



Gruppo Interregionale Fibre

*Coordinamento Tecnico Interregionale
della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro
C.T.I.P.L.L.*

5

LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A MMVF IN ALCUNE ATTIVITA' LAVORATIVE

ANNO 2006

Autori :

Anna Bosi, Claudio Arcari, Mariacristina Mazzari, Giorgio Passera, Lucia Corcagnani, Alessandra Pompini, *AUSL di Piacenza*
Massimo Magnani, Lorena Bedogni, Giorgio Zecchi, Julio De Meo, *AUSL di Reggio Emilia*
Walter Gaiani, Antonella Sala, *AUSL di Modena*
Italia Grifa, *AUSL di Bologna*
Marcello De Rossi, Giampietro Cacchioli, Angelo Carai, Fulvio Cavariani, *ASL di Viterbo*
Patrizia Garofani, Manuela Mazzanti, Giuliana Lucani, *ASL di Perugia*
Giovanni Pecchini, Orietta Sala, Tiziana Bacci, Federica Paoli, *ARPA di Reggio Emilia*

0. PREMESSA

Nell'Ambito del GIF è stato predisposto uno studio sulle esposizioni attuali dei lavoratori a fibre MMVF, a tale scopo è stata realizzata un'indagine condotta con metodologie standardizzate, sia per la fase di campionamento e di analisi, che per la valutazione dei risultati ottenuti.

Sono stati effettuati campionamenti personali di fibre comprendendo diverse tipologie di MMVF: le Fibre Ceramiche Refrattarie (FCR) e le Lane Minerali (LM), le misurazioni sono iniziate nel dicembre 2005 e si sono concluse nel giugno 2006.

Per i campionamenti sono stati coinvolti gli operatori delle AUSL di diverse province dell'Emilia Romagna (PC, RR, MO, BO), di Perugia e di Viterbo; il conteggio delle fibre è stato realizzato dal Laboratorio ARPA Emilia Romagna-Sezione di Reggio Emilia per i campioni relativi alle aziende dell'Emilia Romagna, mentre il Laboratorio di Igiene Industriale ASL di Viterbo e il Laboratorio dell'AUSL di Perugia hanno analizzato i campioni relativi alle aziende delle rispettive province.

La valutazione dell'esposizione a **Fibre Ceramiche Refrattarie (FCR)** è stata condotta nei comparti e nella attività lavorative elencate di seguito:

- la **manutenzione di forni** utilizzati per la cottura dei manufatti in **ceramica per piastrelle**;
- la **produzione di forni** per la cottura di **ceramica artistica e di laterizi**;
- la **scoibentazione di due grandi forni** all'interno di un impianto petrolifero.

Per le **Lane Minerali (LM)**:

- le lavorazioni, in alcuni **cantieri mobili**, che hanno interessato grandi impianti industriali che prevedevano la **rimozione** (scoibentazione) e l'**installazione** (coibentazione) di notevoli quantitativi di materiali fibrosi;
- la **coibentazione di forni** utilizzati per la cottura di due diversi manufatti: **ceramica per piastrelle e laterizi**;
- la **produzione di caldaie** ad uso domestico, di **forni per cucine**, di **macchine lavasecco** e di **articoli in vetro**.

1. LE ATTIVITÀ' SELEZIONATE

Le attività oggetto di misurazione sono state in totale **13**, **4 in cui si sono misurate esposizioni a Fibre Ceramiche Refrattarie (FCR)** e a **9 le Lane Minerali (LM)**, per un totale di **111** di cui **37 relative a FCR** e **74 alle fibre provenienti dalle LM**.

Le **esposizioni personali giornaliere a FCR** sono così ripartite:

- ☞ **15** per la **Manutenzione dei forni per la cottura** dei manufatti in due aziende di Produzione di **Ceramica per piastrelle** in provincia di *Modena*
- ☞ **16** per la **Produzione forni per ceramica artistica** in due aziende in provincia di Perugia
- ☞ **4** per la **Produzione forni per laterizi** in una azienda in provincia di Perugia

- ✧ **2** per la **Scoibentazione di due grandi forni in un impianto petrolifero** in provincia di Viterbo

Le esposizioni personali giornaliere a Lane Minerali sono state:

- ✧ **9** per la **Scoibentazione di impianto industriale** in provincia di Piacenza,
- ✧ **12** per la **Coibentazione di tubazioni in un impianto industriale** in provincia di Piacenza,
- ✧ **2** per la **Coibentazione di due grandi forni in un impianto petrolifero** in provincia di Viterbo,
- ✧ **16** per la **Produzione di forni per la cottura di ceramica per piastrelle** in una azienda in provincia di Reggio Emilia,
- ✧ **4** per la **Produzione di forni per laterizi** in una azienda in provincia di Perugia,
- ✧ **16** per la **Produzione di caldaie** ad uso domestico in due aziende, una in provincia di Piacenza e una in provincia di Reggio Emilia,
- ✧ **5** per la **Produzione di forni per cucine** in una azienda in provincia di Reggio Emilia,
- ✧ **7** per la **Produzione di macchine lavasecco** in tre aziende in provincia di Bologna,
- ✧ **3** per la **Produzione di articoli in vetro** in una azienda in provincia di Reggio Emilia.

2. MATERIALI E METODI

2.a Il Campionamento e l'analisi

Il campionamento e il relativo conteggio delle fibre respirabili sono stati realizzati secondo le indicazioni contenute nel metodo WHO 1997 "Determination of airborne fibre number concentration".

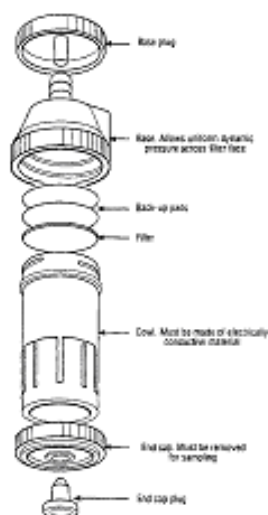


Fig. 1 Exploded view of a personal sampling head

Il flusso della pompa di aspirazione dell'aria è stato di almeno 2 l/minuto.

La calibrazione della pompa è stata effettuata con flussimetro a bolla, prima e dopo il campionamento.

I filtri utilizzati sono in esteri misti di cellulosa con griglia, diametro 25 mm e porosità 0,8 – 1,2 µm, alloggiati in porta filtro a faccia aperta provvisto di estensione cilindrica in materiale plastico conduttivo (vedi figura 1).

Le teste di campionamento sono state predisposte in laboratorio, così come la rimozione e l'estrazione del filtro a campionamento ultimato.

La durata dei singoli prelievi è stata tale da rappresentare l'intero turno lavorativo.

Per ogni prelievo è stata compilata una apposita scheda al fine di registrare tutte le informazioni utili.

2.b Il Valore Limite di Riferimento

Per confrontare i dati di esposizione personale giornaliera ottenuti è stato assunto quale valore limite di riferimento il TLV-TWA (2006) dell'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) che è pari a **0,2 f/cc per le FCR e a 1 f/cc per le LM**.

Questi valori (TLV-TWA) rappresentano "le concentrazioni medie ponderate nel tempo per una giornata lavorativa di 8 ore e per 40 ore settimanali, alle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa essere esposta, giorno dopo giorno, senza effetti negativi ..."; questi limiti per loro stessa definizione non costituiscono una linea di demarcazione netta tra concentrazioni sicure e concentrazioni pericolose.

Per poter confrontare i risultati ottenuti con il valore limite adottato è stata calcolata l'esposizione personale giornaliera (C_{esp,g}) per ogni lavoratore, rapportata al tempo di riferimento di 8 ore, con la seguente formula:

$$C_{\text{esp,g}} = C_{\text{esp, mis}} \cdot T_e/T_o$$

dove:

T_e = tempo di esposizione del lavoratore

T_o = tempo di riferimento di 8 ore

$C_{\text{esp, mis}}$ = risultato della misurazione

2.c La Valutazione delle esposizioni

Rappresentazione grafica e riferimento al criterio Formale della Norma UNI EN 689/97

Per ogni attività indagata sono stati riportati i dati utilizzando la rappresentazione grafica dell'istogramma: per ogni singola attività esaminata ogni colonna del grafico rappresenta l'esposizione personale giornaliera, espressa in f/cc; mentre per rappresentare le attività nel loro complesso viene riportato il valore della media aritmetica delle esposizioni, calcolata per ogni attività.

Per ogni serie di dati relativa alle singole attività sull'istogramma è stata tracciata una linea rossa e una linea verde:

- la linea rossa è in corrispondenza del Valore Limite (VL);
- la linea verde è in corrispondenza del decimo del VL.

In questo modo dall'istogramma è possibile avere l'immagine di una prima valutazione dei risultati, in conformità al criterio indicato dalla procedura Formale riportata in allegato C della Norma UNI EN 689/97 "Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione".

Questo criterio prevede che "se anche una sola misura supera il VL (indicato dalla linea rossa) l'esposizione è maggiore del Valore Limite", mentre "se tutte le misure effettuate risultano inferiori o uguali al decimo del VL (indicato dalla linea verde) l'esposizione è al di sotto del Valore Limite: nessuna misurazione periodica".

Valutazione secondo il Criterio Statistico della Norma UNI EN 689/97

Per la valutazione più approfondita delle esposizioni è stato applicato il criterio statistico riportato nelle Appendici D e G della Norma UNI EN 689/97 che prevede il calcolo della Probabilità di superamento del Valore Limite (Pn), partendo dal rapporto tra ogni esposizione personale giornaliera misurata e il relativo Valore Limite di riferimento, nel nostro caso TLV-TWA.

In funzione del valore di Pn ottenuto la Norma prevede le seguenti tre situazioni:

PROBABILITA' DI SUPERAMENTO DEL VALORE LIMITE (Pn)	SITUAZIONE
$\leq 0,1\%$	VERDE
$0,1\% \div 5\%$	ARANCIO
$\geq 5\%$	ROSSA

Il criterio decisionale della Norma 689/97 associa ad ogni Situazione, caratterizzata dal diverso colore, la seguente priorità di intervento:

- Per la Situazione **ROSSA**: **si devono attuare provvedimenti adeguati al più presto per ridurre l'esposizione.**
Appena completati questi interventi si dovrebbe eseguire una nuova valutazione dell'esposizione professionale.
- Per la Situazione **ARANCIO**: **la situazione sembra al di sotto del valore limite ma va confermata con misurazioni periodiche.**
- Per la Situazione **VERDE**: **l'esposizione è ben al di sotto del valore limite; non sono necessarie altre misurazioni**, a meno che si verifichino modifiche significative delle condizioni di esercizio.

Per effettuare i calcoli secondo il criterio statistico della Norma è stata utilizzata la logica di calcolo ALTREX ("Analyse Log-normale et Traitement des mesures d'Exposition"), messa a disposizione da INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), che consente di calcolare la Probabilità di superamento del Valore Limite (P_n), con il relativo intervallo di confidenza.

Prima di procedere all'elaborazione dei dati, il programma verifica che siano rispettati i criteri di applicabilità previsti dalla Norma 689/97, quali il numero di esposizioni superiore a cinque, la distribuzione log-Normale dei dati (adattamento alla retta di Henry) e l'omogeneità del gruppo d'esposizioni, che viene valutata attraverso il valore della Deviazione Standard Geometrica (GSD), in questa indagine un gruppo viene considerato omogeneo se la sua GSD è inferiore o uguale al valore di 2,50.

Nel caso in cui la serie di esposizioni rilevate si adatta ad una distribuzione log-Normale, ma non corrisponde ad un gruppo omogeneo è sempre possibile calcolare la percentuale di superamento del VL ma non è possibile applicare il criterio decisionale in maniera compiuta in quanto si fa valere lo stesso giudizio per tutto il gruppo, anche se non omogeneo.

Se invece le misure per un gruppo omogeneo sono inferiori a 5 e superiori a 2 il programma Altrex esegue comunque il calcolo, applicando un approccio definito "semplificato", che fornisce un'indicazione sulla Probabilità di superamento del valore Limite, con intervallo di confidenza però molto alto, a cui viene associata la corrispondente situazione (rossa, arancio e verde) come previsto dalla Norma 689/97.

Dall'applicazione di Altrex si ottiene:

- La Media Aritmetica, con il relativo intervallo di confidenza, nel nostro caso calcolata al 95% di probabilità.
- La Deviazione Standard Geometrica (GSD) che, in caso di distribuzione log-Normale, caratterizza la dispersione dei dati intorno alla Media Geometrica.
- La Probabilità di superamento del Valore Limite (Pn), con il relativo intervallo di confidenza, calcolato al 95% di probabilità.
- In funzione della Probabilità di superamento del Valore Limite (Pn) viene individuata la Situazione (Verde, Arancio o Rossa).
- Il relativo grafico finale, uno per variabile individuata, che illustra la distribuzione dei dati in confronto al VL e la Probabilità di superamento di tale Valore Limite.

Analisi della Varianza

Il programma Altrex consente anche l'applicazione del test statistico ANOVA al fine di individuare le eventuali differenze statisticamente significative tra i dati relativi ai diversi gruppi, in funzione delle variabili individuate (valori di P inferiori al 5% indicano differenze statisticamente significative fra i gruppi).

In questo studio il Test ANOVA è stato applicato soltanto per alcune delle attività indagate, quando ritenuto significativo e in funzione delle diverse variabili prese in esame: attività, mansione, lavoratore, giornata di prelievo.

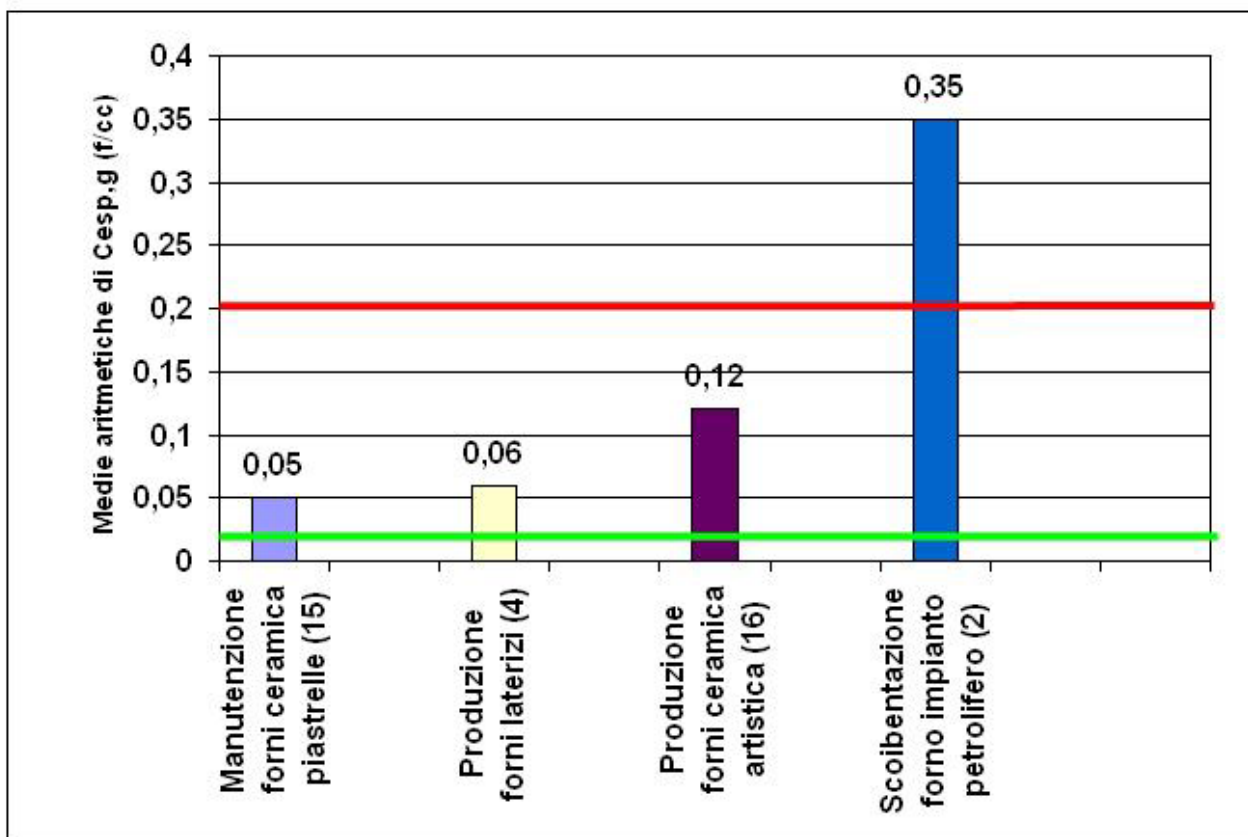
3. RISULTATI

3.a Esposizione a fibre ceramiche refrattarie

In totale sono stati ottenuti **37 dati** di esposizione personale giornaliera a Fibre Ceramiche Refrattarie (FCR), confrontabili con il Valore Limite (TLV-TWA) di **0,2 f/cc, in 6 aziende** diverse monitorando le seguenti **4 Attività**:

- ❖ **Manutenzione forni per la cottura di ceramica per piastrelle (15 Cesp,g);**
- ❖ **Produzione forni per laterizi (4 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione forni per la cottura di ceramica artistica (16 Cesp,g)**
- ❖ **Scoibentazione di due grandi forni in un impianto petrolifero (2 Cesp,g)**

Fig. 2 Le medie aritmetiche delle esposizioni personali giornaliere a FCR ripartite per tutte le attività indagate, tra parentesi viene riportato il numero di Cesp,g relativo ad ogni attività.



In figura 2 viene riportato l'istogramma con le medie aritmetiche, di tutte le esposizioni a FCR, calcolate per ognuna delle attività indagate, la sua lettura mette in evidenza che solo durante la scoibentazione di due grandi forni in un impianto petrolifero viene superato nettamente il Valore Limite, mentre per le altre attività prese in esame in questo studio la media aritmetica dei dati si pone al di sotto di tale valore, nel contempo le medie si collocano tutte al di sopra della linea verde, che indica il decimo del VL: nessuna delle attività indagate può essere considerata "sotto controllo".

⇒ Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

I dati nel loro complesso sono stati elaborati secondo il criterio statistico della Norma UNI EN 689/97 e i risultati sono riportati in tabella 1: emerge che la distribuzione dei dati è logNormale e la GSD è relativamente contenuta e la situazione individuata dall'elaborazione di tutti i dati a FCR è quella ROSSA.

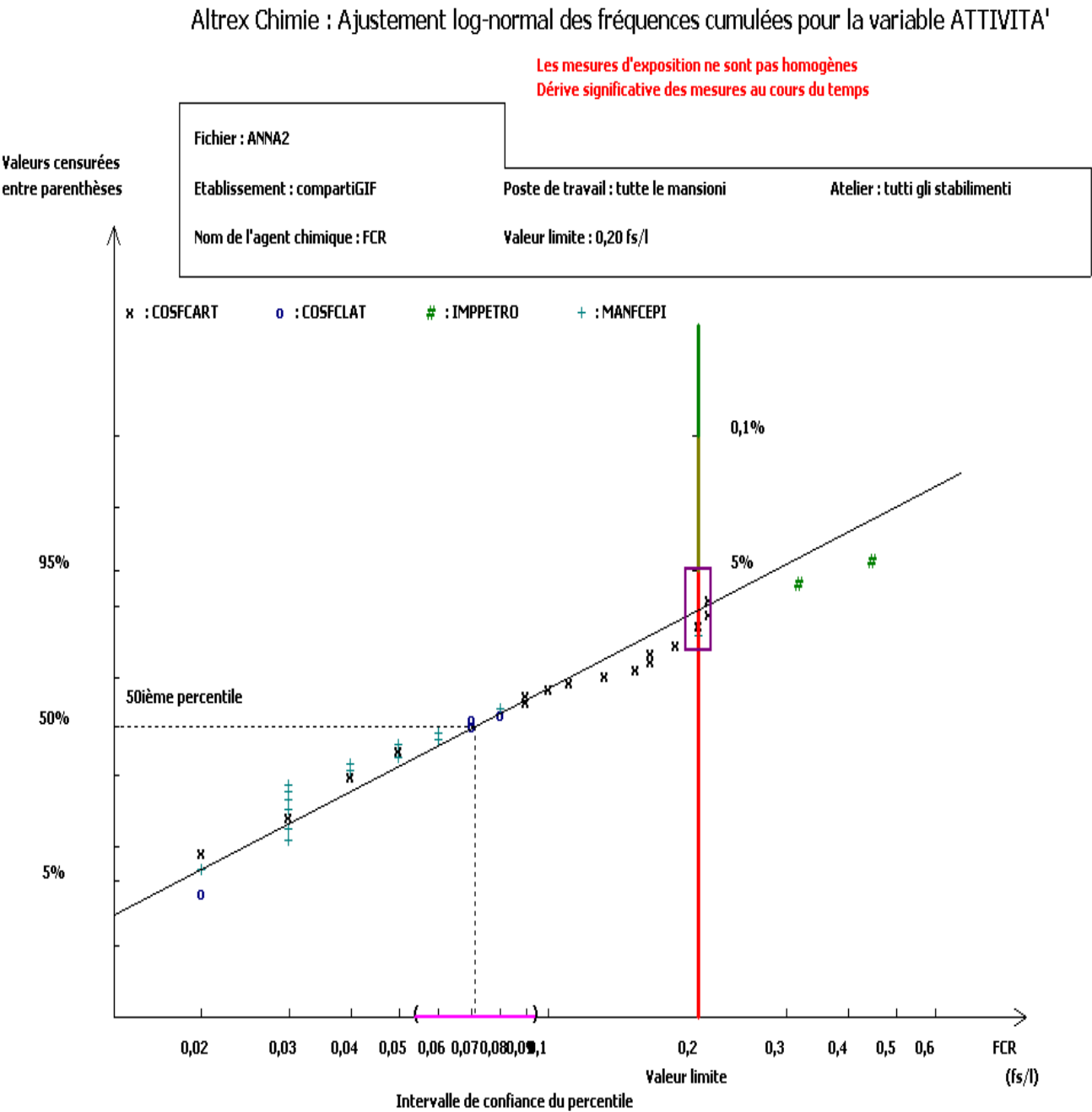
D'altra parte dall'applicazione del Test ANOVA a tutti i dati relativi alle FCR si evidenziano differenze tra i gruppi che sono statisticamente significative in relazione ad ognuna delle variabili considerate: azienda, attività e mansione, quindi non è corretto considerare la "situazione Rossa" rappresentativa per tutte le attività.

