – identificazione degli agenti chimici (materie prime, prodotti primari, impurezze, prodotti intermedi e finali, prodotti di processo e sottoprodotti)

2 – controllo dei fattori che interessano il luogo di lavoro (attività, mansioni, turni e carico di lavoro, procedure, sistemi di aspirazione, carico di lavoro...)

3 – stima dell'esposizione (anche attraverso risultati di misure già effettuate, strumenti di misura diretta, misure effettuate su installazioni e processi comparabili)

Si può affermare che l'esposizione è molto inferiore al limite normativo quando

- La capacità di rilascio è bassa a causa delle condizioni di lavoro e delle proprietà della sostanza (bassa tensione di vapore, alto punto di ebollizione e bassa temperatura di lavorazione, utilizzo di piccole quantità)

Le stime devono anche essere utilizzate per verificare se le tecniche di campionamento e analisi proposte per le misurazioni sono adeguate.

Validazione SEG

I lavoratori, al fine di evitare un numero eccessivo di analisi, vengono divisi in mansioni che hanno lo stesso profilo di esposizione. Laddove le misurazioni dell'esposizione su alcuni lavoratori della stessa mansione indicano una conformità con i limiti normativi, allora si ritiene che sia così per tutti i lavoratori del SEG(*).

Per la validazione del SEG, una volta effettuate almeno 6 misurazioni su diversi lavoratori, si deve controllare che la distribuzione dei risultati sia Log normale ed in caso contrario valutare la modifica della mansione con una suddivisione della stessa.

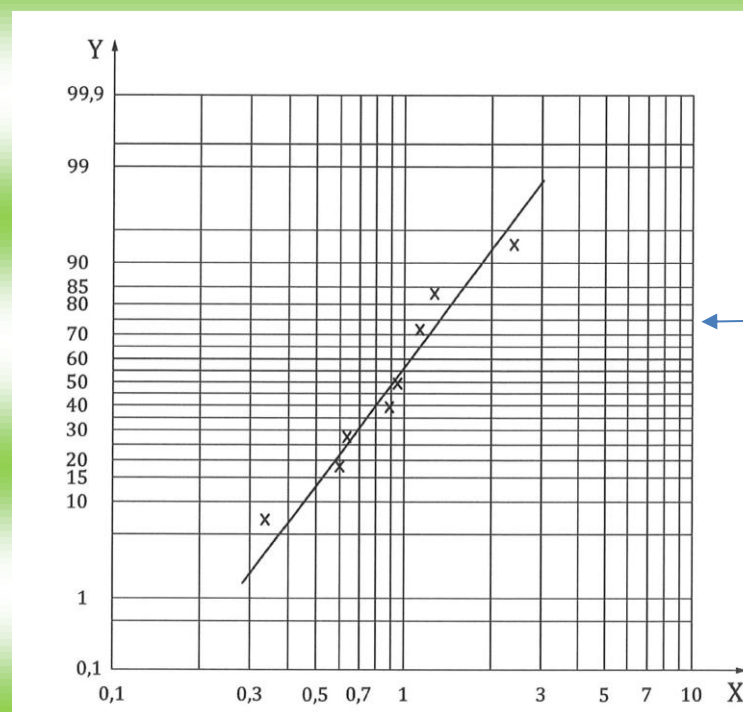
(*): SEG **Gruppo di Esposizione Similare**: questa definizione va a sostituire il concetto di “gruppo omogeneo” stabilito dalla norma EN 689 : 1997. Un SEG corrisponde ad “un gruppo di lavoratori con lo stesso profilo di esposizione generale per l'agente chimico in esame a causa della somiglianza e della frequenza dei compiti eseguiti, i materiali e i processi con cui funzionano e la somiglianza del modo in cui eseguono i compiti”.

