



## SISTEMI A BASSISSIME EMISSIONI DI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI PER LA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESD

---

### **Abstract**

*Una pavimentazione funzionale deve avere proprietà ben precise e durevoli per tutta la sua vita utile, o che possano essere facilmente ristabilite mediante una manutenzione non eccessivamente onerosa.*

*Quanto sopra deve anche valere per le proprietà antistatiche richieste per pavimentazioni installate in EPA. Un pavimento, "conduttivo e/o statico dissipativo", con il quale le persone e gli oggetti mobili sono in contatto, costituirà una efficace Protezione Passiva utilizzata per garantire l'equipotenzialità in buona parte delle postazioni all'interno di EPA (Aree Protette da Scariche elettrostatiche).*

*Ecco le regole ed i punti fondamentali da rispettare per una buona progettazione ed esecuzione, prestando particolare attenzione al tema sempre più sentito dell'ecosostenibilità e della sicurezza negli ambienti di lavoro.*

### **Stato dell'arte**

L'evoluzione, nei settori di alta tecnologia e nell'industria elettronica è diventata così rapida che rende necessaria una continua innovazione dei prodotti e dei sistemi impiegati per la protezione elettrostatica.

Le norme applicabili per la realizzazione di ambienti in cui la presenza di cariche elettrostatiche può rappresentare un pericolo, sono concepite per limitare i danni ESD, sia latenti che immediati.

Ne consegue che queste cariche devono essere gestite in modo opportuno e a tal proposito la pavimentazione viene impiegata per attenuare il rischio di danni potenzialmente introdotti da oggetti e persone.

Il pavimento ESD quindi, in aggiunta alle sue irrinunciabili caratteristiche di resistenza, di durata di, comfort, attitudine alla pulizia, ecc., dovrà avere la capacità di drenare verso terra tutte quelle cariche che su di esso si possono formare o con le quali viene a contatto.



Un pavimento, “conduttivo e/o statico dissipativo”, con il quale le persone e gli oggetti mobili sono in contatto, costituirà una efficace Protezione Passiva utilizzata per garantire l'equipotenzialità in buona parte delle postazioni all'interno di EPA (Aree Protette da Scariche elettrostatiche).

La Protezione Passiva che viene fortemente raccomandata nell'industria elettronica, diviene di primaria importanza anche per tutti quei luoghi dove si producono, manipolano o stazionano sostanze infiammabili o deflagranti.

Aree quale la militare, l'industria di solventi, della carta, del cotone dei prodotti chimici, gas ecc. dove una scarica elettrostatica anche di modesta energia può produrre incendi o deflagrazioni devono allinearsi ad alcuni sistemi di protezione sempre più efficienti messi a punto per le esigenze dell'industria elettronica.

Anche negli ambienti sanitari, sebbene non più prescritto dalla norma CEI 64 -8/7 sez. 710 in quanto non si utilizzano infiammabili come un tempo, la protezione passiva ottenuta con un pavimento ESD conduttivo oppure statico dissipativo è comunque consigliabile, non solo negli ambienti in cui si somministra ossigeno e quindi a rischio d'incendio, ma anche in tutti quei locali, e sono sempre di più, dove sono presenti complesse apparecchiature elettroniche medicali esposte a problemi di compatibilità elettromagnetica, radiofrequenze e anche ESD.

### ***Le garanzie di funzionalità***

Già da alcuni anni (1999) essendo la soglia critica di potenziale ammesso in EPA su personale (HBV – Human Body Voltage) di 100V, la tensione di prova della resistenza verso terra era stata stabilita in c.c. di 100 V, per valori di resistenza stimata tra  $1 \cdot 10^6$  e  $1 \cdot 10^9$  ohm (vedi CEI EN 6340 4-1).

All'interno di queste zone, le pavimentazioni conduttive o statico-dissipative possono essere considerate idonee in quasi tutte le situazioni.

Va ricordato che la massima resistenza di sistema: persona, calzatura, pavimento deve restare entro il valore di  $3.5 \cdot 10^7$  ohm ( $\leq 35$  M $\Omega$ ).

In considerazione della evoluzione tecnologica attestata anche dal recente rapporto emesso dalle più importanti industrie del settore elettronico (White Paper 1 2007 - Industry



Council on ESD Target Level), è evidente che i componenti saranno maggiormente esposti a eventi ESD e pertanto anche la protezione passiva delle EPA dovrà adeguarsi.

I pavimenti che negli ultimi 50 anni hanno meglio assolto questa funzione, appartengono, in larga misura, alla categoria dei pavimenti “resilienti”.