Anche dalla rappresentazione grafica di tutti i dati di FCR, che si ottiene con Altrex (grafico 1), si vede che "Scoibentazione forni in impianto petrolifero", seguita da "Produzione forni ceramica artistica" sono quelle attività che contribuiscono maggiormente a quella situazione che la Norma definisce "Rossa: sicuro superamento del VL"; si è quindi continuata l'elaborazione statistica considerando separatamente le attività in quanto contribuiscono al superamento del VL in maniera molto differente tra loro.

Tab.1 Risultati dell'applicazione del criterio statistico a tutti i 37 dati di esposizione personale giornaliera a FCR

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
37	0,10	0,08-0,15	2,31	ROSSA	10,78	4,90-21,02	Accettata

Grafico 1 Tutti i 37 dati di esposizione a FCR rappresentati in funzione della variabile Attività.



PRODUZIONE FORNI PER CERAMICA ARTISTICA

Sono stati realizzati **16** valori di esposizione personale giornaliera in **2 aziende** che producono forni per la cottura di ceramica artistica, le **3 mansioni** indagate sono le seguenti:

- Montaggio (11 dati)
- Pieghettatura (2 dati)
- Taglio materassino (3 dati)

I forni vengono coibentati con Fibre Ceramiche Refrattarie in forma di moduli realizzati con materassino, questa lavorazione prevede le fasi di pieghettatura meccanica, taglio manuale e/o meccanico e relativo montaggio dei moduli così ottenuti sulle pareti del forno.

Le operazioni di taglio e di pieghettatura vengono effettuate su moduli sottoposti ad imbibizione con acqua.

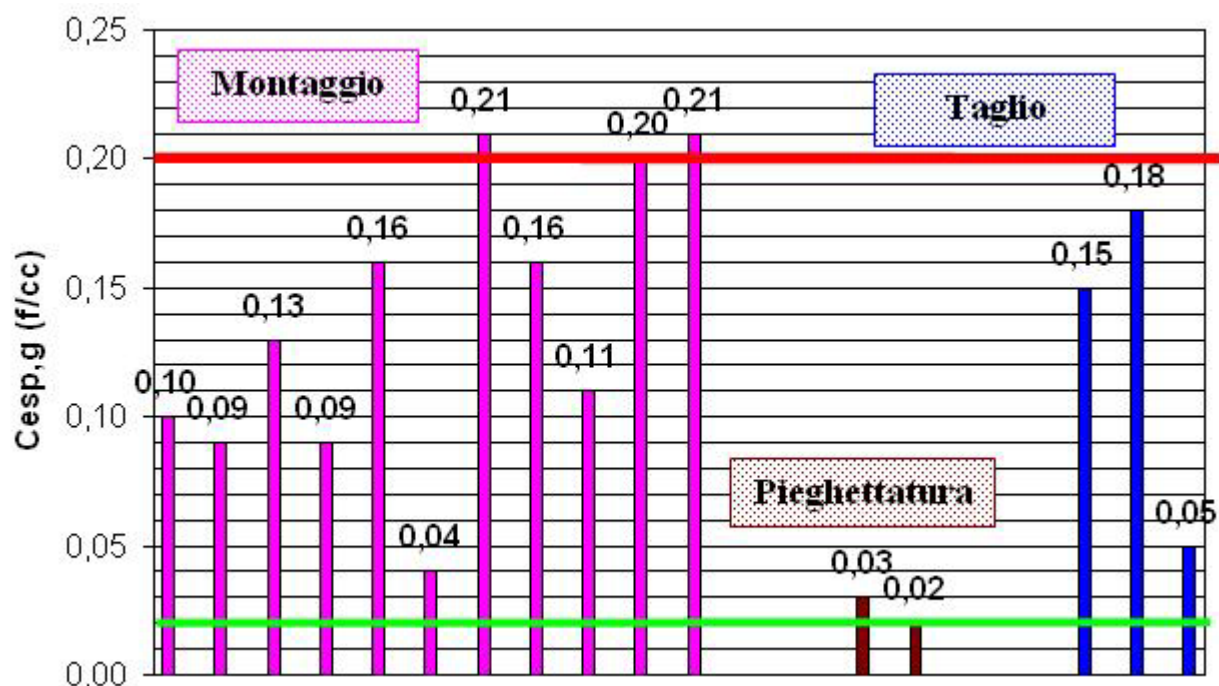


Foto 1. Pieghettatura manuale di materassino in FCR



Foto 2. Montaggio moduli in FCR a coibentazione del forno

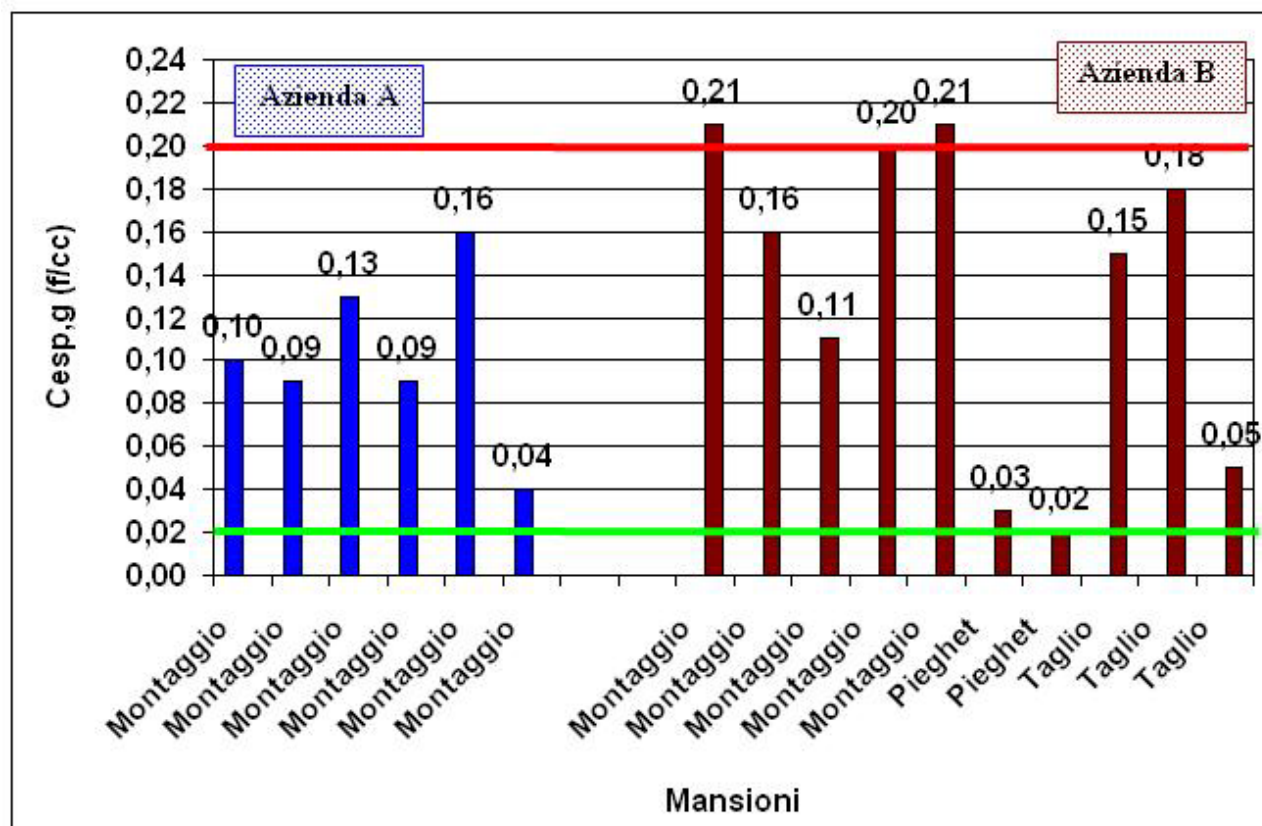
Fig.3 Le esposizioni a Fibre Ceramiche Refrattarie durante la produzione di forni per ceramica artistica ripartite per le tre mansioni indagate



Per valutare l'esposizione a FCR dei lavoratori addetti alla produzione dei forni per ceramica artistica sono state misurate le tre fasi di lavoro principali e dai dati ottenuti (fig.3) emerge che l'esposizione dei lavoratori durante la fase di pieghettatura è nettamente inferiore alle altre due fasi, infatti i tre dati che superano o sono uguali al Valore Limite sono relativi al montaggio dei moduli e l'altro dato molto vicino al VL è relativo al taglio.

Tutte le misurazioni relative al Taglio e al Montaggio dei moduli superano nettamente il decimo del VL, mentre durante la pieghettatura dei materassini entrambi i valori sono prossimi al decimo del VL, questo emerge anche dall'elaborazione statistica in quanto il test ANOVA evidenzia che i dati relativi alla pieghettatura sono significativamente più bassi, rispetto a quelli relativi alle altre due mansioni indagate.

Fig.4 Le esposizioni a Fibre Ceramiche Refrattarie durante la produzione di forni per ceramica artistica ripartite sia per le tre mansioni indagate che per le due aziende



In figura 4 i dati sono ripartiti in funzione delle mansioni e delle due aziende campionate che però dall'applicazione del test ANOVA non mostrano differenze statisticamente significative, ma questo è probabilmente spiegato dal fatto che nella azienda A sono state indagate solo attività di montaggio, mentre nella B tutte e tre le mansioni sono state misurate, quindi i valori più alti relativi al montaggio vengono mitigati da quelli relativi alle altre due mansioni, quindi il dato di esposizione giornaliera complessivo per azienda è di 0,09 f/cc per l'azienda A e di 0,10 f/cc per l'azienda B.

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

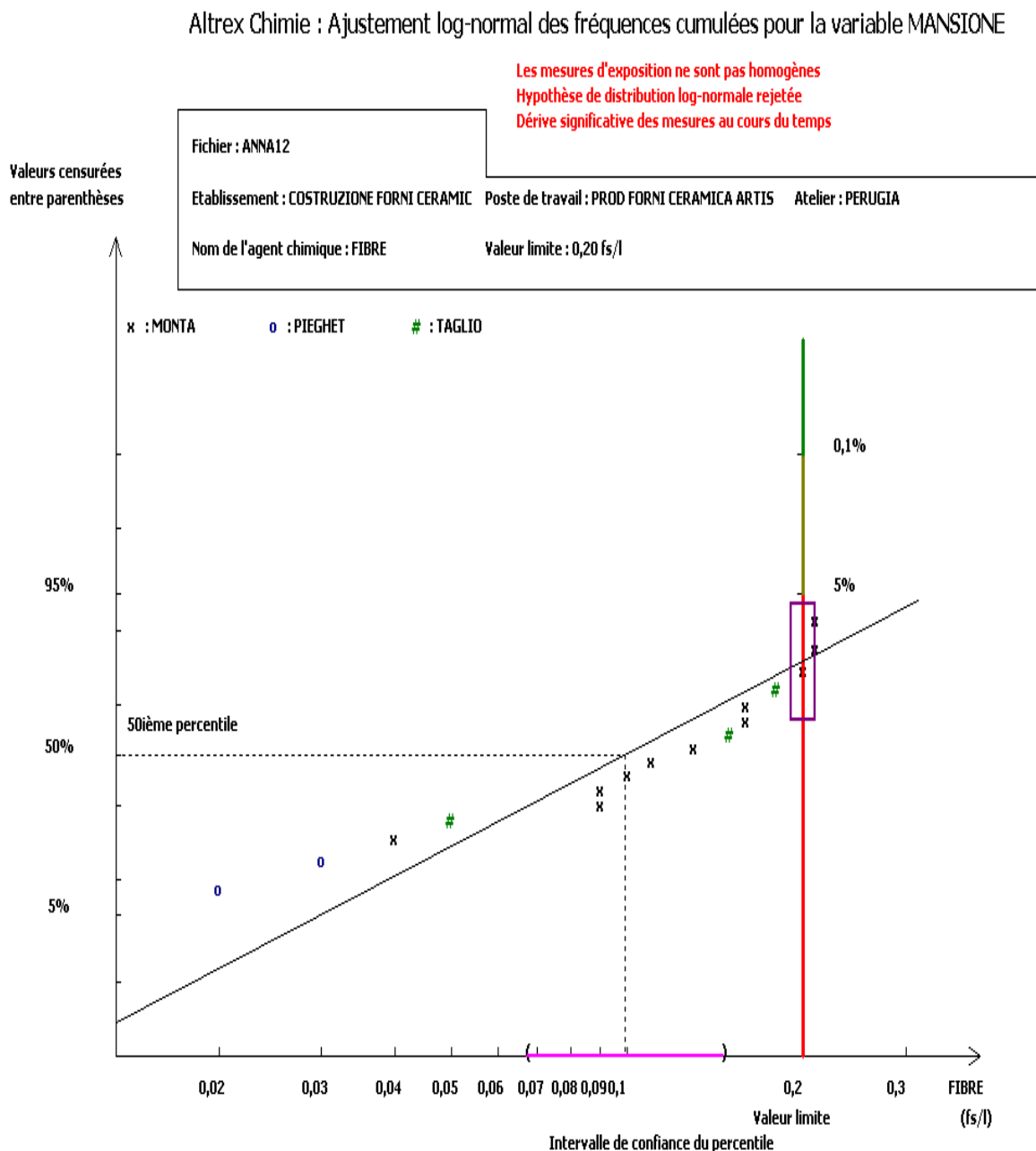
Tab.2 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a FCR durante la produzione di forni per ceramica artistica

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
16	0,12	0,09-0,23	2,07	ROSSA	16,76	5,99-35,96	Rigettata

Dalla tabella 2 si legge che la media aritmetica dei valori è di 0,12 f/cc, pari circa alla metà del valore limite e la probabilità di superamento del Valore Limite (16,76%), che è stata calcolata anche se i dati non risultano distribuiti secondo una curva LogNormale, è tale per cui la zona individuata dalla Norma 689 è ROSSA, anche l'intervallo di confidenza ricade completamente nella zona ROSSA (grafico 4).

Dalla lettura del grafico 4 emerge che i dati relativi alla pieghettatura contribuiscono molto poco all'individuazione della Situazione ROSSA, al contrario delle altre due mansioni, montaggio e taglio, i cui dati si collocano in prossimità del Valore Limite.

Grafico 4 I dati di esposizione a FCR per la produzione forni per ceramica artistica rappresentati in funzione della variabile Mansione.



MANUTENZIONE FORNI CERAMICA PER PIASTRELLE

Relativamente alla Manutenzione straordinaria dei forni per la cottura della ceramica per piastrelle sono stati raccolti **15 esposizioni** personali giornaliere indagando le seguenti **4 mansioni in due aziende**:

- **Sostituzione dei rulli**: inserimento ed estrazione dei rulli (7 dati);
- **Tamponamento** “passarulli”: fiocchi di FCR sono inseriti nello spazio libero con l’ausilio di uno spingitoio (4 dati);
- **Fresatura** dei rulli (2 dati);
- **Fresatura ed estrazione** dei rulli (2 dati).

Le operazioni indagate sono state effettuate durante la fermata aziendale e hanno previsto in sintesi l’estrusione dei rulli per effettuare la loro sostituzione con rulli nuovi o che vengono sottoposti ad operazioni di pulitura meccanica mediante fresatura.

Dopo aver nuovamente inserito i rulli occorre ripristinare il tamponamento tra rulli e fori “passarulli” inserendo le Fibre mediante uno spingitoio.

I forni durante la manutenzione straordinaria sono accesi a bassa temperatura oppure spenti e freddi, cosicché si può lavorare anche all’interno della zona di cottura per effettuare pulizie e riparazioni.