Di seguito si riporta un esempio:

Exposure x_k mg/m ³	k	P_k	P_k as percentage
0,32	1	0,068	6,8
0,60	2	0,176	17,6
0,62	3	0,284	28,4
0,90	4	0,392	39,2
0,93	5	0,500	50,0
1,1	6	0,608	60,8
1,2	7	0,716	71,6
1,35	8	0,824	82,4
2,4	9	0,932	93,2

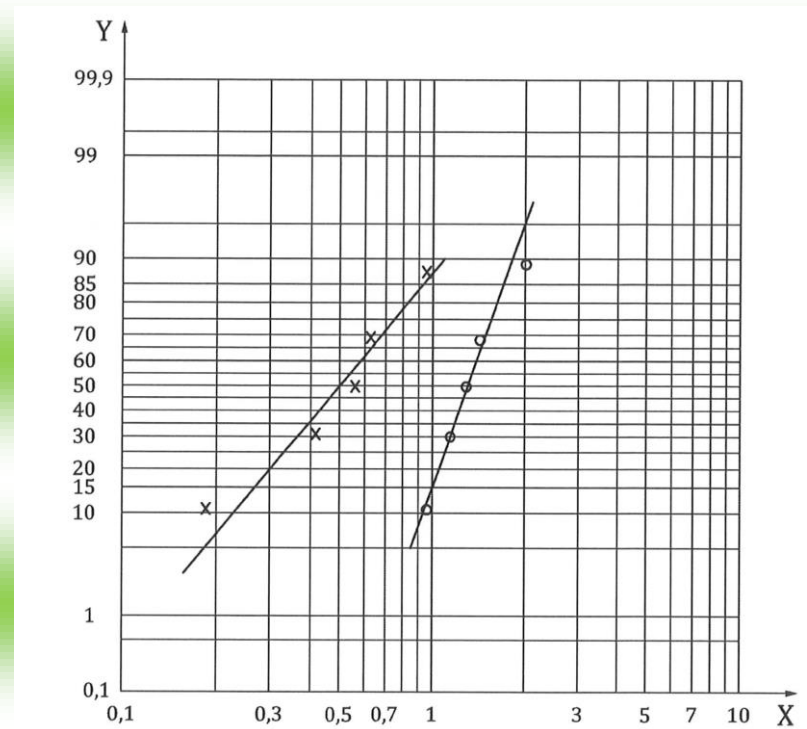
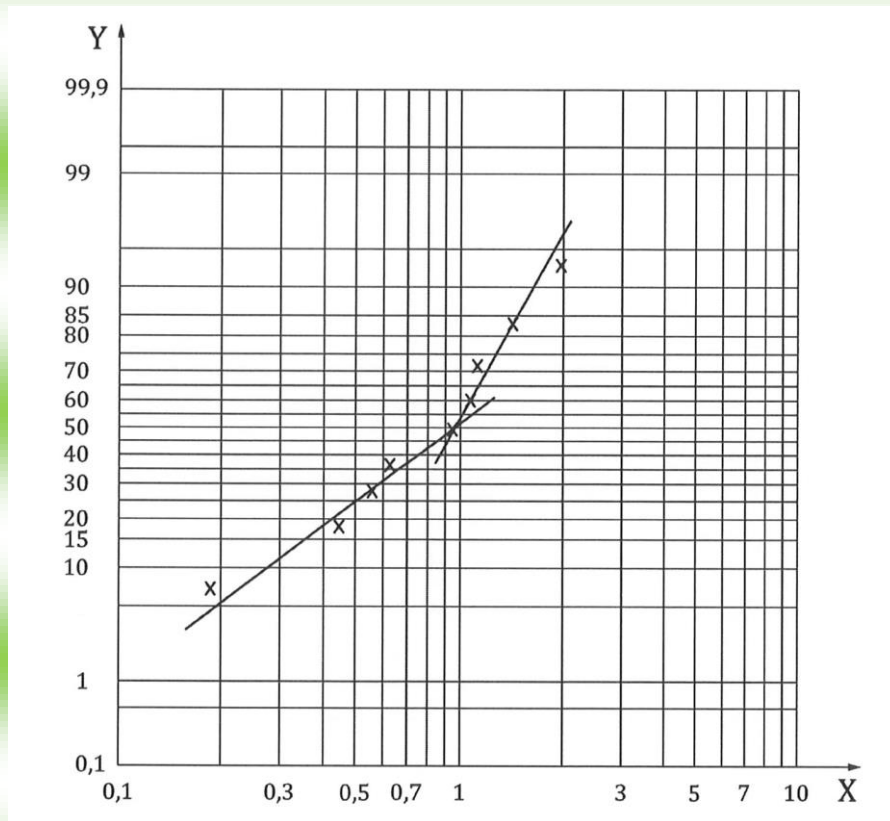
Probabilità