La resistenza elettrica di questi pavimenti, la cui base polimerica, quindi isolante, viene modificata con l’aggiunta, di elementi conduttivi durante la produzione in modo di ottenere una adeguata capacità di dissipazione delle cariche elettriche.

La lunga esperienza maturata negli anni, permette ai produttori di dosare opportunamente gli elementi che, utilizzati con tecniche esecutive specifiche, garantiscono ottime e durevoli prestazioni confermate da un controllo periodico molto accurato .

Per la natura della loro composizione, questi pavimenti possono essere dotati di un particolare comfort, silenziosità, elasticità, basso spessore. ecc., i quali, disponibili solitamente in teli o piastrelle possono essere resi monolitici con saldatura o sigillatura.

Privi di porosità e dotati di buona resistenza all’usura, possono essere posati in sovrapposizione a pavimenti preesistenti con un modesto aumento di quota del piano.

Quando realizzati e mantenuti correttamente, essi garantiscono una conduttività costante.

### ***Requisiti fondamentali:***

Il pavimento idoneo per le zone EPA dovrà quindi possedere le caratteristiche sopracitate le quali dovranno durare per tutta la sua vita.

Il buon esito della installazione dipende dall’impiego di prodotti validi e garantiti, ma anche dalla qualità della posa in opera; pertanto sarà opportuno che già in sede progettuale, vengano stabilite le seguenti condizioni:.

- a) resistenza meccanica e planarità: il supporto del pavimento dovrà avere una resistenza meccanica adeguata a sopportare i carichi a cui il pavimento sarà sottoposto ed essere piano, solido e privo di lesioni.
- b) umidità: il supporto dovrà essere asciutto sia durante la posa che nel tempo. Le solette realizzate direttamente su terreno o su vespaio non sufficientemente



aerato, massetti gettati su strutture recenti o su strati di coibentazione a pori aperti, su porticati aperti o su locali umidi, dovranno tassativamente essere isolati dal loro piano di appoggio con un'efficace e durevole impermeabilizzazione o barriera al vapore. Nel caso in cui l'umidità di risalita non venisse fermata da un adeguato e durevole strato impermeabile, essa potrà produrre problemi di adesione con rotture e bolle sia su pavimenti resilienti che pavimenti in resina. Infatti, se un pavimento cementizio la cui traspirabilità permette la fuoriuscita dell'acqua di risalita sotto forma di vapore venisse trattato con una finitura di porosità più bassa o nulla, si potranno originare pressioni in grado di staccare od interrompere la continuità della finitura così come si verifica con gli intonaci delle pareti sopra menzionate.

Non dobbiamo neppure dimenticare che fino a 50 anni fa, l'umidificazione del pavimento di cemento era il mezzo usato per controllare le cariche elettrostatiche nei pavimenti dei dinamitifici o dove si manipolavano gas o sostanze infiammabili o deflagranti come nelle sale operatorie.

Ovviamente, per pavimenti attuali che non consentono la traspirabilità, sarà necessario fermare l'umidità di risalita prima della loro posa, mediante una efficace e durevole barriera al vapore od impermeabilizzazione. Quanto sopra vale sia per le applicazioni a piano terra ma, in alcuni casi, anche per strutture sospese (solai) all'aperto (su porticati). Queste tecniche sono da applicare anche in presenza di strati di alleggerimento (pomice, argilla espansa o lapillo lavico) che possono cedere successivamente l'umidità contenuta nelle loro porosità.

- c) conduttività corretta e durevole: la conduttività del pavimento, ovvero la sua bassa resistenza elettrica al passaggio delle cariche elettrostatiche verso i nodi equipotenziali, deve essere garantita da adesivi conduttivi caratterizzati dalla minore resistenza ohmica possibile, in collaborazione con opportuni elementi in rame, stabilmente collegati a terra.

Quando un pavimento conduttivo è realizzato con elementi adeguati ai carichi ed al traffico previsto, e posato con adesivi conduttivi validi, di elevate e durevoli prestazioni meccaniche e conduttive (resistenza trasversale  $\leq 1,0 \text{ M}\Omega$ ), può



favorire l'equipotenzialità e la dissipazione di tutte le cariche elettrostatiche presenti o addotte da elementi quali: calzature, ruote, scaffali ecc.