Foto 3. Pulizia del rullo mediante fresatura



Foto 4. Estrazione di un rullo dal varco passarulli



Foto 5. Tamponamento tra rulli e “passarulli”



Foto 6. Sostituzione rulli (valore più elevato)

Fig.5 Le esposizioni a Fibre Ceramiche Refrattarie durante la Manutenzione di forni ceramica per piastrelle ripartite in funzione delle 4 mansioni indagate

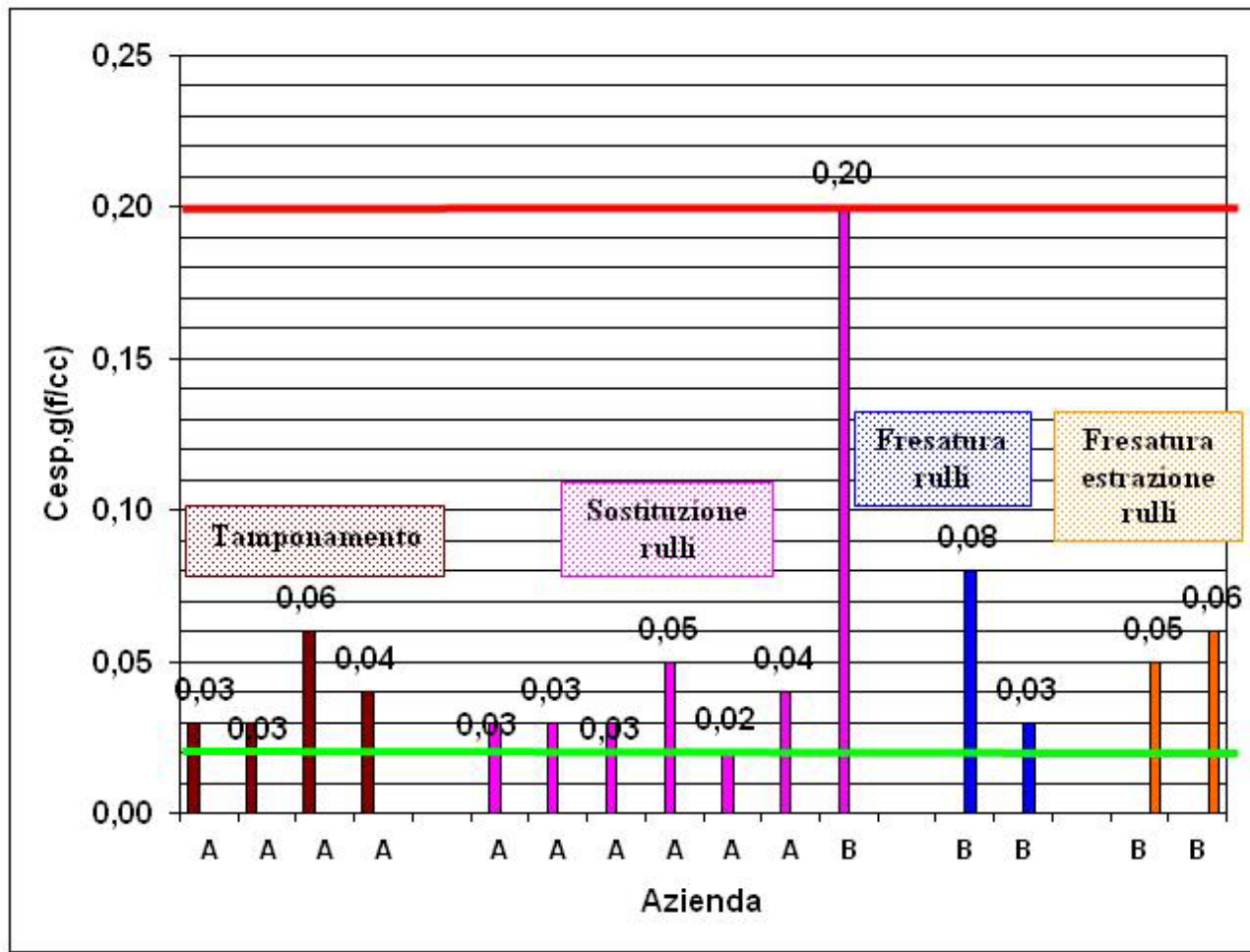
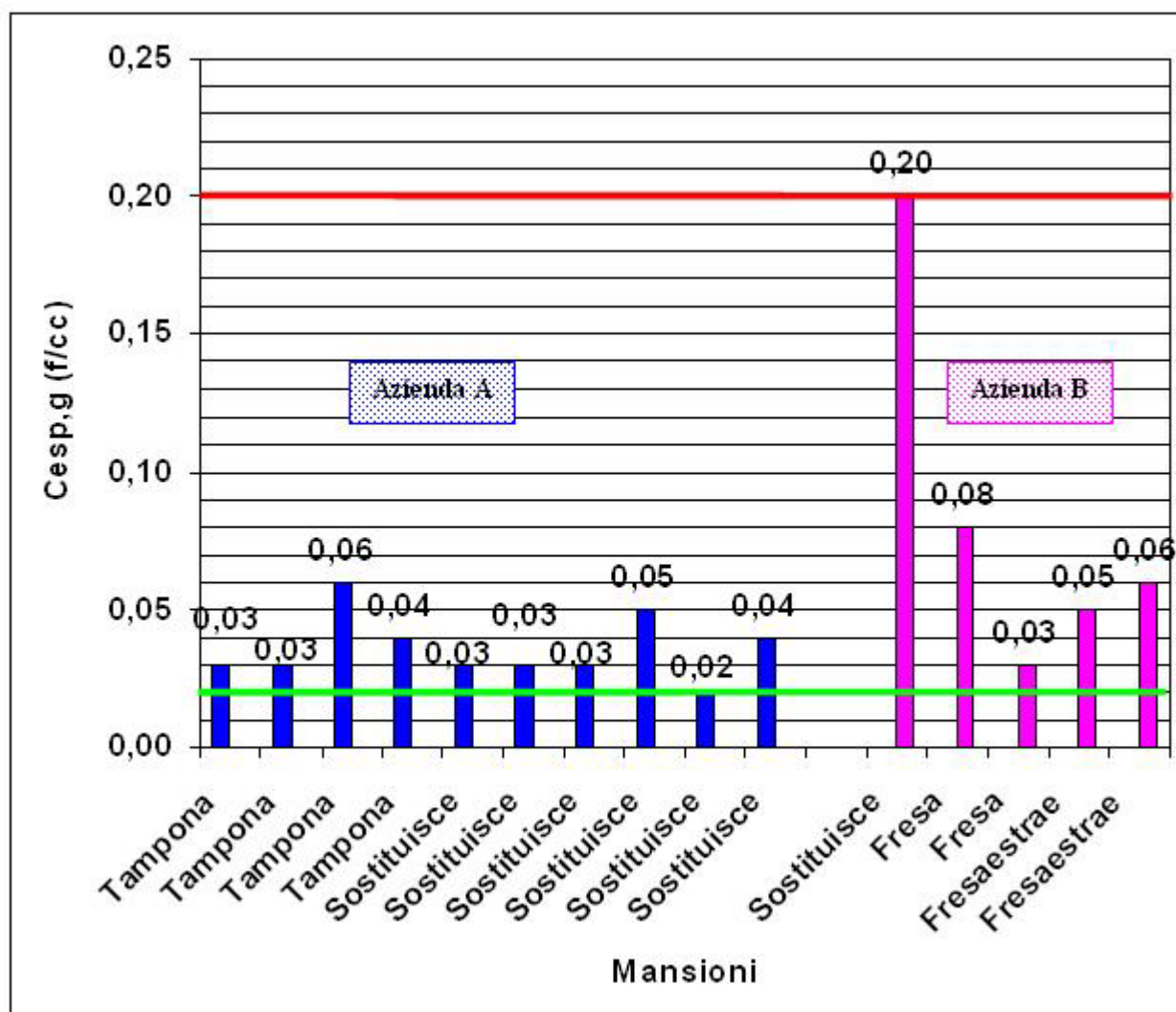


Fig.6 Le esposizioni a Fibre Ceramiche Refrattarie durante la Manutenzione di forni ceramica per piastrelle ripartite in funzione delle mansioni e delle due aziende oggetto di indagine



Dalla figura 6 si evidenzia che i dati delle due aziende si differenziano notevolmente: nell'azienda B un dato relativo alla sostituzione dei rulli porta ad uguagliare il VL, l'altro valore che si avvicina alla metà del VL si ottiene sempre nell'azienda B durante la fresatura dei rulli, valore che risulta relativamente più alto della mansione "fresatura ed estrazione rulli", nonostante che la fresatura dei rulli venga effettuata con aspirazione localizzata delle fibre aerodisperse.

Dall'applicazione del test statistico ANOVA risulta una differenza significativa per le due aziende con $P=2,01\%$, mentre nessuna differenza significativa tra le mansioni.

Comunque tutti i valori in entrambe le aziende superano, in un solo caso uguagliano, il decimo del VL: con il criterio formale la situazione non può essere definita sicuramente "sotto controllo".

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

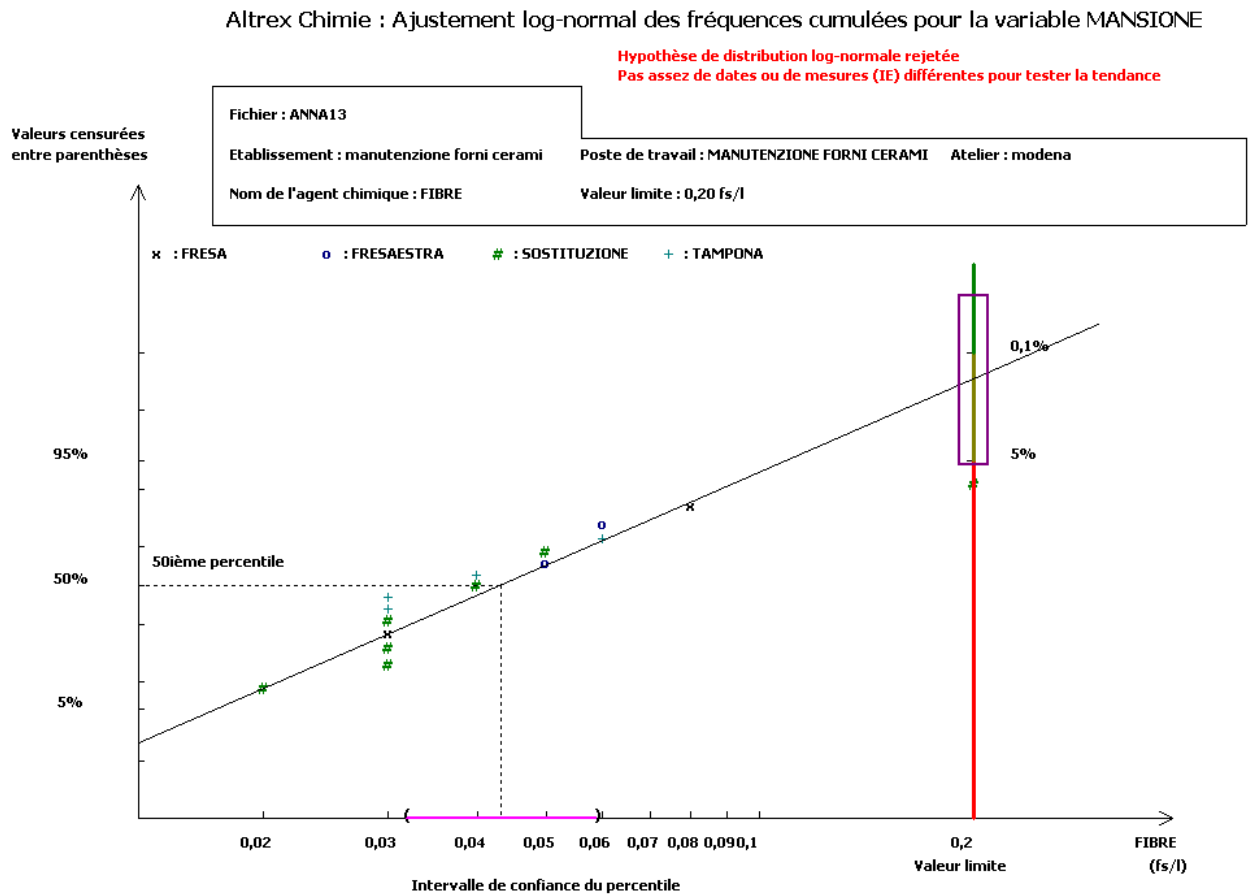
Tab.3 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a FCR durante la Manutenzione dei forni ceramica per piastrelle

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
15	0,05	0,04-0,08	1,75	ARANCIO	0,31	0,01-5,49	Rigettata

Anche se l'ipotesi di distribuzione logNormale è rigettata, il programma ha comunque calcolato la Probabilità di superamento del Valore Limite che è risultata superiore allo 0,1% quindi la situazione individuata è **“ARANCIO: la situazione sembra al di sotto del valore limite ma va confermata con misurazioni periodiche”**, con un valore di Pn molto basso e con l'intervallo di confidenza che ricade anche nella zona verde.

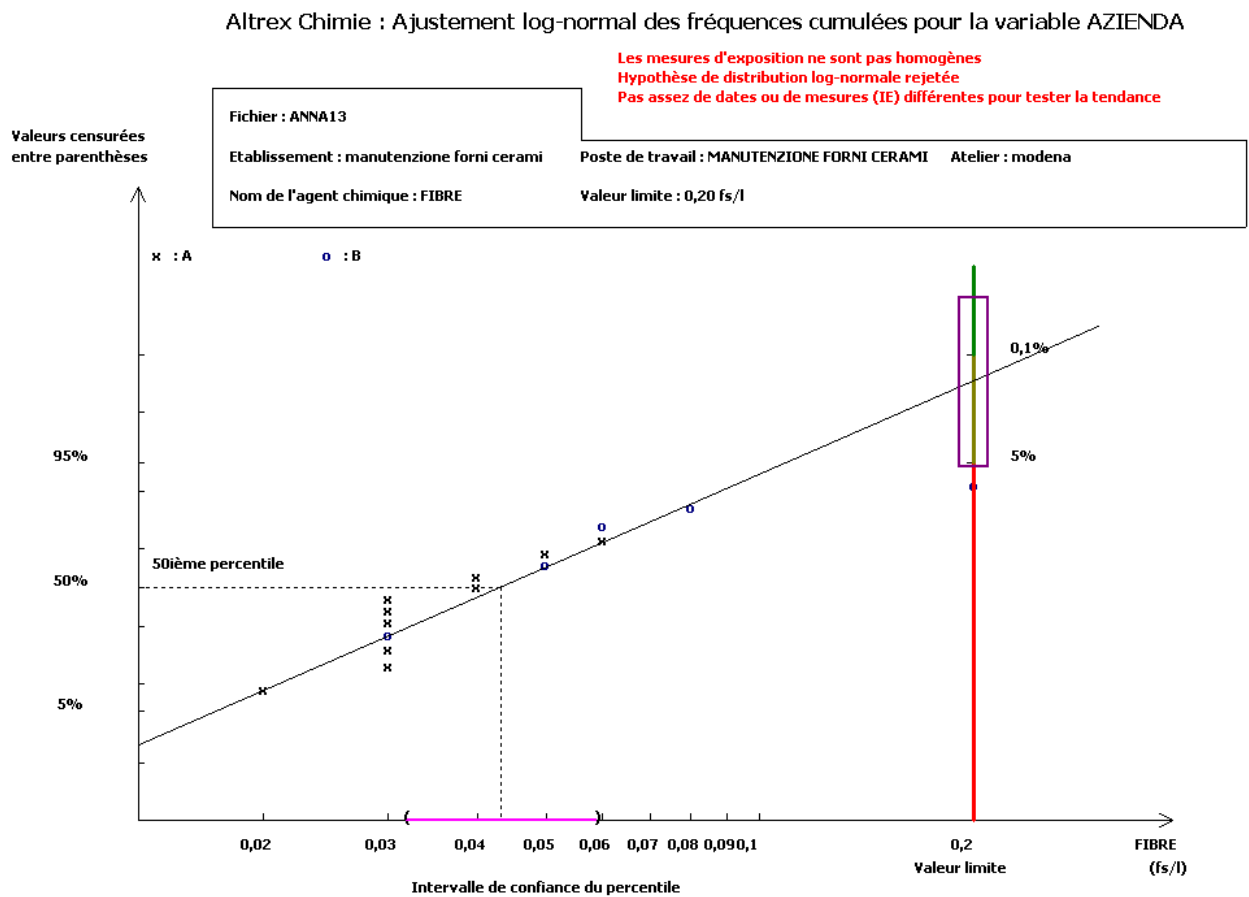
In sintesi il criterio statistico conferma le conclusioni della procedura Formale, in quanto la situazione non è sicuramente “sotto controllo” ma vi è molto vicino e andrebbe confermata con misurazioni periodiche.

Grafico 6 I dati di esposizione a FCR per la produzione forni per manutenzione forni per ceramica per piastrelle rappresentati in funzione della variabile Mansione.



Dal grafico 6 si vede come un solo dato relativo alla sostituzione rulli si trova ad uguagliare il VL, mentre gli altri valori sono molto lontani dal VL, in effetti l'intervallo di confidenza della probabilità di superamento del VL ricade in parte anche nella zona verde.

Grafico 7 I dati di esposizione a FCR per la produzione forni per manutenzione forni per ceramica per piastrelle rappresentati in funzione della variabile Azienda.



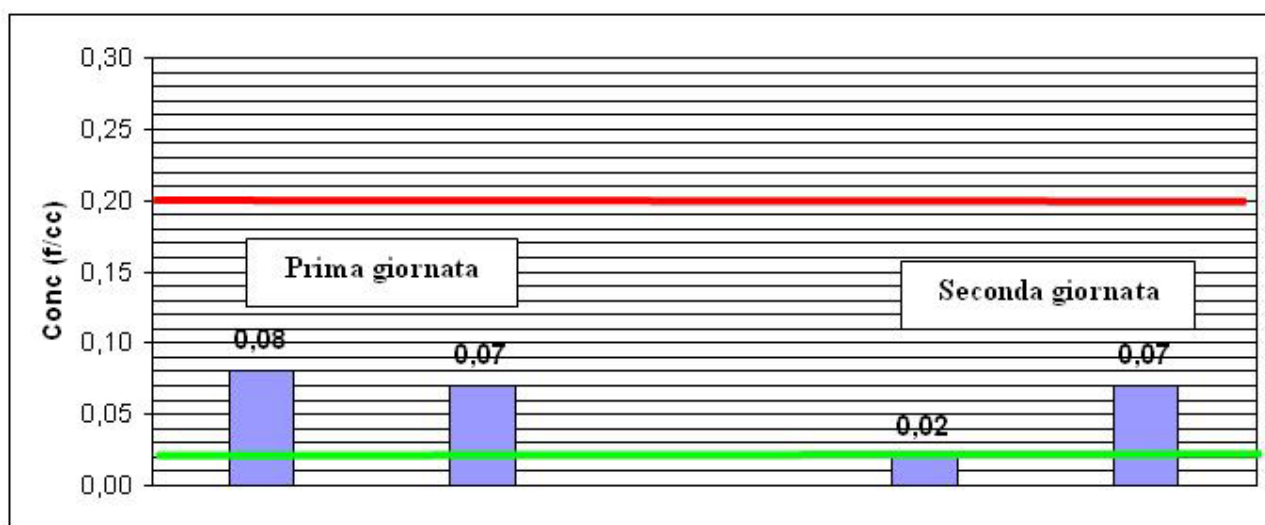
Anche dal grafico 7 si nota come i punti relativi alle due aziende non occupano posizioni molto diverse rispetto al VL, ad eccezione di un dato che si colloca sulla linea verticale che rappresenta il VL.

PRODUZIONE FORNI PER LATERIZI

Le esposizioni personali giornaliere a FCR relative a questa attività sono 4: i campionamenti sono stati effettuati **in una sola azienda** indagando per due diverse giornate la mansione relativa al **montaggio dei pannelli**, tra i mattoni in refrattario, che costituiscono la base dei carrelli trasportatori di laterizi all'interno del forno di cottura.

Le operazioni avvengono senza nessun presidio di prevenzione per la cattura delle fibre aerodisperse.

Fig.7 Le esposizioni a Fibre Ceramiche Refrattarie per il comparto Produzione forni per laterizi ripartite nelle due giornate di campionamento nella stessa azienda



I valori sono tutti nettamente inferiori al Valore Limite, però nel contempo solo uno uguaglia il decimo del VL, gli altri tre lo superano nettamente: la situazione non risulta “sotto controllo”.

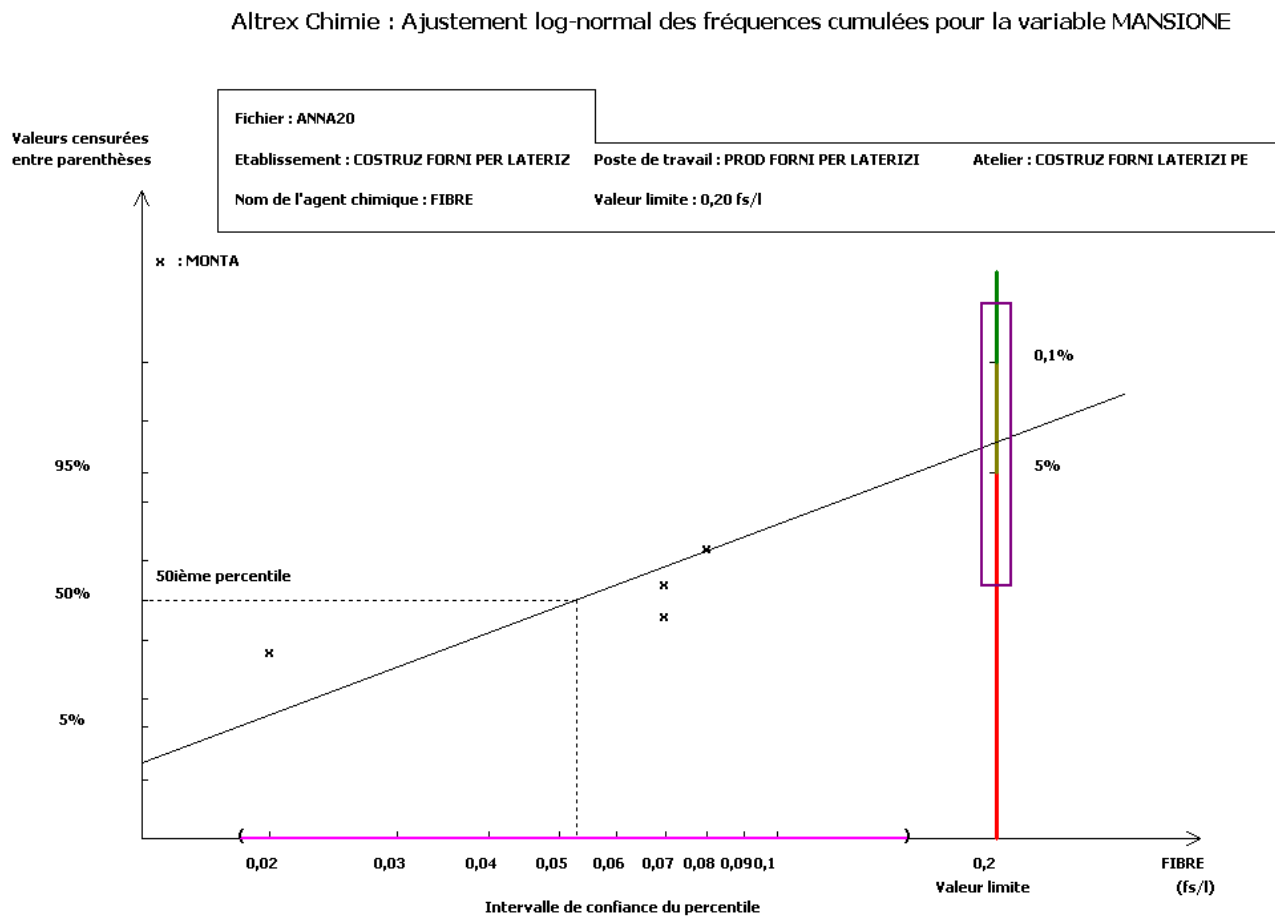
Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.4 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a FCR durante la produzione di forni per laterizi

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi LogNormale
4	0,06	0,04-1,48	1,92	ARANCIO	2,07	0,01-42,85	Accettata

E' stato applicato l'Approccio semplificato poiché il numero di dati è inferiore a 5, visto che la distribuzione è logNormale il programma calcola comunque la Probabilità di superamento del VL e individua la situazione ARANCIO, anche se a causa del numero ridotto di misure l'ampiezza dell'intervallo di confidenza di Pn è decisamente molto elevata in quanto si estende dalla situazione Verde alla Rossa.