$$P_k = (k - 3/8)/(n + 1/4)$$



Distrib lognormale

Altro esempio con valutazione SEG errato



Modalità di Campionamento

La **UNI EN 689 : 1997** proponeva la seguente tabella da utilizzare come guida per decidere il numero minimo di campioni per turno in relazione alla durata del campionamento

Campionamenti da effettuare durante il turno di lavoro

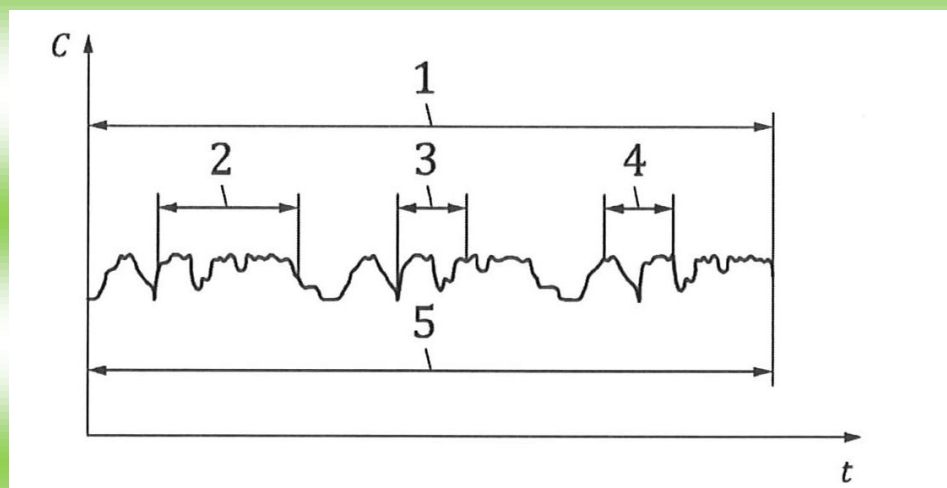
Durata del campionamento	Numero minimo di campioni per turno
10 s	30
1 min.	20
5 min.	12
15 min.	4
30 min.	3
1 h	2
≥ 2 h	1

Lo schema di tempi si basa sul presupposto che il 25% circa della durata di esposizione sia campionato, purché il tempo di lavoro non preveda consistenti cambiamenti di esposizione. Con tempi molto brevi questo non è attuabile e si raggiunge una stabilità statistica con le quantità sopra riportate.

UNI EN 689 : 2018

La durata totale del campionamento è specificata tenendo conto dei fattori sul posto di lavoro, comprese le attività. La durata del campionamento dovrebbe essere rappresentativa per il periodo di riferimento del valore limite controllato e dovrebbe essere stabilita considerando la variabilità della concentrazione, il LOQ (limite di quantificazione) e altre caratteristiche di prestazione del metodo analitico. Di seguito alcuni esempi di luoghi di lavoro:

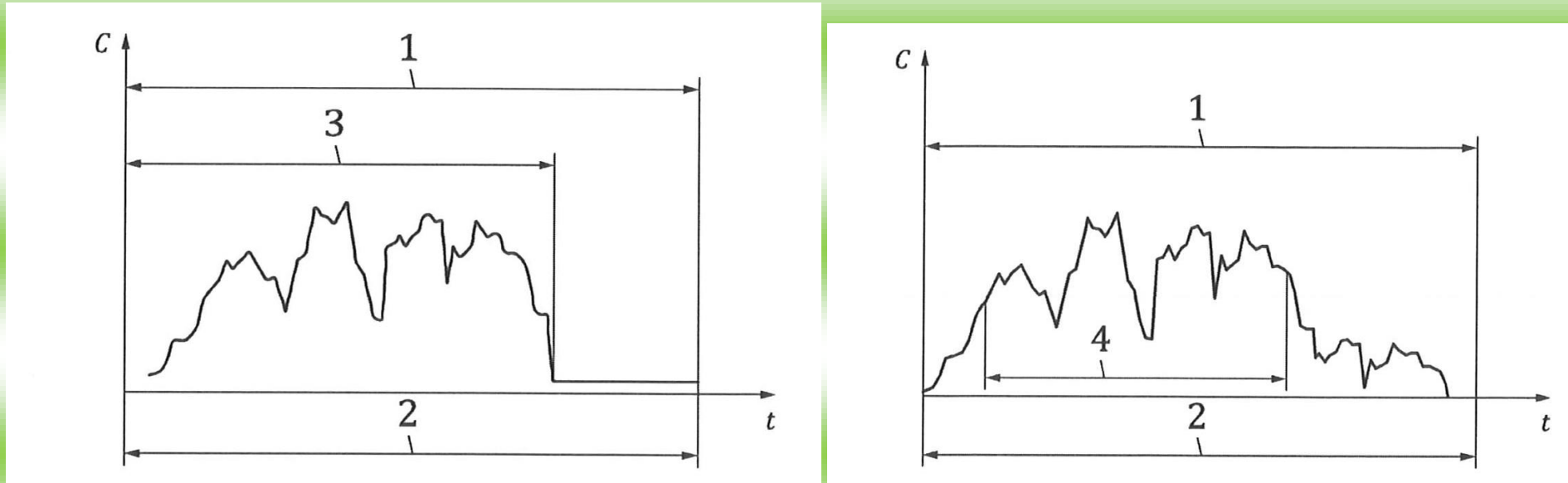
Luogo di lavoro con fattori costanti



Ci sono tre alternative nel seguente ordine di priorità:

- 1 - Misura per il turno completo (TSDmax=WS) (intero ciclo di lavoro)
- 2 - Misurare per un periodo di esposizione (almeno 2 ore) (TSDmin) (2 ore è il tempo minimo di campionamento)
- 3/4 - Misurare per più di un periodo di esposizione (cioè due periodi di 1 h; TSDmin).

Luogo di lavoro con fattori non costanti



Ci sono tre alternative:

1/2 - Misurare per il turno completo e utilizzare l'esposizione media per l'intero turno (TSDmax);

3 - Misurare per il periodo totale di esposizione e assumere che l'esposizione per il resto del turno sia zero dopo un attento esame per calcolare l'8 h-TWA (Ad esempio, questo caso può essere applicato quando il lavoratore lascia il posto di lavoro) ;

4 - Misura per il periodo di massima esposizione (TSDHE) se basata sulla caratterizzazione di base, questo periodo di massima esposizione può essere determinato in modo affidabile. Si presume che questa misurazione dell'esposizione si applichi per il periodo totale di esposizione.

Esempio 1 (turno di 8 ore)

Tempo di lavoro	Esposizione mg/m ³	Durata di campionamento h
dalle 08.00 alle 10.30	0,32	2,5
dalle 10.45 alle 12.45	0,07	2
dalle 13.30 alle 15.30	0,20	2
dalle 15.45 alle 17.15	0,10	1,5

$$E_d = \frac{(0,32 * 2,5) + (0,07 * 2) + (0,20 * 2) + (0,10 * 1,2)}{8} = \frac{0,8 + 0,14 + 0,4 + 0,12}{8} = 0,18 \text{ mg/m}^3$$