Grafico 8 I dati di esposizione a FCR per la produzione forni per laterizi rappresentati in funzione della variabile Mansioni.



SCOIBENTAZIONE DI DUE FORNI IN UN IMPIANTO PETROLIFERO

Si è misurata l'esposizione di due lavoratori che hanno realizzato la Scoibentazione di due forni "a bottiglia" di 3 metri di diametro e 9 metri di altezza, internamente coibentati con materassini in FCR dello spessore di 15 cm, situati in un impianto petrolifero.

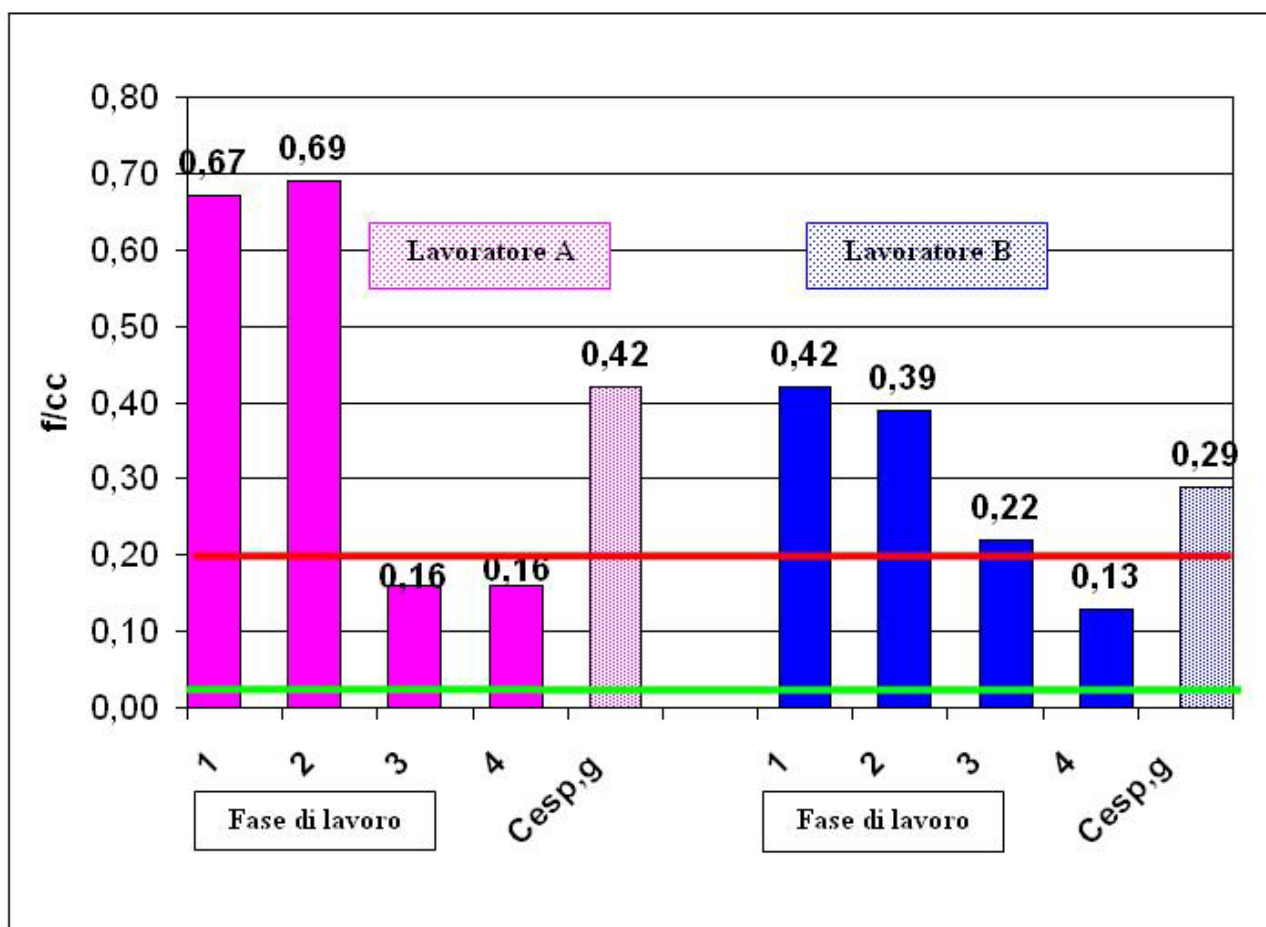
Il materiale coibente era installato mediante grappe metalliche e le operazioni di rimozione sono state condotte con un'abbondante imbibizione del materiale con acqua e bicarbonato.

I due lavoratori operavano entrambi all'interno del forno accedendovi attraverso il "passo d'uomo": il lavoratore A rimuoveva "strappando" manualmente il materiale, lo insaccava e passava poi i sacchi al lavoratore B che provvedeva a chiuderli, bagnarli e insaccarli in un secondo sacco.



Foto 7. Attività in area confinata

Fig.8 Le esposizioni a FCR durante la scoibentazione di due forni in un impianto petrolifero relative alle singole fasi di lavoro, ripartite per i due lavoratori



- La $C_{\text{esp, g}}$ del lavoratore A = 0,42 f/cc
- La $C_{\text{esp, g}}$ del lavoratore B = 0,29 f/cc

La figura 8 mostra che i due valori di esposizione personale giornaliera, riferita alle otto ore ($C_{\text{esp, g}}$), superano per entrambi i lavoratori il Valore Limite e, come visto dal grafico 1, hanno contribuito fortemente all'individuazione della Zona Rossa individuata dal criterio statistico della Norma 689/97 applicato a tutti i dati di FCR nel loro complesso.

Il valore di $C_{\text{esp, g}}$ più elevato per il lavoratore A è motivato probabilmente dall'effettiva rimozione manuale del materiale coibente, ma anche per il lavoratore B l'esposizione supera il VL poiché in effetti anche lui era all'interno del forno anche se le operazioni effettuate interessavano soltanto i sacchi di materiale già rimosso.

Dalla figura 8 si vede inoltre che per entrambi i lavoratori le prime due fasi di lavoro della giornata comportano la maggiore esposizione, mentre le ultime mostrano valori più bassi: frazionando il campionamento emerge quindi che nel corso della giornata ci sono stati momenti in cui il VL è stato nettamente superato, che viene in parte mitigato da altre fasi lavorative.

Questo dato si può motivare osservando che all'inizio della giornata lo spessore del materiale da rimuovere è senz'altro più elevato e che una volta rimosso il coibente l'operatore deve procedere con attenzione nell'avvicinarsi alla struttura per evitare il contatto con le grappe metalliche di ancoraggio del materassino.

Si può concludere che l'esposizione dei lavoratori durante la scoibentazione dei forni è risultata nettamente superiore al VL, il numero di esposizioni giornaliere ottenute non consente l'applicazione del criterio statistico della Norma 689/97.

Tab.5 Sintesi dei risultati ottenuti dall'applicazione del Criterio statistico della Norma UNI EN 689/97 ai dati relativi alle esposizioni a **Fibre Ceramiche Refrattarie** per le singole attività

Attività	N° misure	Media aritmetica [f/cc] (intervallo confidenza)	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento V. L. [%] (intervallo confidenza)	Adattamento LogNormale SI/NO	Gruppo omogeneo SI/NO
Manutenzione forni ceramica per piastrelle	15	0,05 (0,04-0,08)	1,75	ARANCIO	0,31 (0,01-5,49)	NO	SI
Produzione forni per laterizi	4	0,06 (0,04-1,48)	1,92	ARANCIO (Approccio semplificato)	2,07 (0,01-42,85)	SI	SI
Produzione forni ceramica artistica	16	0,12 (0,09-0,23)	2,07	ROSSA	16,76 (5,99-35,96)	NO	SI

Tutti i dati di FCR

	N° misure	Media aritmetica [f/cc] (intervallo confidenza)	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento V.L. [%] (intervallo confidenza)	Adattamento LogNormale SI/NO
	37	0,10 (0,08-0,15)	2,31	ROSSA	10,78 (4,90-21,02)	SI

In sintesi, dall'applicazione del Criterio statistico della Norma, sintetizzata in tabella 5, risulta che nessuna delle attività indagate si può definire sicuramente "sotto controllo", mentre "la produzione di forni ceramica artistica" ricade decisamente in zona ROSSA per cui la Norma conclude che si devono attuare provvedimenti adeguati al più presto per ridurre l'esposizione.

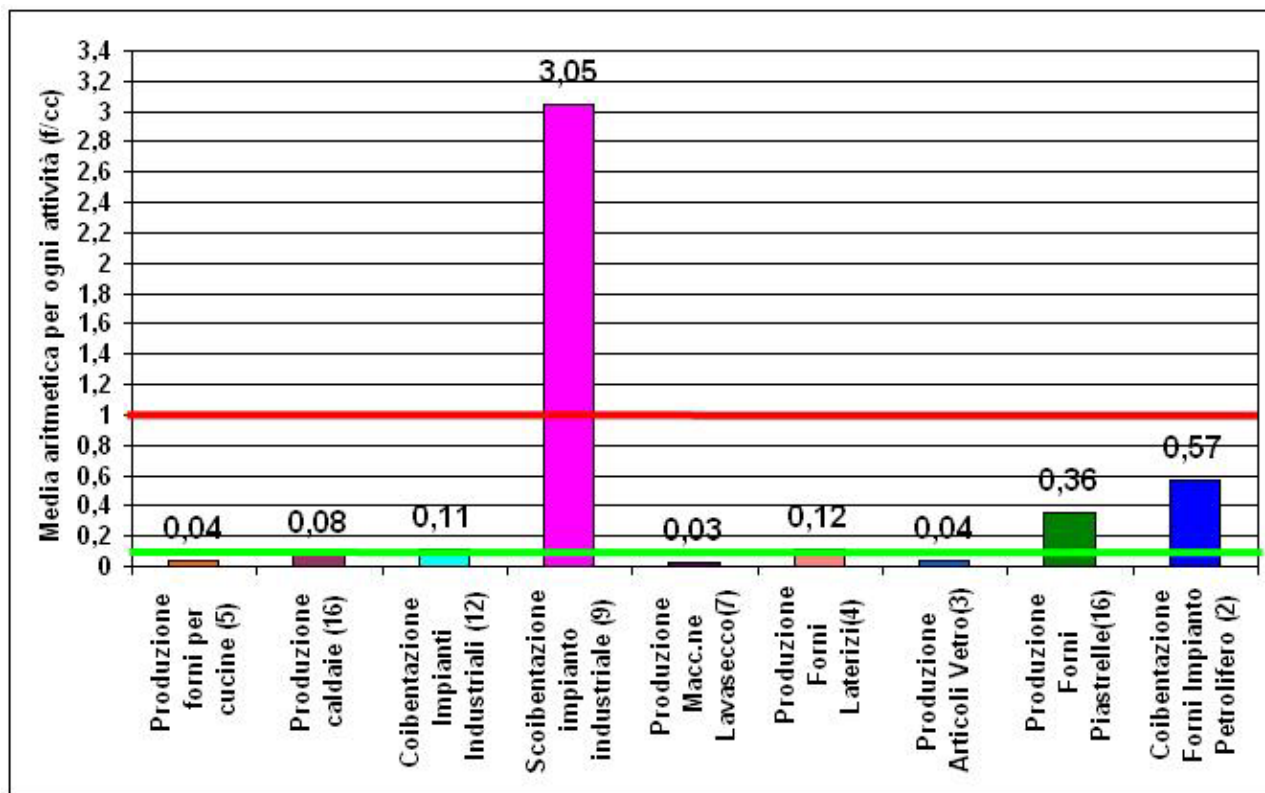
Per le altre due attività viene individuata una situazione ARANCIO che necessita di ulteriori misurazioni per confermare il non superamento del VL, in particolare per la "Manutenzione dei forni ceramica per piastrelle" il superamento è decisamente di scarsa entità.

3.B ESPOSIZIONE A LANE MINERALI

In totale sono stati ottenuti **74 dati** di esposizione personale giornaliera a Lane Minerali (LM), confrontabili con il Valore Limite (TLV-TWA) di **1,0 f/cc**, in **12 aziende** diverse monitorando le seguenti **9 Attività**:

- ❖ **Scoibentazione di impianto industriale (9 Cesp,g)**
- ❖ **Coibentazione di tubazioni in un grande impianto industriale (12 Cesp,g)**
- ❖ **Coibentazione di due grandi forni in un impianto petrolifero (2 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione di forni per la cottura di ceramica per piastrelle (16 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione di forni per laterizi (4 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione di macchine lavasecco (7 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione di caldaie ad uso domestico (16 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione di forni per cucine (5 Cesp,g)**
- ❖ **Produzione di articoli in vetro (3 Cesp,g)**

Fig.9 Le medie aritmetiche delle esposizioni personali giornaliere a Lane Minerali (74 dati) ripartite per le 9 attività indagate, tra parentesi viene riportato il numero di Cesp,g relativo ad ogni attività.



Dalla figura 9 emerge come l'attività di "Scoibentazione di impianto industriale" si differenzia notevolmente dalle altre presentando valori di esposizione decisamente molto più alti, che superano nettamente il VL, pertanto l'elaborazione statistica dei dati nel loro complesso, con il criterio della Norma 689, è stata applicata escludendo i dati relativi alla "Scoibentazione impianto industriale".

I valori medi di soltanto due delle attività indagate registrano il deciso superamento del decimo del VL: "Produzione forni ceramica per piastrelle" e "Coibentazione forni in impianto petrolifero"

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.6 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai 65 dati di esposizione a LM, dopo l'esclusione di "scoibentazione impianto industriale"

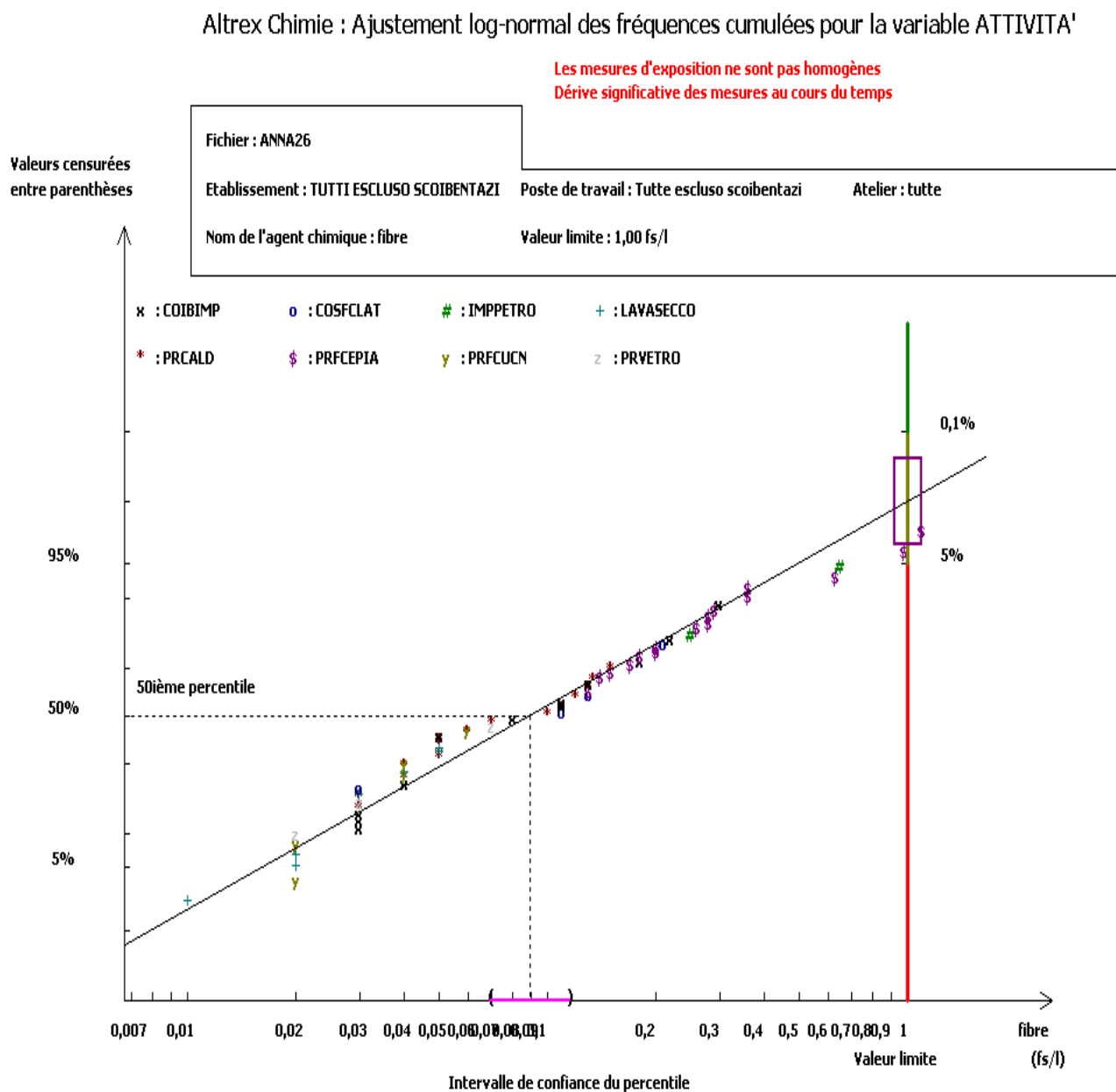
Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
65	0,16	0,12-0,22	2,84	ARANCIO	1,01	0,27-3,19	Accettata

L'ipotesi logNormale è accettata, la situazione complessiva individuata è decisamente ARANCIO, che comprende anche il relativo intervallo di confidenza; la media aritmetica è di 0,16 quindi molto lontana dal Valore Limite e nel contempo vicina al decimo del VL.

In sintesi, il risultato finale per tutte le attività esaminate, esclusa quella con il netto superamento del VL, non definisce la situazione sicuramente “sotto controllo” ma considera necessario confermarlo con misure periodiche, questo si spiega con il contributo dei dati relativi alla “Costruzione di forni per ceramica per piastrelle” che si collocano in prossimità del Valore Limite.

Dal Test ANOVA risulta che i gruppi sono statisticamente diversi per attività, azienda e mansione quindi si è continuata l’elaborazione statistica trattando ogni singola attività separatamente dalle altre.

Grafico 9 I dati di esposizione a LM per tutte le attività, esclusa la scoibentazione di impianto industriale, in funzione della variabile Attività.



SCOIBENTAZIONE DI IMPIANTO INDUSTRIALE

I 9 campionamenti sono stati effettuati **in due giornate** durante le attività di scoibentazione di porzioni di impianto industriale tra i quali erano prevalenti tubazioni di diverso diametro; il materiale da rimuovere era costituito da materassini di Lane Minerali di diverse tipologie, dello spessore di 50 mm, e da “coppelle” sempre di LM con spessore variabile tra 40 e 60 mm.

Le attività di rimozione del coibente sono state condotte indistintamente dai lavoratori coinvolti che hanno lavorato all'interno di un'area di lavoro sottoposta a confinamento dinamico, i cui volumi erano rispettivamente nelle due giornate di 2100 e di 500 m³ circa.



Foto 8. Prima giornata: Scoibentazione in corso

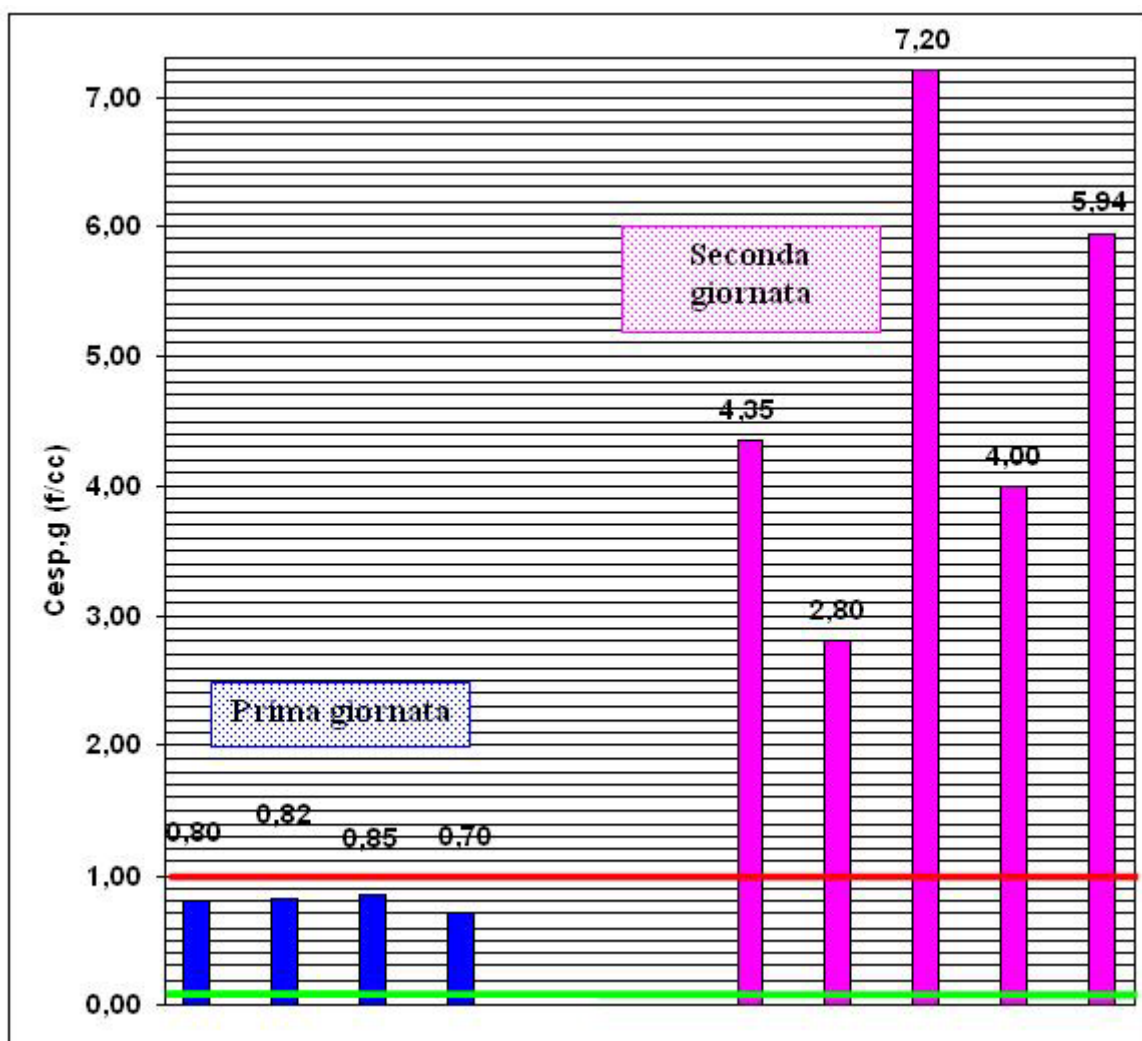


Foto 9. Seconda giornata: lavorazioni in spazi angusti



Foto 10. Scoibentazione durante la seconda giornata

Fig.10 Le esposizioni a Lane Minerali durante la scoibentazione di porzioni di impianto industriale ripartite per le due giornate



Le esposizioni misurate relative alla seconda giornata mostrano un netto superamento del VL raggiungendo anche un valore fino a 7 volte superiore al VL, giustificato sicuramente dalle ridotte dimensioni dell'area confinata in cui si trovavano a lavorare gli addetti che li costringevano ad assumere posizioni molto scomode e ad avvicinarsi ai manufatti con modalità non certo corrette, comunque anche durante la prima giornata tutti i 4 valori sono risultati prossimi al VL.

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.7 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla scoibentazione di un impianto industriale

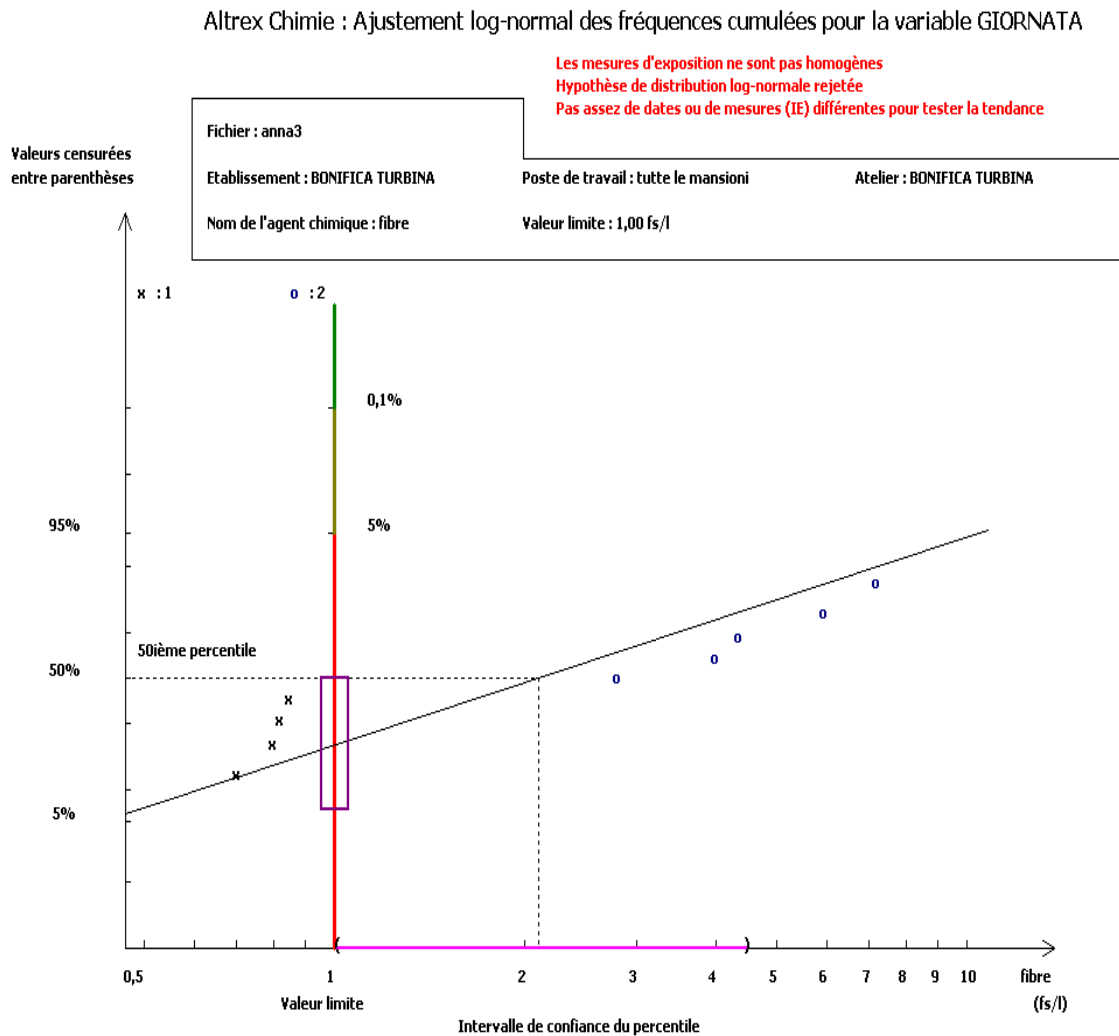
Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
9	3,05	1,81-15,46	1,90	ROSSA	77,95	50,19-93,35	Rigettata

L'ipotesi di distribuzione logNormale è rigettata, però il valore calcolato della Probabilità di superamento del VL, che è nettamente superiore al 5%, permette comunque di considerare la situazione sicuramente ROSSA.

Dall'analisi con test ANOVA risulta una differenza statisticamente significativa tra le due giornate ($P < 0,01$).

Dal grafico 10 ottenuto dall'elaborazione di Altrex si vede come i valori della seconda giornata sono tutti oltre il Valore Limite.

Grafico 10 I dati di esposizione a LM per la scoibentazione di un impianto industriale in funzione della variabile GIORNATA



COIBENTAZIONE DI TUBAZIONI IN UN IMPIANTO INDUSTRIALE

Sono state realizzate **12 misurazioni** nel corso di una coibentazione di tubazioni di diverso diametro (da 6 a 40 pollici) in un grande impianto industriale.

Durante le misurazioni i **4 operatori** hanno eseguito **nel corso di tre giornate** le seguenti operazioni: taglio e dimensionamento dei materiali coibenti, applicazione degli stessi sulla superficie da rivestire, legatura con fili metallici, applicazione delle finiture metalliche mediante fissaggio con viti autofilettanti e rivetti; raccolta in sacchi dei materiali di risulta e pulizia finale dell'area di lavoro.

Il materiale utilizzato era costituito da materassini di Lana Minerale dello spessore variabile da 40 mm a 120 mm.



Foto 11. Materassino in Lana Minerale



Foto 12. Vari strati di coibente sulla tubazione

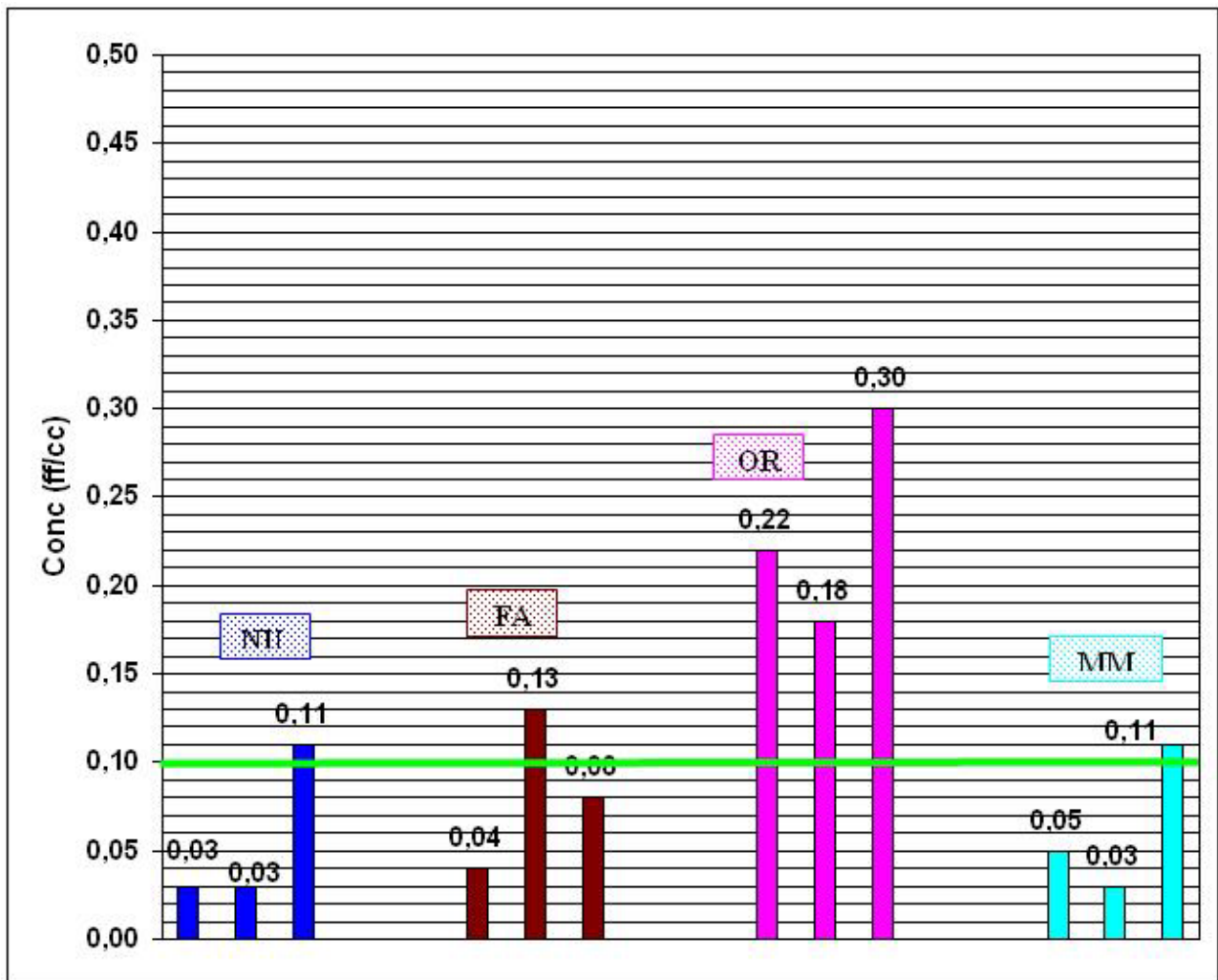


Foto 13. Operazioni di finitura coibentazione



Foto 14. Coibentazione tubazione verticale e di piccolo diametro

Fig.11 Le esposizioni durante la coibentazione di tubazioni in un grande impianto industriale ripartite per i 4 operatori



Dalla figura 11 si vede che i valori sono molto lontano dal VL, ma sei superano il decimo del VL, il superamento si registra per ognuno dei tre lavoratori, quindi applicando il criterio formale della Norma 689 non è possibile definire la situazione “sotto controllo”.

Inoltre, si vede che un operatore (OR) ottiene valori molto più alti degli altri e anche il test ANOVA conferma che l’operatore in questione ha un’esposizione statisticamente diversa dagli altri.

Questa maggiore esposizione è probabilmente giustificata dal tipo di tubazioni che lui ha coibentato (vedi foto): verticali e di basso diametro, 4 volte inferiore rispetto alle altre, tale da consentirgli di “abbracciare” le tubazioni per realizzarne la coibentazione.

Mentre dal test ANOVA non si evidenzia nessuna differenza significativa tra le tre giornate indagate.

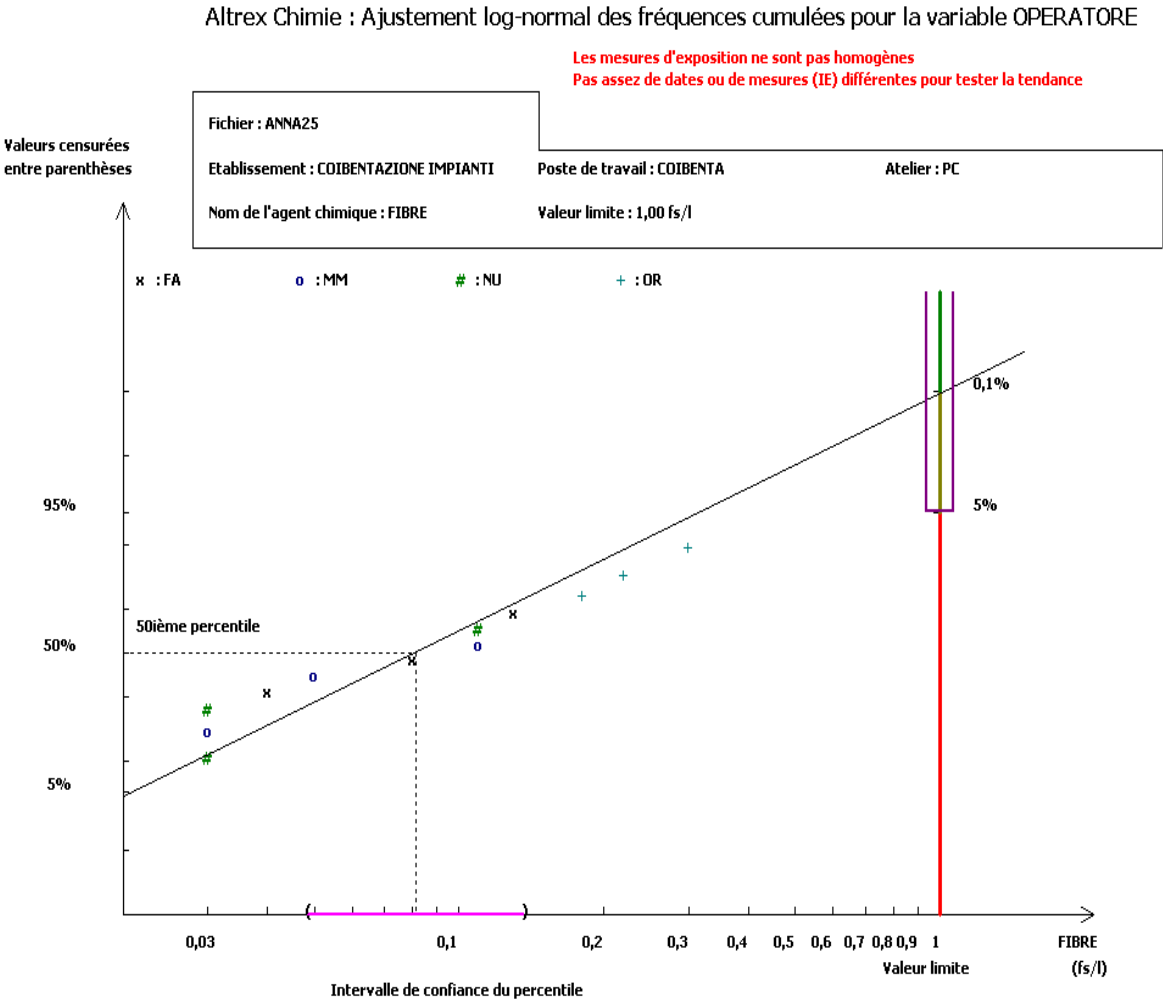
Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.8 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla coibentazione di un grande impianto industriale

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
12	0,11	0,07-0,27	2,28	ARANCIO	0,11	<0,01-4,76	Accettata

Dalla tabella 8 si vede come l'intervallo di confidenza della Pn si estende dalla zona verde a quella arancio.

Grafico 11 I dati di esposizione a LM per la coibentazione di impianto industriale in funzione della variabile OPERATORE



PRODUZIONE FORNI CERAMICA PER PIASTRELLE

Sono stati realizzati **16 valori** di esposizione giornaliera personale **in una azienda** che costruisce forni per la cottura di ceramica per piastrelle con le seguenti mansioni:

- **Costruzione forni (10)**
- **Installazione carpenteria metallica (3)**
- **Pulizia (2)**
- **Nessuna manipolazione di fibre: No fibre (1)**

La costruzione dei forni prevede che vengano rivestiti dei telai metallici e la lamiera che costituisce la base viene utilizzata per il getto di cemento refrattario, che costituisce il supporto della restante parte in muratura, dopo il getto vengono posizionati e cementati i mattoni refrattari, sotto ai quali sono stati posti diversi strati di materiale isolante costituito da pannelli in Lana Minerale.

Terminate le operazioni di installazione dei vari materiali refrattari, il modulo subisce ulteriori interventi che prevedono l'utilizzo di utensili a mano quali per esempio carotatrici, seghetti alternativi, etc.

Vengono anche eseguite alcune operazioni di rifinitura quale la raschiatura e la livellatura del piano, la stuccatura di eventuali fessurazioni e l'installazione in alcuni casi di ulteriori piastre di materiale refrattario.

In genere per effettuare le operazioni di finitura sono impiegate due persone una che effettua l'operazione di foratura o taglio e l'altra che mantiene in depressione la zona ove si forma la polvere.

Anche le operazioni di taglio, effettuate in postazione fissa, sono eseguite con macchine mantenute in depressione mediante l'uso di impianto di aspirazione; le pulizie dei locali vengono effettuate con un impianto ad alta prevalenza munito di filtro a maniche, inoltre durante le fasi di pulizia e di predisposizione dei moduli vengono umidificate le zone di lavoro, mediante l'impiego di piccole lance ad acqua.