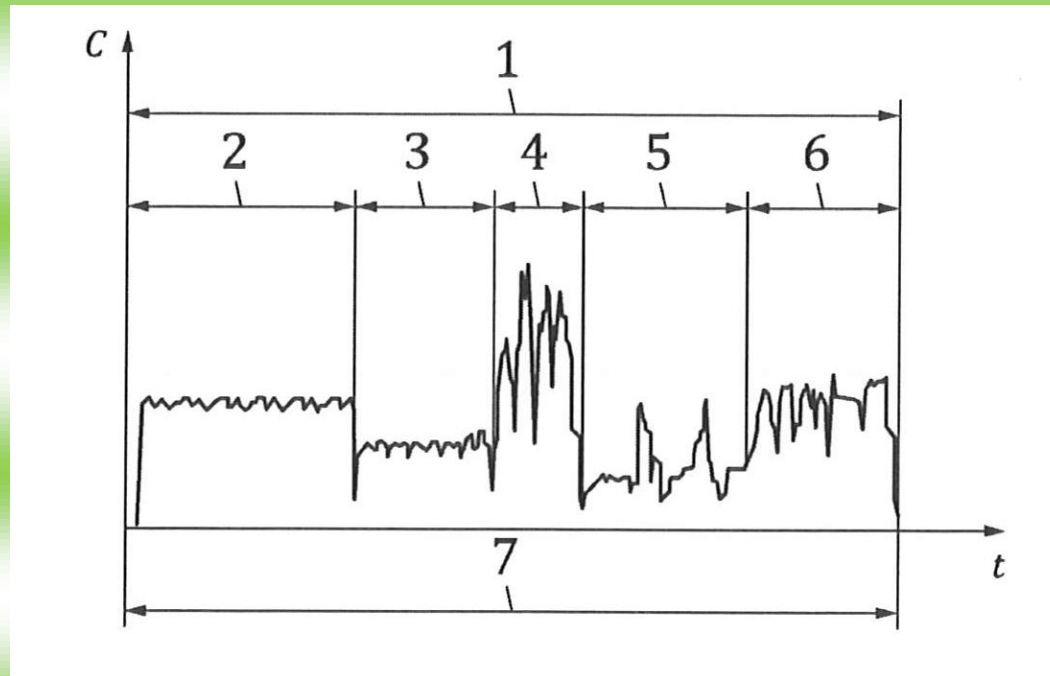
Esempio 2 (turno di 9.5 ore)

Period of time	Task	Exposure mg/m ³	Time h
8:30 to 13:00	production	5,3	4,50
13:00 to 14:00	lunch	no exposure	1,00
14:00 to 19:00	production	5,7	5,00

$$C_i = \frac{(5,3 \times 4,5) + (5,7 \times 5,00)}{9,50} = 5,51 \text{ mg / m}^3 \text{ and } t = 9,50 \text{ h}$$