Foto 15. Costruzione forno



Foto 16. Fase di installazione forno

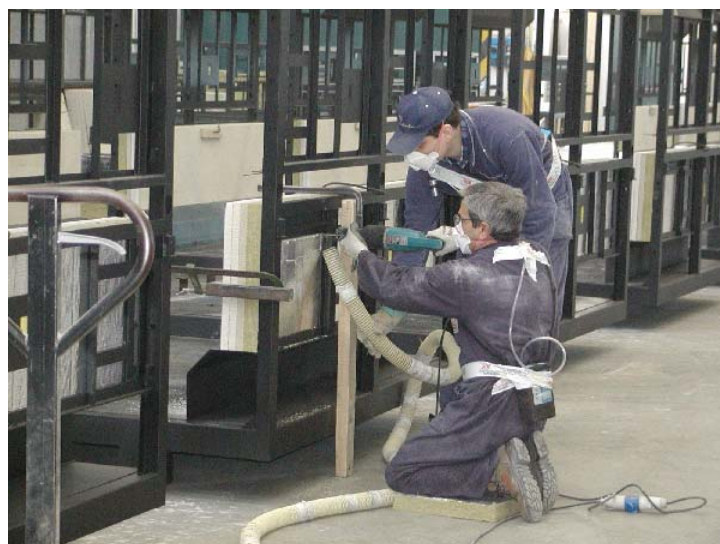
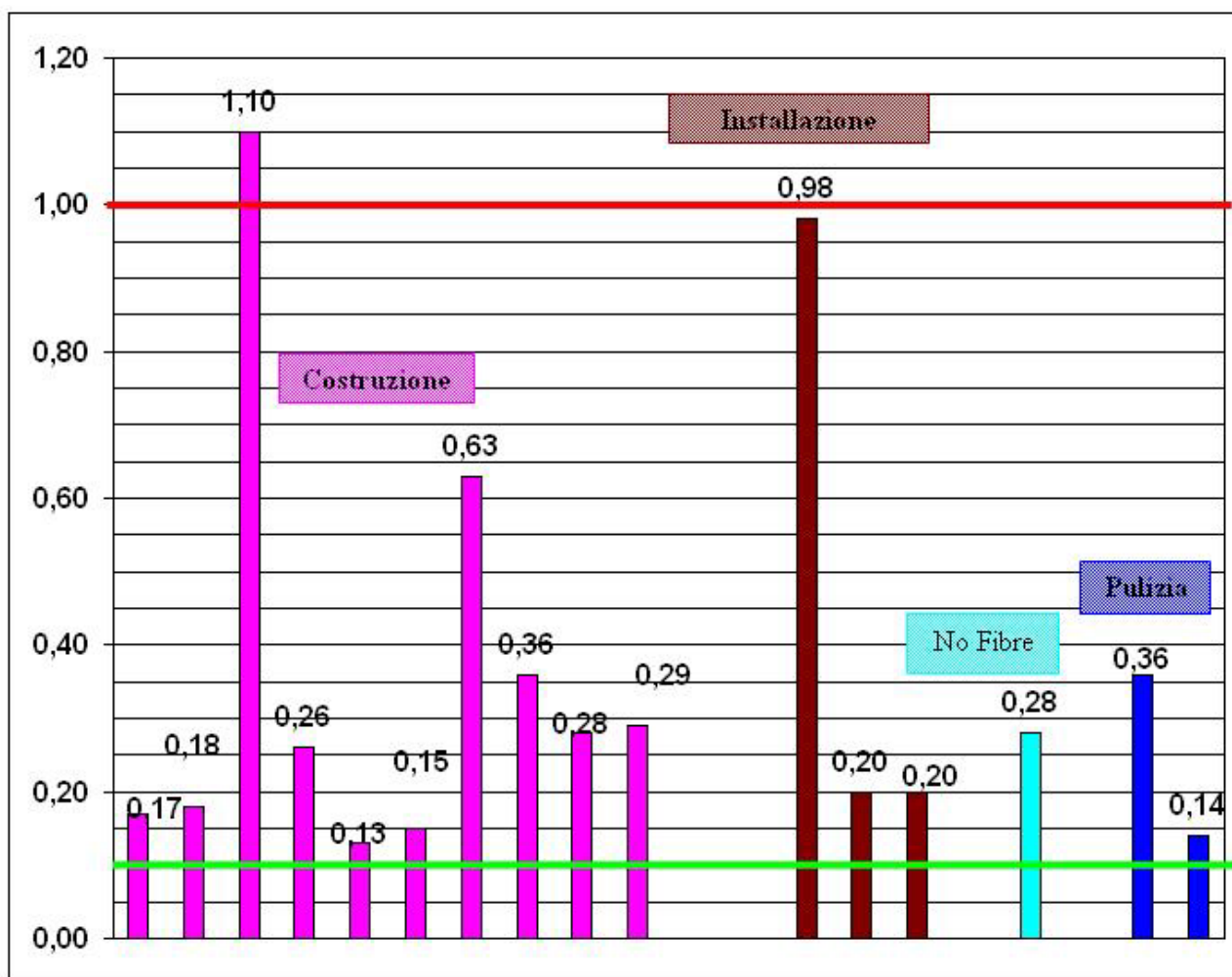


Foto 17. Taglio portelli forno

Fig.12 Le esposizioni a Lane Minerali durante la produzione di forni ceramica per piastrelle ripartite in funzione delle mansioni



In un caso, durante la costruzione del forno, il valore supera il VL e anche durante l'installazione di carpenteria metallica il dato è molto vicino al Limite, in ogni caso tutti i valori ottenuti superano il decimo del VL.

Anche il valore relativo all'operatore che non manipola le fibre è molto vicino a quelli relativi alla Pulizia e alla maggior parte degli altri dati, mostrando che chi lavora in prossimità delle lavorazioni che producono fibre è esposto anche se non manipola direttamente.

Questo è confermato anche dall'applicazione del test ANOVA dal quale non risultano differenze significative tra i risultati ottenuti relativamente alle quattro mansioni indagate.

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

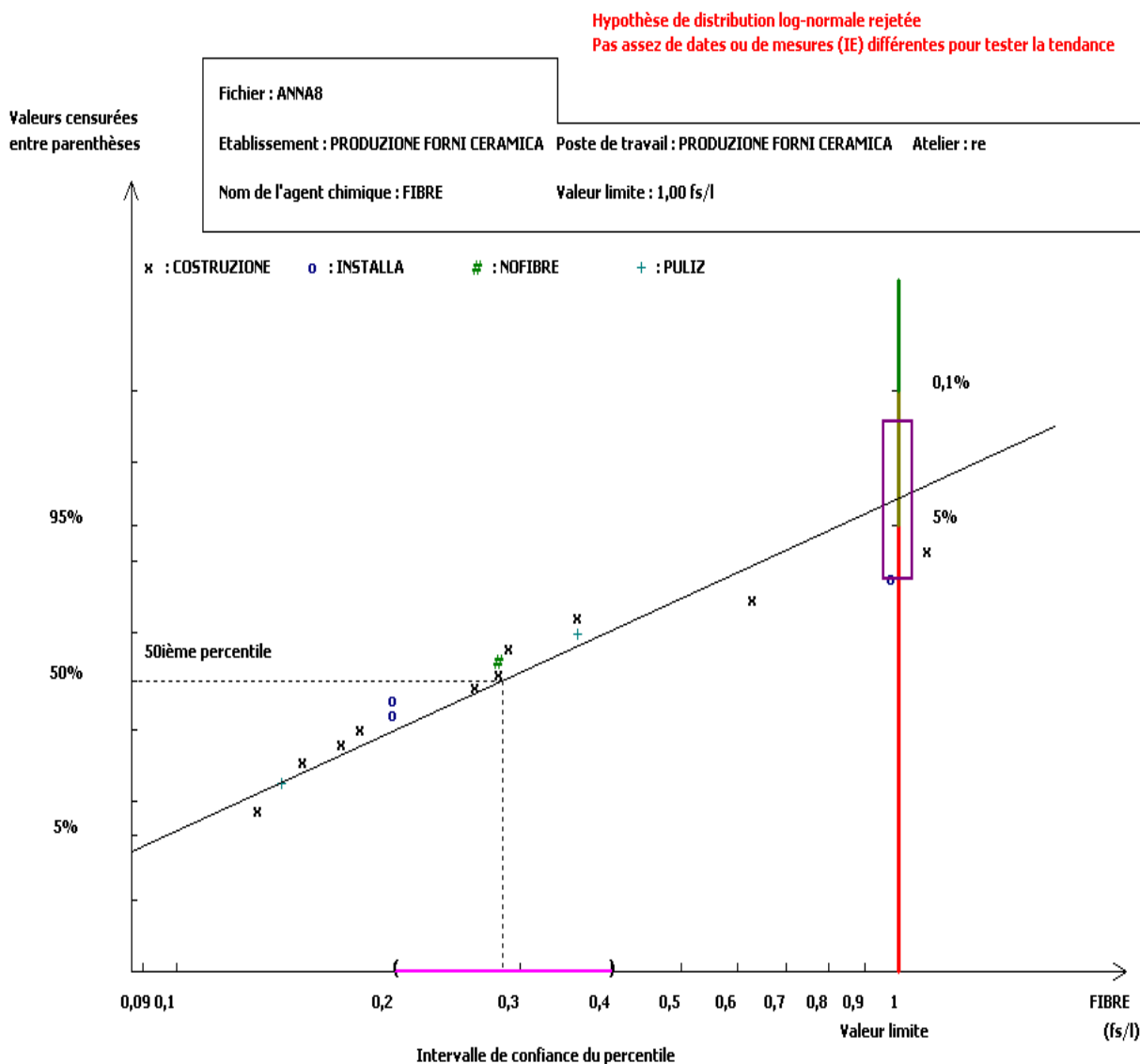
Tab.9 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla produzione di forni ceramica per piastrelle

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi LogNormale
16	0,36	0,26-0,57	1,92	ARANCIO	2,64	0,29-13,82	Rigettata

La situazione individuata dalla Norma 689 è decisamente ARANCIO con l'intervallo di confidenza che ricade in zona Rossa, anche se la distribuzione dei dati non è logNormale.

Grafico 12 I dati di esposizione a LM per la costruzione forni ceramica per piastrelle in funzione della variabile Mansione

Altrex Chimie : Ajustement log-normal des fréquences cumulées pour la variable MANSIONE



PRODUZIONE CALDAIE AD USO DOMESTICO

Le **16 misurazioni** sono state realizzate durante la produzione di caldaie ad uso domestico in due aziende che operano con un ciclo in continuo e con durata di pochi minuti, il montaggio delle caldaie prevede l'inserimento di numerosi componenti tra i quali alcuni pannelli preformati in Lana Minerale che vengono installati per coibentare la camera di combustione, viene poi effettuata la raccolta del materiale di risulta e la pulizia dell'area di lavoro.

Il gruppo di lavoratori è omogeneo e la mansione indagata è relativa al montaggio.



Foto 19. Inserimento dei pannelli nel telaio

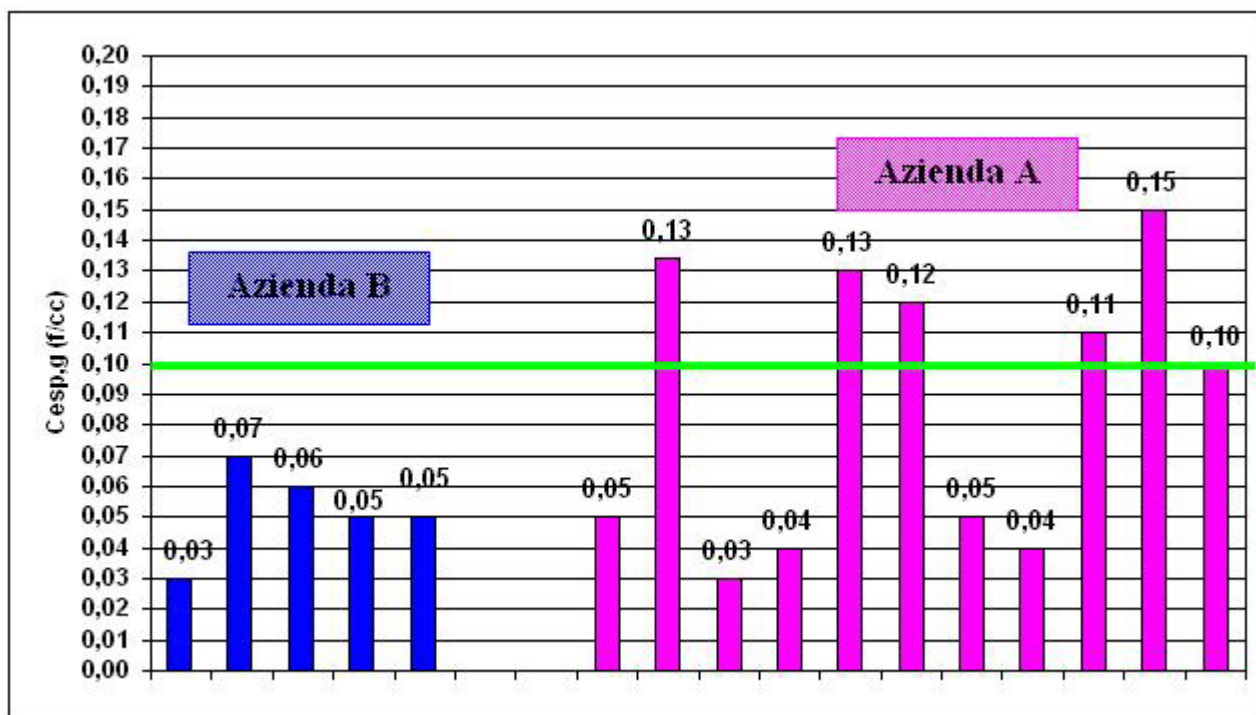


Foto 18. Pannelli in Lana Minerale



Foto 20. Fase di montaggio caldaie

Fig.13 Le esposizioni a Lane Minerali durante la coibentazione delle camere di combustione ripartite in funzione delle due aziende indagate



Dalla figura 13 si vede che tutti i dati sono inferiori al Valore Limite e la maggioranza risulta al di sotto del decimo del VL, si evidenzia anche che 5 degli 11 dati relativi all'azienda A risultano superiori al decimo del VL, per cui applicando solo il criterio Formale l'azienda A non può essere considerata "sotto controllo".

Mentre per l'azienda B tutti i valori sono inferiori al decimo del VL; in effetti l'azienda B ha installato un impianto di aspirazione localizzato in prossimità delle postazioni dei lavoro in cui viene effettuato il montaggio dei pannelli.

Dall'applicazione del Test ANOVA non risulta nessuna differenza statisticamente significativa tra le due serie di dati in relazione all'azienda.

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.10 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla produzione di caldaie ad uso domestico

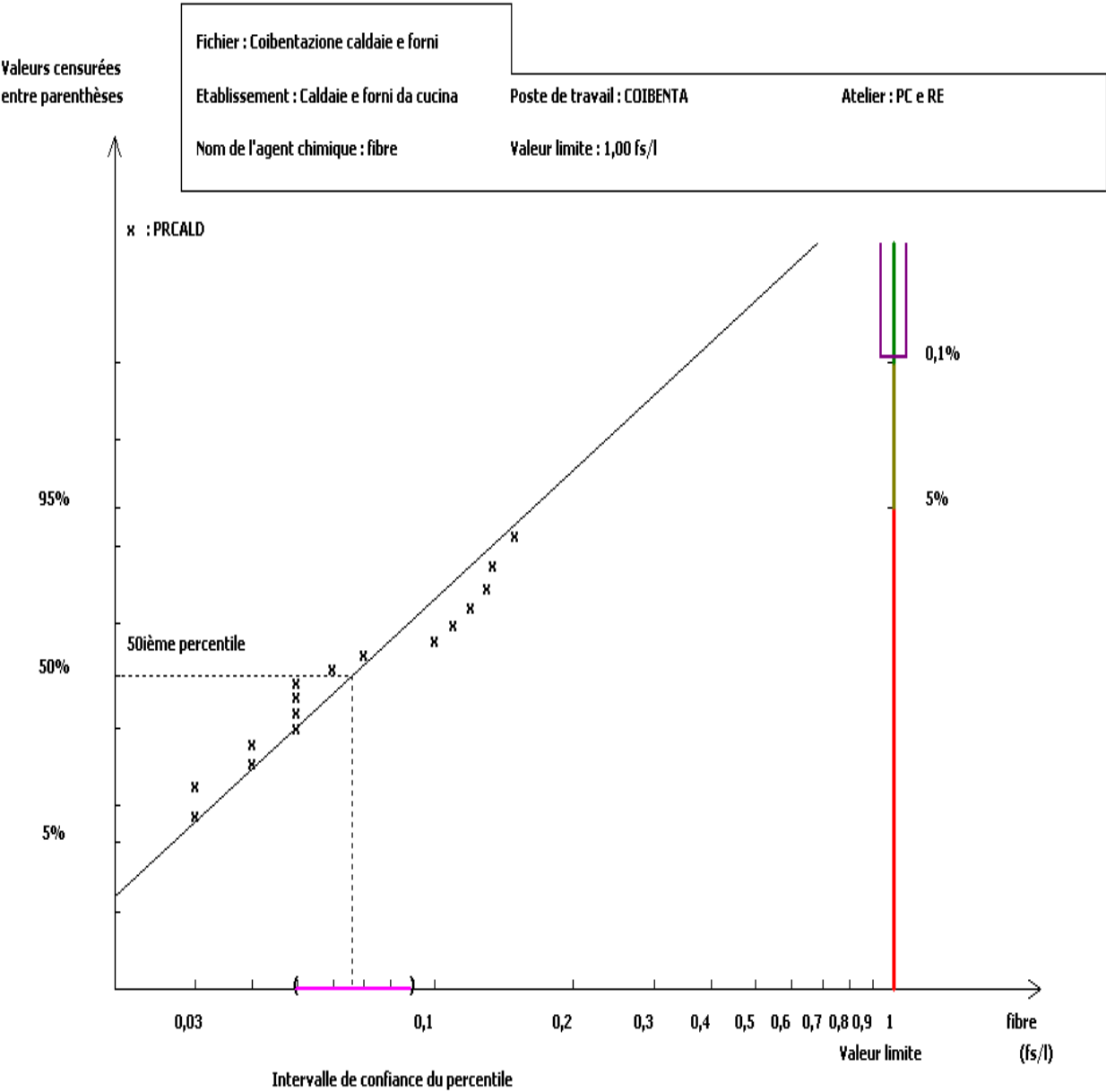
Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
16	0,08	0,06-0,11	1,73	VERDE	<0,01	<0,01-0,09	Accettata

L'ipotesi logNormale è accettata, la GSD è bassa, il gruppo è omogeneo, dal criterio statistico la situazione individuata per tutti i dati ottenuti è "VERDE : sotto controllo".

Grafico 13 I dati di esposizione a LM per la produzione di caldaie ad uso domestico in funzione della variabile Attività

Altrex Chimie : Ajustement log-normal des fréquences cumulées pour la variable Attività

Pas assez de dates ou de mesures (IE) différentes pour tester la tendance



PRODUZIONE FORNI PER CUCINE

Sono state ottenute **5 esposizioni** personali giornaliere relative **ad una azienda** che costruisce forni per cucine durante la coibentazione delle muffole dei forni da incasso, sia a gas che elettrici.

Il materassino in LM, pretagliato e prefustellato, viene prelevato dai pacchi a bordo linea e viene applicato direttamente sui quattro lati e sul retro della muffola, i materiali di risulta vengono raccolti in contenitori chiusi e viene effettuata la pulizia finale dell'area di lavoro.