$$E_d = 5,51 \times \frac{9,5}{8} = 6,54 \text{ mg / m}^3$$

Luogo di lavoro con diverse esposizioni

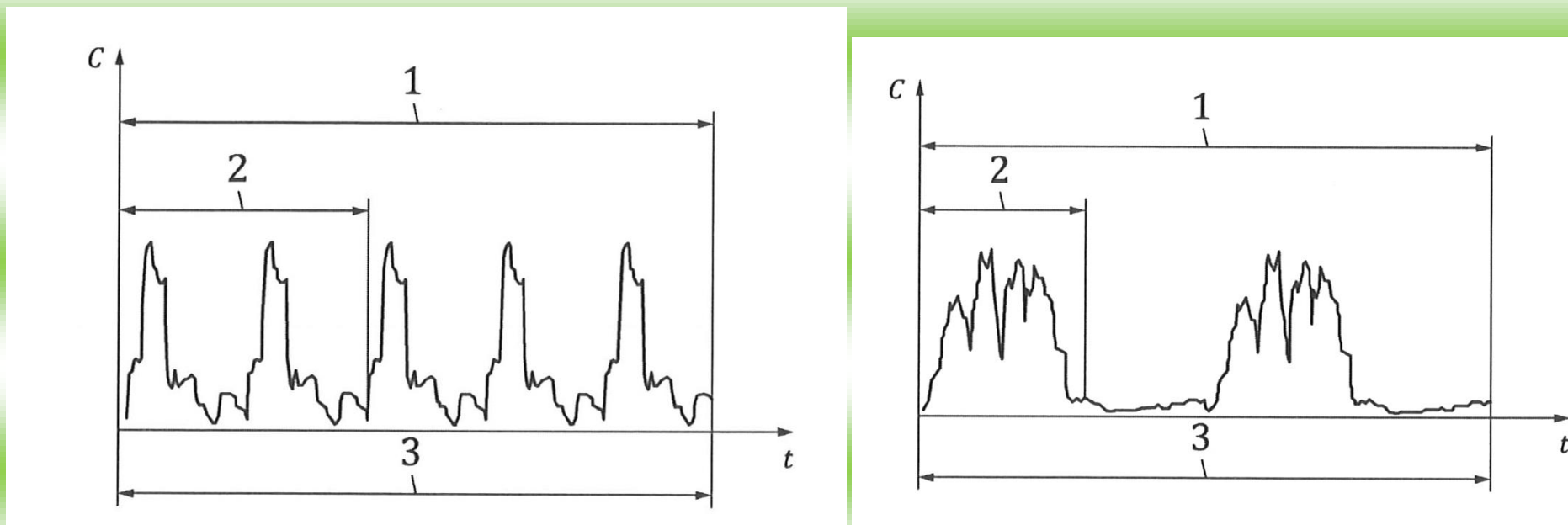


Ci sono due alternative:

1 / 7 Misurare per il turno completo (TSDmax)

2 / 3 / 4 / 5 / 6 Misurare ogni attività e calcolare l'esposizione media su tutto il turno (TSDi).

Luogo di lavoro con singole esposizioni ripetute



Ci sono tre alternative:

- 1 - Misurare per il turno completo e utilizzare l'esposizione media per l'intero turno (TSDmax);
- 2 - Misurare per almeno un ciclo del profilo di esposizione o, **se un ciclo dura meno di 2 ore, per almeno 2 ore e per un numero completo di cicli (TSDmin : Total Sampling Duration) (se il ciclo dura 30 min bisogna effettuare quattro cicli)**
- 3 - Misura per il periodo di massima esposizione (TSDHE) se basata sulla caratterizzazione di base, questo periodo di massima esposizione può essere determinato in modo affidabile. Si presume che questa esposizione si applichi per il periodo di esposizione.

Verifica della conformità

Test preliminare

- Si deve eseguire un **“TEST PRELIMINARE”** che richiede dalle tre alle cinque misurazioni dell'esposizione sui lavoratori appartenenti a un SEG.

1) 0, 1 OELV per un insieme di tre misurazioni dell'esposizione
2) 0, 15 OELV per un insieme di quattro misurazioni dell'esposizione
3) 0,2 OELV per un insieme di cinque misurazioni dell'esposizione

➔ **OELV non superato:
conformità**

Almeno 1 dei risultati superiore al limite di esposizione professionale



**OELV superato:
non conformità**

Se almeno un risultato supera i valori per la conformità, ma senza superare il limite di esposizione professionale



**Test non sufficiente:
Misurazioni supplementari**

Test Statistico per verifica conformità OELV

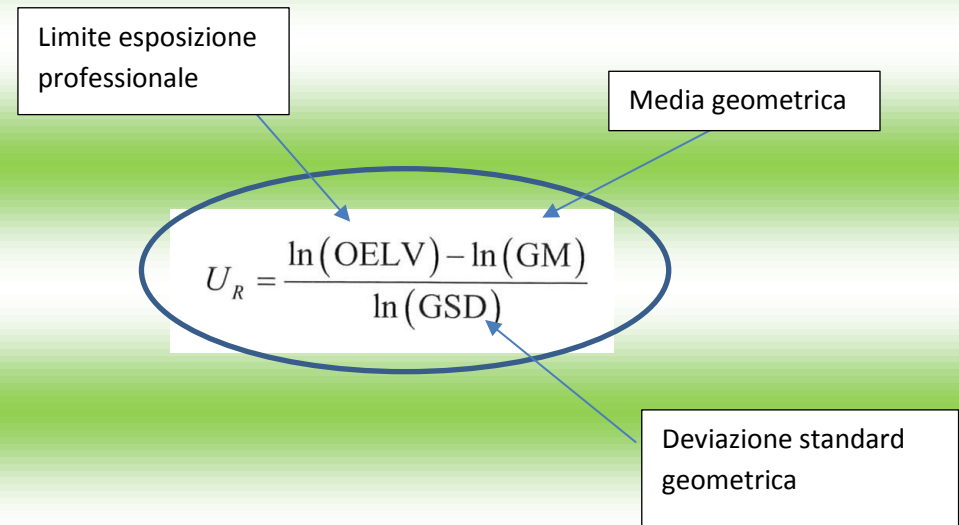
- In base ai risultati analitici del test preliminare, qualora non siano soddisfacenti a definire la conformità ai limiti di esposizione professionale, si valuta la necessità o meno di eseguire dei monitoraggi aggiuntivi per effettuare il **“TEST STATISTICO”** (richieste minimo 6 misurazioni per agente chimico; alle 3 misurazioni “minime” effettuate per il test preliminare se ne devono aggiungere come minimo altre 3).

Per verificare la conformità con il limite, a seguito delle 6 misurazioni minime necessarie, si calcolano i seguenti fattori:

Distribuzione Log-normale

$$\ln(GM) = \frac{\sum_1^n \ln(x_i)}{n} \quad GM = e^{\frac{\sum_1^n \ln(x_i)}{n}}$$

$$\ln(GSD) = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\ln(x_i) - \ln(GM))^2}{n-1}} \quad GSD = e^{\sqrt{\frac{\sum_1^n (\ln(x_i) - \ln(GM))^2}{n-1}}}$$

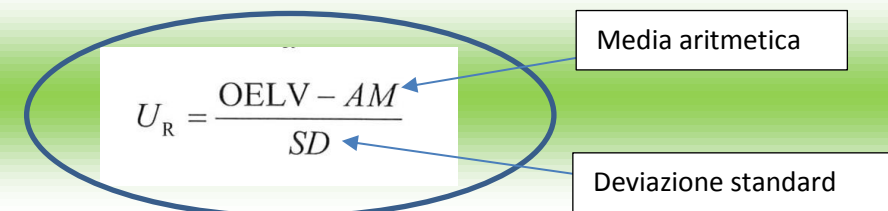


Distribuzione Normale

$$AM = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - M)^2}{n-1}}$$

AM



Se il valore calcolato è superiore al valore della Variabile U_T proposto per il numero di misurazioni effettuate la conclusione è la **conformità** con il limite di esposizione professionale, nel caso invece di $U_R < U_T =$ **non conformità** con il limite di esposizione professionale.

Considerazioni:

$U_R > U_T =$ **conformità**

$U_R < U_T =$ **non conformità**

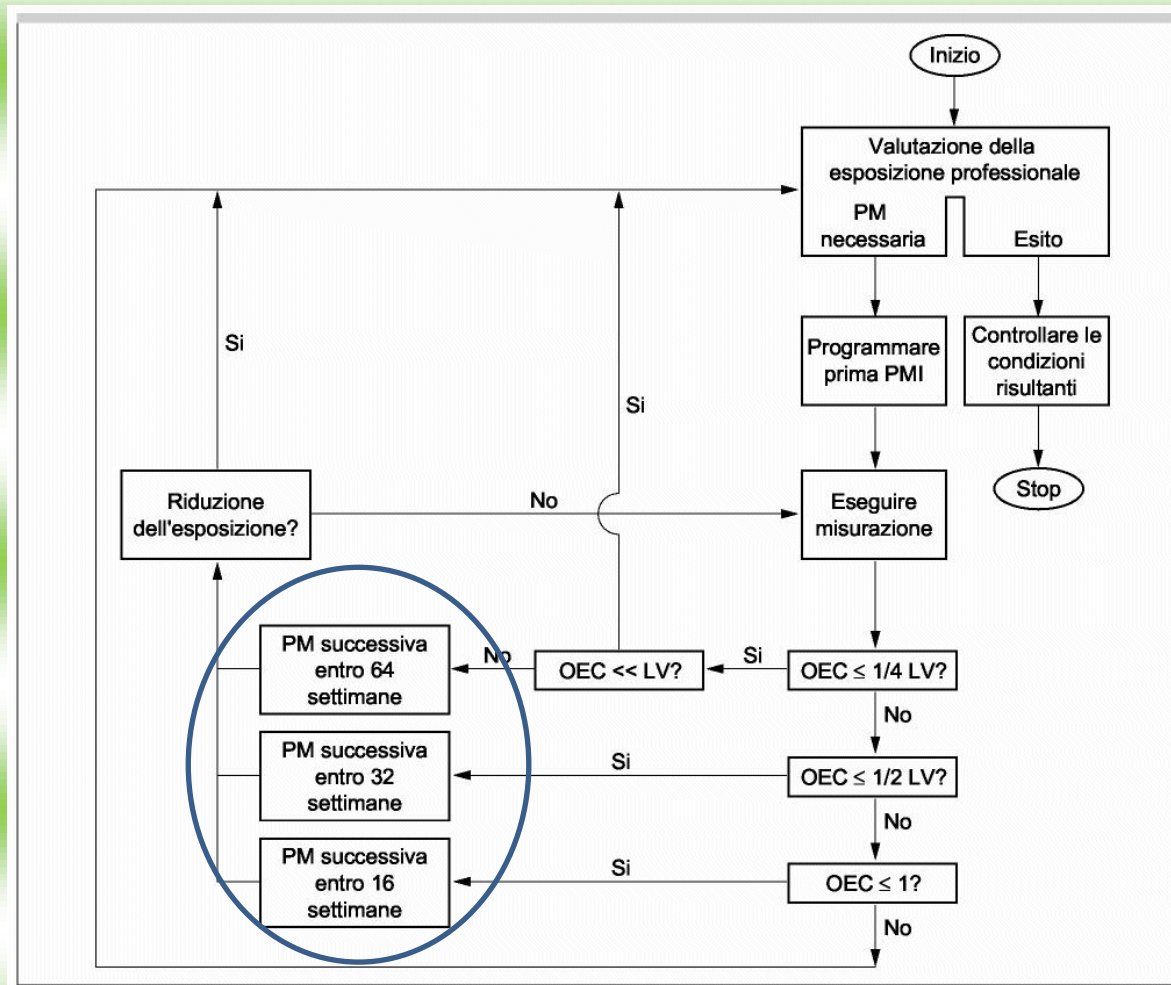


Il valore di U_T è estrapolato dalla seguente tabella:

Number of exposure measurements n	U_T	Number of exposure measurements n	U_T	Number of exposure measurements n	U_T
6	2,187	15	1,917	24	1,846
7	2,120	16	1,905	25	1,841
8	2,072	17	1,895	26	1,836
9	2,035	18	1,886	27	1,832
10	2,005	19	1,878	28	1,828
11	1,981	20	1,870	29	1,824
12	1,961	21	1,863	30	1,820
13	1,944	22	1,857	-	
14	1,929	23	1,851		

Intervalli tra misurazioni periodiche

Secondo la UNI EN 689 : 1997, per scegliere l'intervallo da seguire per le misurazioni periodiche si deve seguire la seguente procedura:



Secondo la norma UNI EN 689 : 2018 si possono usare queste tabelle come riferimento:

Metodo 1

$(GM \text{ or } AM) < 0,1 \text{ OELV}$	36 months
$0,1 \text{ OELV} < (GM \text{ or } AM) < 0,25 \text{ OELV}$	24 months
$0,25 \text{ OELV} < (GM \text{ or } AM) < 0,5 \text{ OELV}$	18 months
$0,5 \text{ OELV} < (GM \text{ or } AM)$	12 months

Metodo 2

$J < 0,25$	36 months
$0,25 < j < 0,5$	30 months
$0,5 < j < 1$	24 months

Dove

$$J = e^{(U_T \times \ln(GSD) + \ln(GM) - \ln(OELV))}$$