Foto 21. Coibentazione forno con materassino

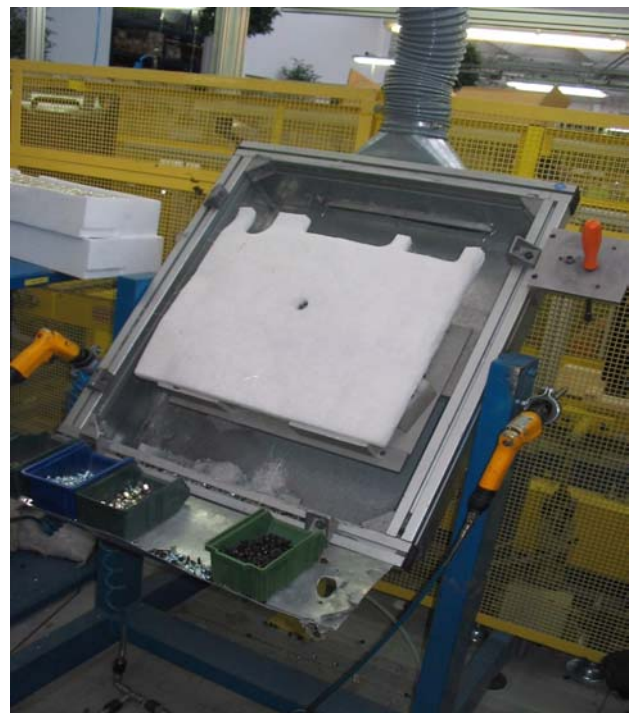
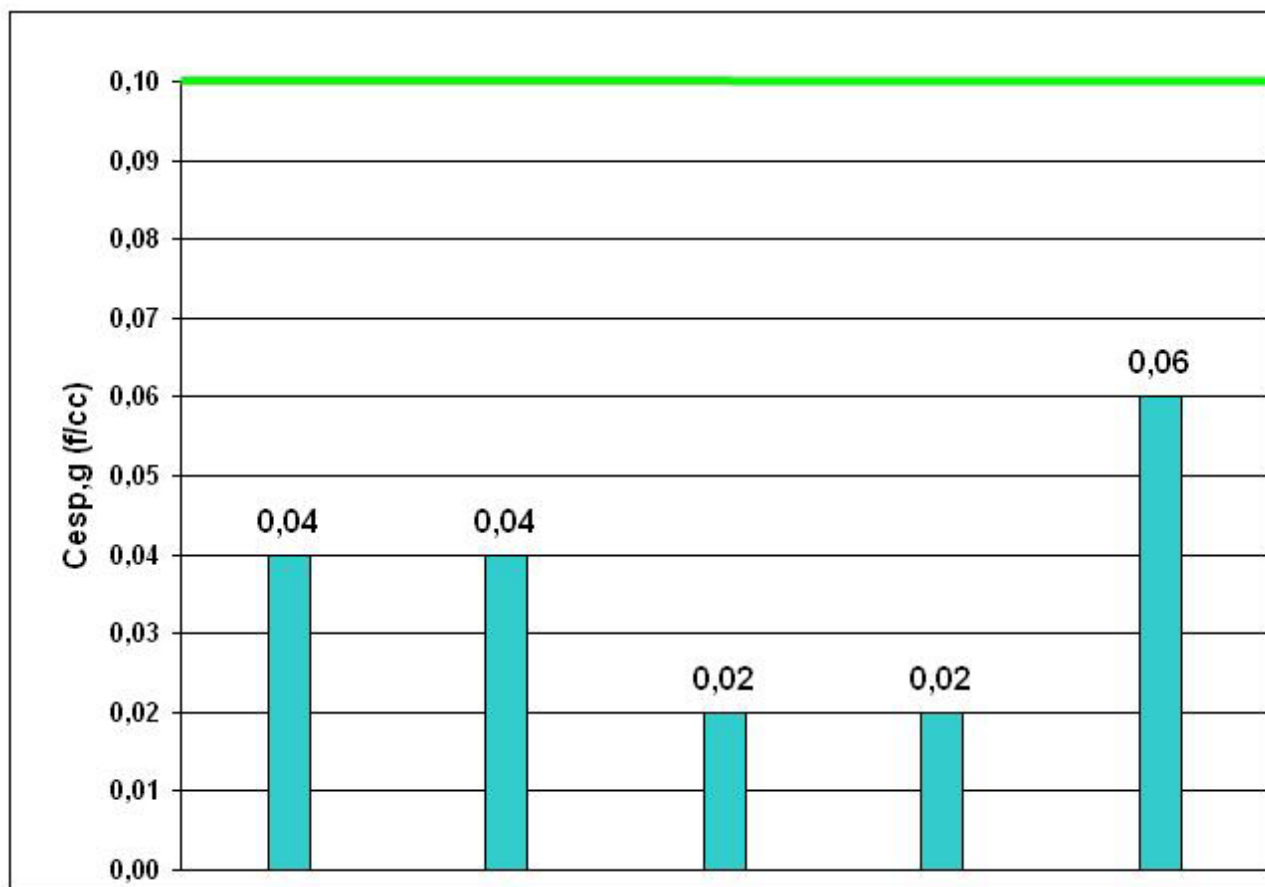


Foto 22. Particolare del materassino installato



Foto 23. Forno a coibentazione ultimata

Fig.14 Le esposizioni a Lane Minerali durante la costruzione di forni per cucine



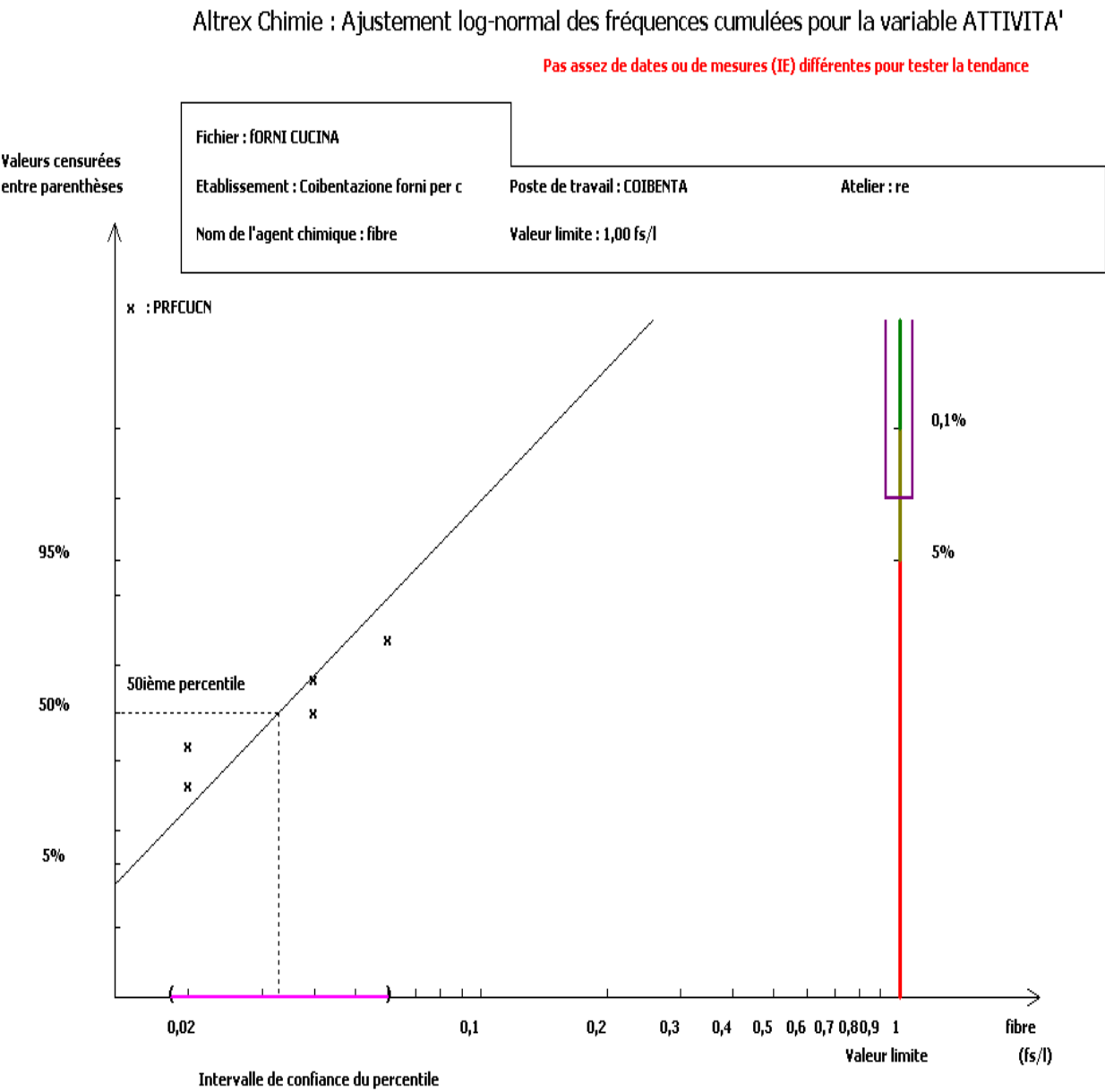
Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.11 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla costruzione di forni da cucina

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità a superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
5	0,04	0,02-0,12	1,62	VERDE	<0,01	<0.01-1,01	Accettata

La distribuzione dei dati è logNormale, il gruppo è omogeneo, la probabilità di superare il VL è molto bassa quindi dall'applicazione del criterio statistico viene individuata la situazione VERDE: sicuramente “sotto controllo”, d'altra parte visto che tutti i valori sono nettamente inferiori al decimo del VL anche applicando il criterio formale della Norma 689/97 era possibile esprimere lo stesso giudizio.

Grafico 14 I dati di esposizione a LM relativi alla costruzione di forni per cucine



PRODUZIONE MACCHINE LAVASECCO

Sono state realizzate **7 misurazioni in tre aziende**, che producono macchine per lavasecco, durante le operazioni di coibentazione del distillatore che prevede il taglio dei pezzi di feltro in Lana Minerale con cutter, la successiva applicazione e fissaggio con nastro adesivo.

I pezzi in LM utilizzati hanno dimensioni ridotte, 30x40 cm circa, e ne vengono installati 6 per ogni distillatore.

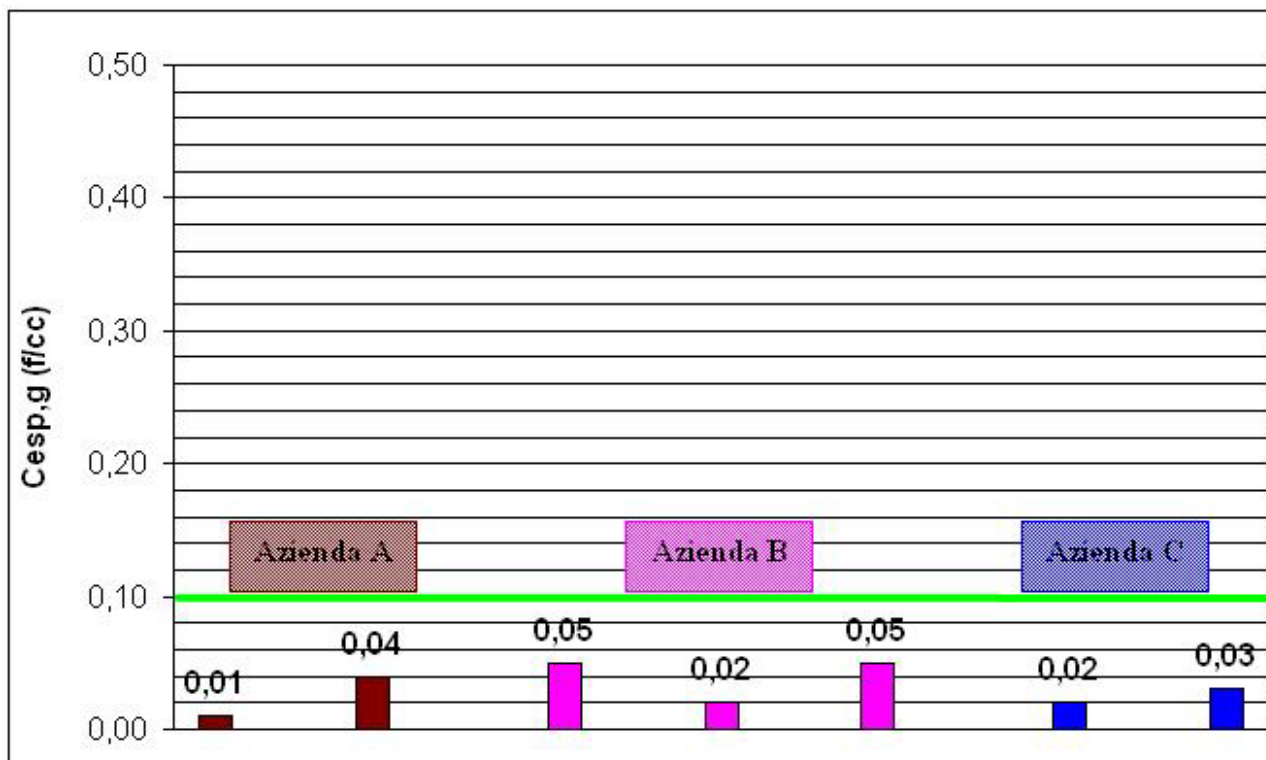


Foto 24. Taglio feltro in Lana Minerale



Foto 25. Coibentazione distillatore

Fig.15 Le esposizioni personali giornaliere a LM durante la produzione di macchine per lavasecco ripartite per le tre aziende



Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.12 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla produzione di macchine lavasecco

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]	Ipotesi logNormale
7	0,03	0,02-0,08	1,80	VERDE	<0,01	<0,01-0,41	Accettata

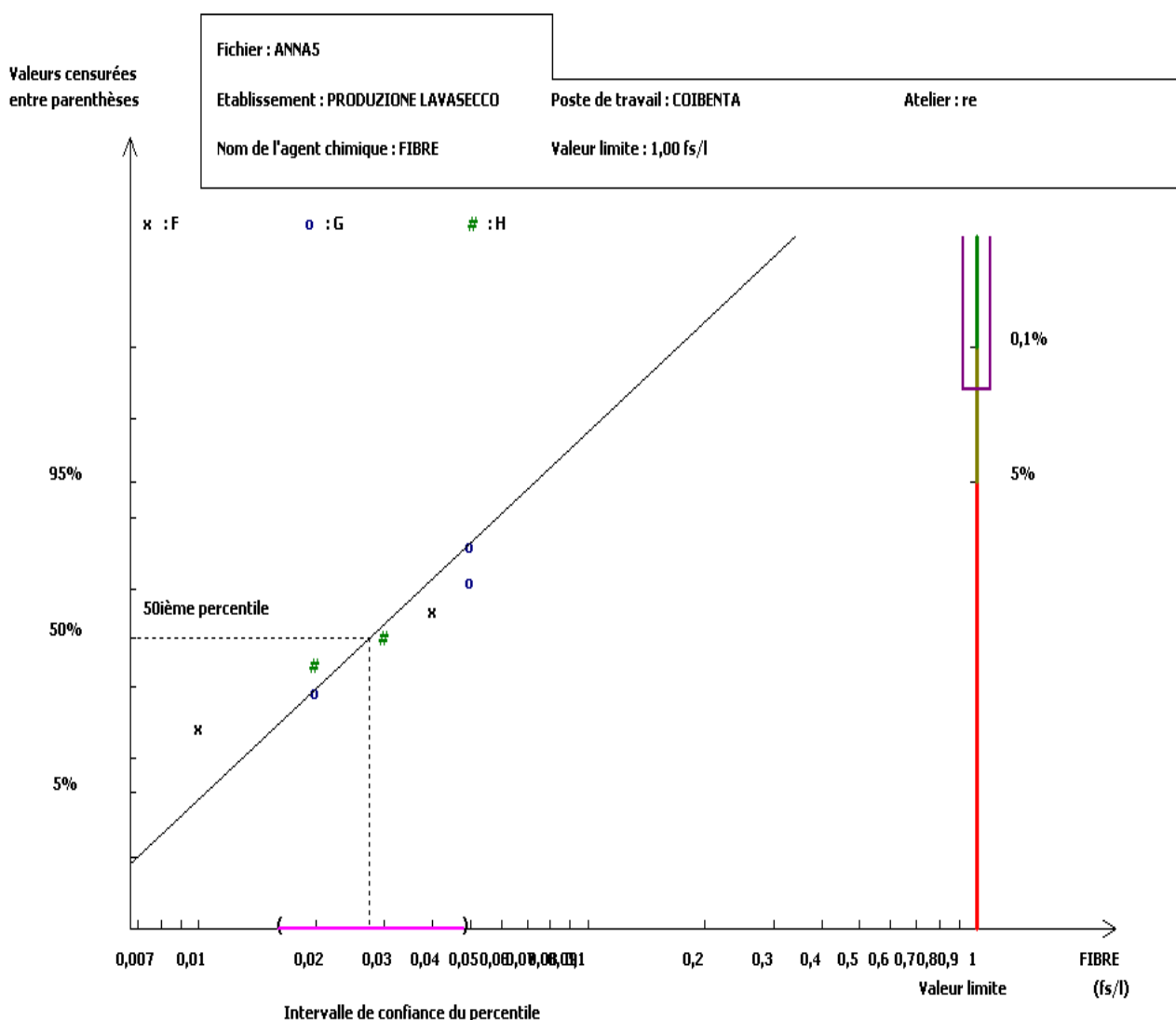
Tutti i valori risultano nettamente inferiori al decimo del VL: la situazione è sicuramente “sotto controllo”, sia con il Criterio formale che con quello statistico.

Dall'applicazione del Test ANOVA non si evidenzia nessuna differenza statisticamente significativa tra le tre aziende indagate.

Grafico 15 I dati di esposizione a LM relativi alla produzione delle macchine lavasecco

Altrex Chimie : Ajustement log-normal des fréquences cumulées pour la variable AZIENDA

Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène



PRODUZIONE FORNI PER LATERIZI

L'azienda monitorata produce forni per la cottura di laterizi e i **4 dati** sono relativi alla **mansione di taglio del materassini in Lana Minerale** che vengono poi installati tra i mattoni in refrattario, che costituiscono la base dei carrelli trasportatori di laterizi all'interno del forno di cottura.

Le operazioni vengono effettuate senza nessuna aspirazione localizzata o altra misura di prevenzione.

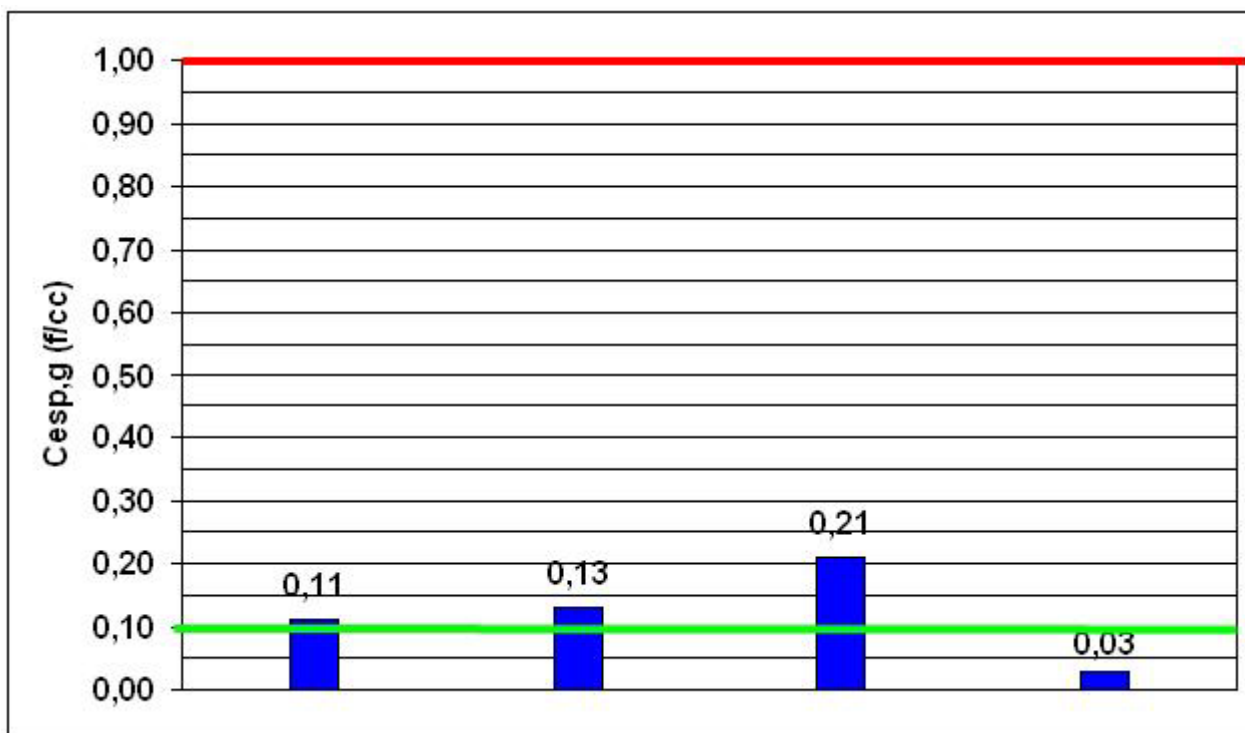


Foto 26. Taglio materassino in Lana Minerale



Foto 27. Carrello trasportatore per forno laterizio

Fig.16 Le esposizioni a Lane Minerali durante la produzione di forni per laterizi in un'azienda durante le operazioni di taglio del materassino.



I dati sono tutti nettamente inferiori al VL, in tre casi però superano il decimo del VL quindi applicando il criterio formale della Norma la situazione non si può definire “sotto controllo”, questo è confermato dall’applicazione del criterio statistico per il quale la situazione risulta ARANCIO, anche se in questo caso è stato possibile applicare solo l’approccio semplificato perché i dati sono inferiori a 5 e di conseguenza gli intervalli di confidenza, sia della media che della Probabilità di superamento del VL, sono molto ampi.

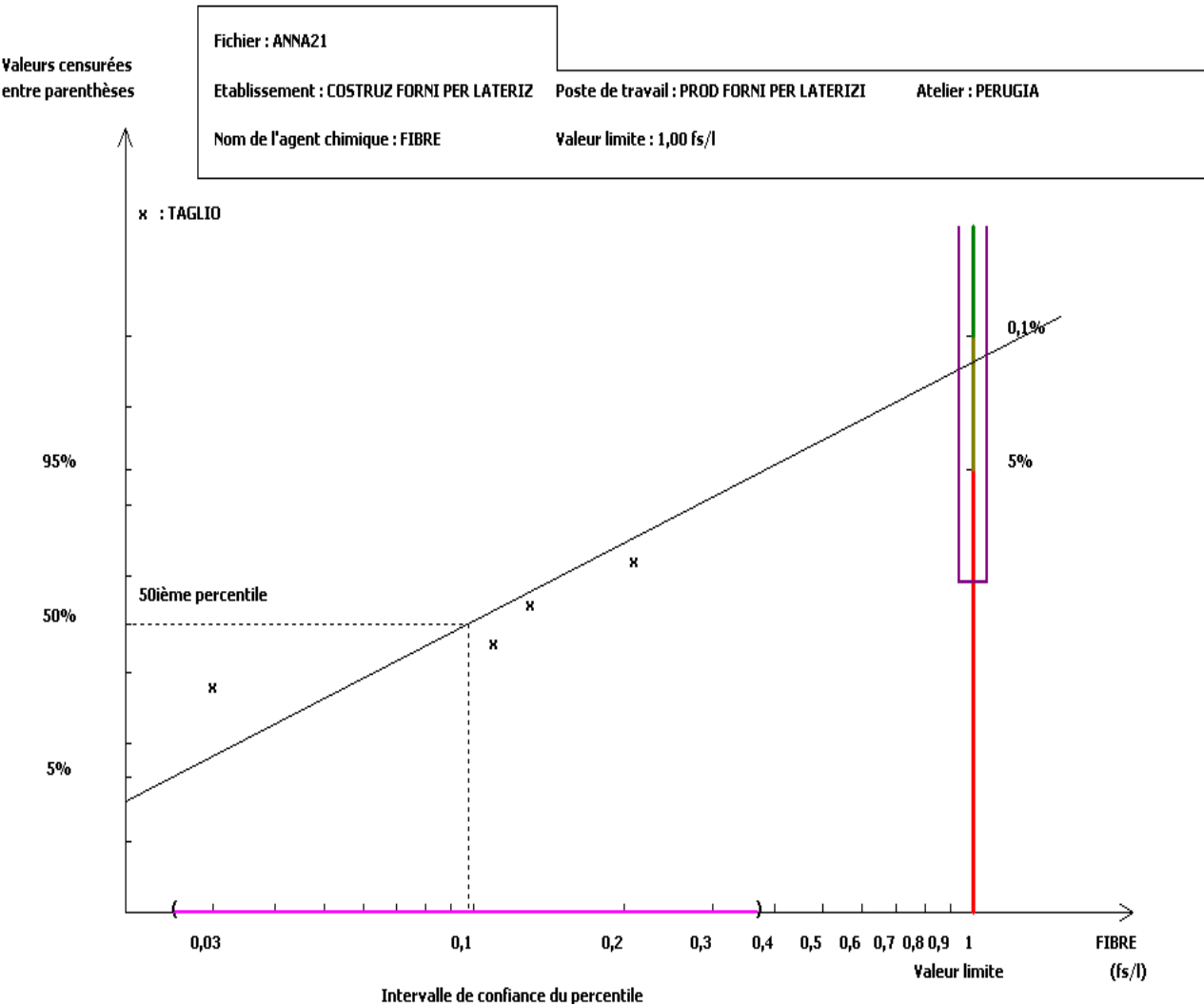
Risultati dell’applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

Tab.13 Risultati dell’applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla produzione di forni per laterizi

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]
4	0,12	0,06-17,46	2,30	ARANCIO	2,64	0,29-13,82

Grafico 16 I dati di esposizione a LM relativi alla produzione forni per laterizi

Altrex Chimie : Ajustement log-normal des fréquences cumulées pour la variable MANSIONE



PRODUZIONE ARTICOLI IN VETRO

I campionamenti sono stati effettuati **in una azienda** che produce articoli in vetro: particolari inserti estremamente raffinati costituiti da fusioni di vetri colorati; sono state ottenute **3 esposizioni personali** relative alla mansione che si ritiene rappresentativa dell'esposizione degli addetti di tutta l'azienda: **Scelta e confezionamento degli articoli in vetro.**

I manufatti prima della cottura vengono posti su piastre di refrattario sulle quali si trova una stuoia in Lana Minerale trattata superficialmente con vermiculite, caricate le piastre le stesse vengono depositate su carrelli e poi trasportate all'interno dei forni.

Dopo la cottura il materiale viene prelevato sempre sulle piastre, depositato sui carrelli e inviato alla scelta e al confezionamento.

I forni per la cottura sono: un forno a rulli, tre forni a cassetto, tre forni a bacino; in tutti i forni è presente un sistema di aspirazione che mantiene in depressione la zona di lavoro dei forni.

Le fibre sono presenti in tutte le fasi lavorative: stuoie in Lana Minerale, pannelli nei forni, rivestimento dei cassetti nei forni a cassetto, tamponatura dei rulli e "passarulli" nel caso del forno a rulli.



Foto 28. Scelta articoli in vetro

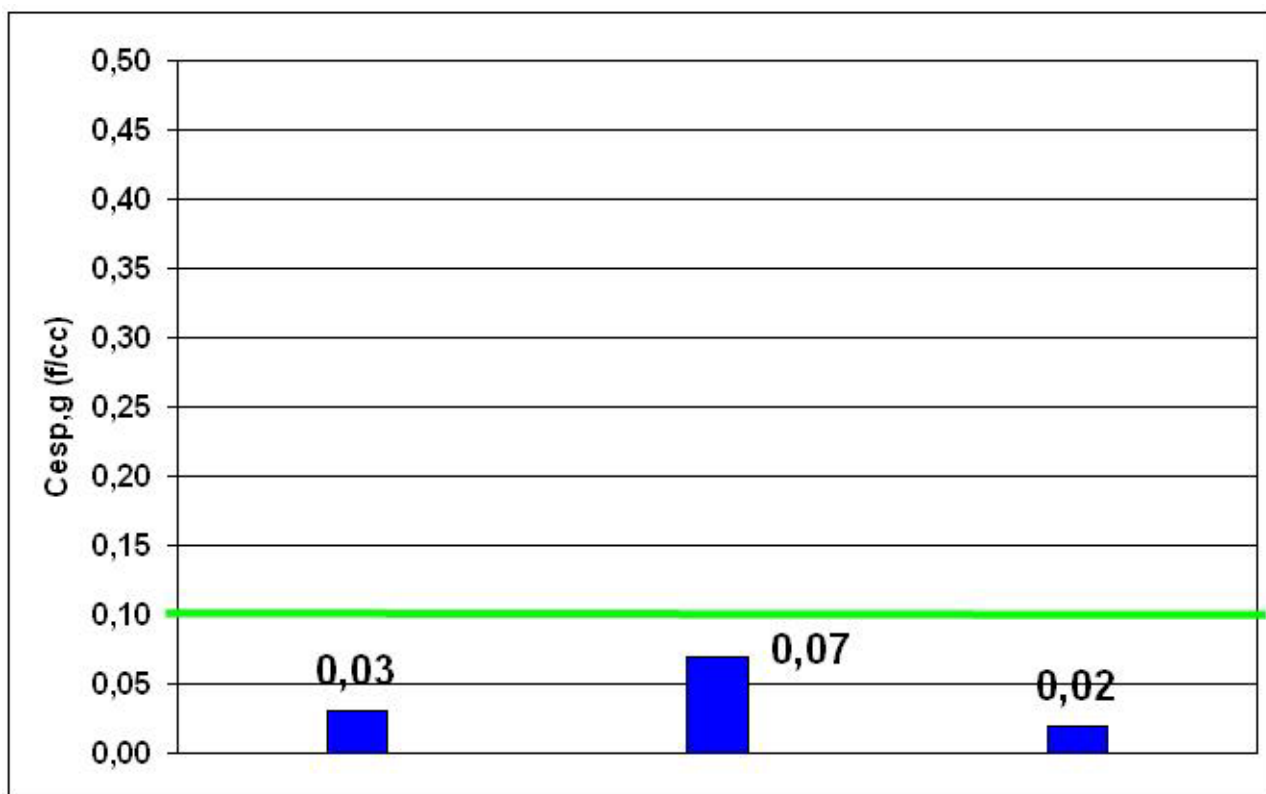


Foto 29. Carico del forno a rulli



Foto 30. Disposizione di articoli in vetro sui tappetini in LM

Fig.17 Le esposizioni a Lane Minerali durante la scelta e il confezionamento di articoli in vetro



Tutti e tre i valori sono inferiori al decimo del VL: la situazione risulta “sotto controllo”, questa conclusione è confermata anche dal criterio statistico anche se applicato con approccio semplificato perché i dati sono inferiori a 5 (vedi tabella 14) .

Risultati dell'applicazione del criterio statistico della Norma UNI EN 689/97

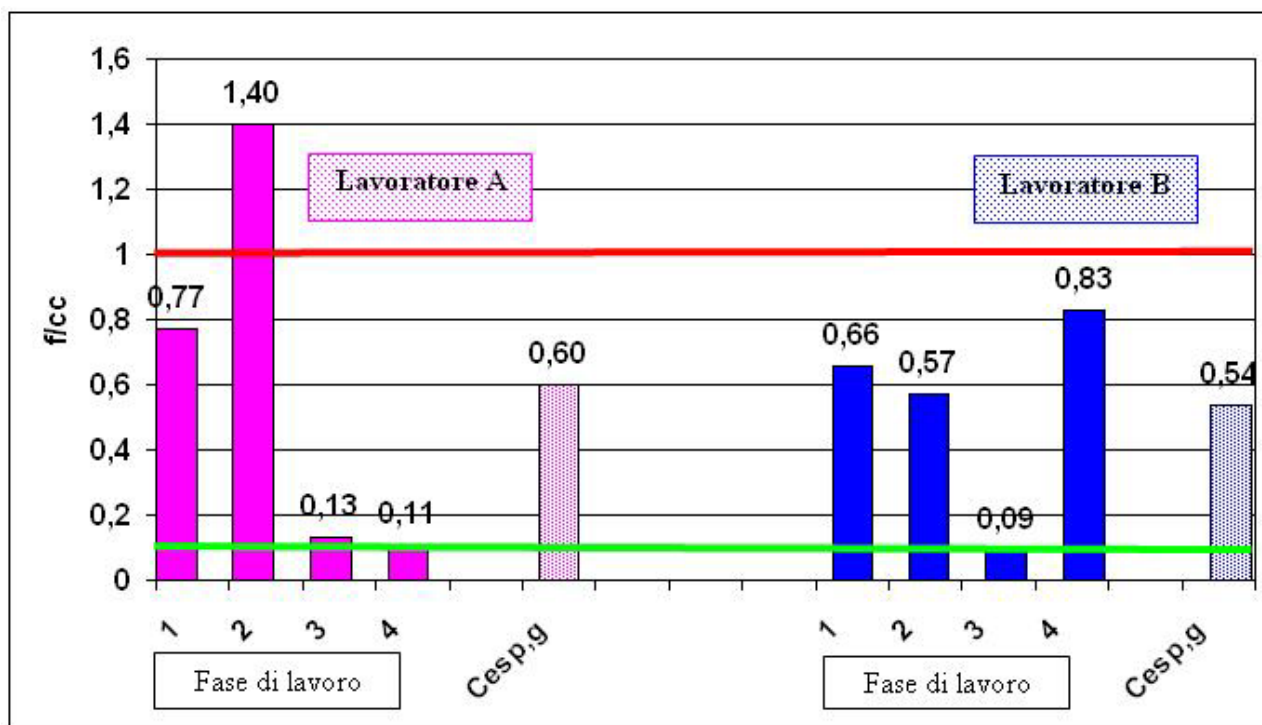
Tab. 14 Risultati dell'applicazione del criterio statistico ai dati di esposizione a LM relativi alla produzione di articoli in vetro

Numero misure	Media Aritmetica [f/cc]	Intervallo confidenza [f/cc]	GSD	Zona individuata Norma 689/97	Probabilità superamento [%]	Intervallo confidenza [%]
3	0,04	0,02-290	1,90	VERDE	<0,01	<0,01-26,97

COIBENTAZIONE DI DUE GRANDI FORNI IN UN IMPIANTO PETROLIFERO

Si tratta degli stessi due forni che erano stati oggetto di indagine durante la bonifica da FCR, la coibentazione prevedeva l'installazione del materassino in LM, che veniva effettuata prevalentemente dall'operatore A, mentre il lavoratore B rimasto a terra lo aiutava nelle operazioni.

Fig.18 Le esposizioni a Lane Minerali durante la coibentazione di due forni in un impianto petrolifero relative alle singole fasi di lavoro, ripartite per i due operatori



- La $C_{esp,g}$ del lavoratore A = 0,60 f/cc
- La $C_{esp,g}$ del lavoratore B = 0,54 f/cc

Le esposizioni personali giornaliere ($C_{esp,g}$) sono entrambe prossime alla metà del VL e in qualche momento della giornata i valori si avvicinano e in un caso superano il VL; diversamente da quanto osservato durante la bonifica da FCR i valori di $C_{esp,g}$ misurati non mostrano differenze tra i due lavoratori, in effetti in questo caso le operazioni di coibentazione erano effettuate in collaborazione tra i due.

Visto il numero troppo basso di esposizioni giornaliere non è possibile applicare il criterio statistico della Norma 689/97, ma con il criterio formale si può comunque concludere che la situazione non può essere definita "sotto controllo".

Tab. 15 Sintesi dei risultati ottenuti dall'applicazione del Criterio statistico della Norma UNI EN 689/97 ai dati relativi alle esposizioni a Lane Minerali per le singole attività

Attività	N° misure	Media aritmetica [f/cc] (intervallo confidenza)	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento V. L. [%] (intervallo confidenza)	Adattamento LogNormale SI/NO	Gruppo omogeneo SI/NO
Produzione macchine lavasecco	7	0,03 (0,02-0,08)	1,80	VERDE	<0,01 (<0,01-0,41)	SI	SI
Produzione forni per cucine	5	0,04 (0,02-0,12)	1,62	VERDE	<0,01 (<0,01-1,01)	SI	SI
Produzione caldaie ad uso domestico	16	0,08 (0,06-0,11)	1,73	VERDE	<0,01 (<0,01-0,09)	SI	SI
Produzione articoli in vetro	3	0,04 (0,02-290)	1,90	VERDE (Approccio semplificato)	<0,01 (<0,01-26,97)	-	SI
Coibentazione tubazioni in impianto industriale	12	0,11 (0,07-0,27)	2,28	ARANCIO	0,11 (<0,01-4,76)	SI	SI
Produzione forni per laterizi	4	0,12 (0,06-7,46)	2,30	ARANCIO (Approccio semplificato)	2,64 (0,29-13,82)	-	SI
Produzione forni ceramica per piastrelle	16	0,36 (0,26-0,57)	1,92	ARANCIO	2,64 (0,29-13,82)	NO	SI
Scoibentazione impianto industriale	9	3,05 (1,81-5,46)	1,90	ROSSA	77,95 (50,19-93,35)	NO	SI

Tutti i dati escludendo la “Scoibentazione impianto industriale”

	N° misure	Media aritmetica [f/cc] (intervallo confidenza)	GSD	Situazione individuata da Norma 689/97	Probabilità superamento V.L. [%] (intervallo confidenza)	Adattamento LogNormale SI/NO
	65	0,16 (0,12-0,22)	2,84	ARANCIO	1,01 (0,27-3,19)	SI

Schema 1: Esposizione a Fibre Ceramiche Refrattarie

**Risultato dell'applicazione del criterio statistico
della Norma 689/97:
graduazione delle priorità di gravità di rischio**

Produzione forni ceramica artistica

Produzione forni per laterizi

**Manutenzione
forni ceramica per piastrelle**

Schema 2: Esposizione a Lane Minerali

**Risultato dell'applicazione del criterio statistico
della Norma 689/97:
graduazione delle priorità di gravità di rischio**

Scoibentazione impianto industriale

Produzione forni ceramica per piastrelle

Produzione forni per laterizi

Coibentazione impianto industriale

Produzione articoli in vetro

Produzione caldaie ad uso domestico

Produzione forni per cucine

Produzione macchine lavasecco

4. CONCLUSIONI

Sia per le Fibre Ceramiche Refrattarie che per le Lane Minerali le esposizioni più rilevanti sono state misurate nel corso delle attività di “Scoibentazioni di grandi impianti”, con valori che superano nettamente il Valore Limite.

Per le Fibre Ceramiche Refrattarie (FCR)

Le Lane Minerali hanno sostituito in molte attività le FCR, in particolare rispetto ai dati raccolti negli ultimi anni questo si riscontra per le attività di costruzione e manutenzione dei forni per la ceramica per piastrelle .

Sono confermati i dati relativi alla costruzione forni per ceramica artistica, rispetto a quelli degli ultimi dieci anni, con il valore medio delle misurazioni che si colloca intorno alla metà del VL; dall'applicazione del criterio statistico le esposizioni misurate portano ancora all'individuazione di una situazione “Rossa: sicuro superamento del Valore Limite” .

In situazione intermedia si collocano:

- la manutenzione dei forni per la cottura di ceramica per piastrelle,
- la produzione di forni per la cottura di laterizi.

Nessuna delle attività indagate mostra una situazione “sotto controllo”, né con il criterio formale né con quello statistico (schema 1).

Per le Lane Minerali (LM)

Le esposizioni più elevate si sono registrate durante la “scoibentazione di un impianto industriale” di rimozione di LM installate negli anni 70, presumibilmente di tipologia più pericolosa rispetto a quelle di ultima generazione per la loro dimensione (fibre regolamentate).

Dall'applicazione sia del criterio formale che di quello statistico (schema 2) risulta che le attività che mostrano un risultato sicuramente “Verde: sotto controllo” sono:

- la produzione macchine lavasecco,
- la produzione forni per cucina,
- la produzione caldaie ad uso domestico,
- la produzione di articoli in vetro,

In effetti nei casi misurati la manipolazione diretta di fibre è molto ridotta a causa dell'uso di pannelli preformati e di dimensioni ridotte.

In situazione “Arancio: sembra al di sotto del VL ma va confermato con misurazioni periodiche” si trovano:

- la produzione forni ceramica per piastrelle,
- la produzione forni per laterizi,
- la coibentazione di impianto industriale.

Per tutte e tre le attività vengono effettuate operazioni di taglio e montaggio con manipolazione diretta del materiale; nel caso della coibentazione di un impianto industriale sono stati utilizzati notevoli quantitativi di materiale.

In sintesi:

- La rimozione di materiale installato per la coibentazione di impianti industriali e la produzione di forni per ceramica artistica, che ancora utilizzano anche FCR, rappresentano le due attività che in passato ma anche oggi possono comportare esposizioni a MMVF rilevanti e per le quali è molto importante (oltre che l'adozione di misure di prevenzione e protezione collettiva) prevedere anche DPI adeguati di cui fondamentale è la scelta, la gestione e l'uso corretto.
- La misura di prevenzione migliore risulta la sostituzione dei materiali più pericolosi con materiali non pericolosi o comunque a minore pericolosità: dai risultati ottenuti in quest'indagine, comparati con quelli del passato, non è possibile osservare una netta diminuzione delle esposizioni.

I risultati positivi nella diminuzione delle esposizioni sono da accreditare al diverso Valore Limite delle LM rispetto alle FCR piuttosto che a valori di esposizione effettivamente inferiori, testimoniando una sostanziale stabilizzazione dell'efficacia delle misure collettive di contenimento.