Di seguito alcune foto delle operazioni di posa di una pavimentazione resiliente ESD



fig. 1 Stesura di massetto



fig. 2 Compattazione e finitura



fig. 3 Lisciatura del piano di posa



fig. 4 Superficie pronta alla posa del pavimento



fig. 5 Posa di pavimento resiliente su adesivo conduttivo in ambiente ESD

### **Progettazione ed esecuzione ecosostenibile di pavimentazioni ESD**

Oltre alle suddette regole da rispettare per una buona progettazione ed esecuzione delle pavimentazioni, al giorno d'oggi si presta grande attenzione al tema sempre più sentito dell'ecosostenibilità e della sicurezza negli ambienti di lavoro.

L'eco-sostenibilità in edilizia è un tema di stretta attualità. Purtroppo non sempre dietro a questa inflazionata parola, si trovano fatti concreti.

Per quanto riguarda il settore della posa di pavimentazioni, nello specifico quelle installate in EPA, negli anni 70 sono stati introdotti sul mercato prodotti in dispersione acquosa a basso contenuto di solvente. L'impegno si è quindi concretizzato in programmi di ricerca



per lo sviluppo di prodotti a basse emissioni di sostanze organiche volatili (VOC) privi di solvente per migliorare la qualità dell'aria negli edifici dove sono utilizzati, e quindi il benessere sia degli applicatori che degli utilizzatori finali.

Strettamente legata alla posa dei pavimenti resilienti era la questione del permanere dell'odore, di breve o lunga durata, che accompagna e segue questo tipo di applicazione. Al tempo stesso i consumatori si sono mostrati sempre più attenti alla qualità dell'aria all'interno degli edifici, in particolare, e ad una tipologia di edilizia "sana", in generale. L'industria dei rivestimenti tessili si è mossa in questa direzione creando dei marchi che certificassero i materiali non nocivi e a bassa emissione di sostanze organiche volatili (VOC): è così che è stata fondata, nel dicembre 1990, GuT (Gütegemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V.) o Associazione di Qualità per Pavimenti Tessili Ecologici.

Nel 1993 anche l'industria dei materiali da costruzione ha raccolto la sfida del miglioramento della qualità dell'aria degli interni. Dopo ricerche promosse a livello individuale dai vari produttori, nel 1996 sono stati condotti progetti di ricerca, in collaborazione con GuT e TFI (Teppichforschungsinstitut Aachen – Istituto di Ricerca su Tappeti di Aachen), relativamente all'odore e alle emissioni di VOC rilasciate dai materiali tessili. Il 24 febbraio 1997 i principali produttori di adesivi per la posa dei pavimenti hanno dato vita al GEV (Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe, e.V.), l'Associazione per il Controllo delle Emissioni dei Materiali per la Posa, il cui scopo era, ed è anche oggi, l'elaborazione e la messa in atto di appropriate norme e metodi per il controllo, la classificazione e la marchiatura dei materiali per la posa, relativamente alle emissioni di VOC. In quest'ottica è stato creato il sistema di classificazione EMICODE, un tipo di certificazione misurabile, riscontrabile oggettivamente e documentabile e, di conseguenza, estremamente affidabile.

La comunicazione con le aziende e la definizione e il perseguimento degli obiettivi dell'Associazione hanno comportato un'enorme mole di lavoro in ambito tecnico. È stato necessario elaborare e testare un sistema di valutazione che fosse in grado di individuare la presenza di sostanze organiche volatili, valutandone la quantità. Si sono dovuti stabilire dei limiti rigorosi, il cui rispetto garantisse che non venissero rilasciate in aria sostanze organiche volatili in quantità tali da influire rilevantemente a livello fisiologico.



Se il sistema di certificazione EMICODE ha avuto origine con gli adesivi per rivestimenti tessili per pavimenti, è pur vero che si è velocemente esteso fino a coinvolgere altre categorie di prodotti. Perciò oggi numerosi adesivi per parquet, primer, livellanti e lisciature sono certificati "EMICODE EC1" ed "EMICODE EC1 Plus" (a bassissima emissione di sostanze organiche volatili). Una conseguenza di questo processo è la modifica del nome del GEV che è divenuto "Gemeinschaft emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e.V." o Associazione per il Controllo delle Emissioni dei Materiali per la Posa, Adesivi e Prodotti per Edilizia.

Per gli architetti e i direttori dei cantieri EMICODE è un prezioso aiuto quando devono orientarsi all'interno dell'ampia offerta di prodotti per edilizia a disposizione. Questo sistema di certificazione rende infatti possibile la realizzazione dell'intero pavimento mantenendo un bassissimo livello di emissioni di VOC; è quindi possibile disporre di sistemi di posa "ECO-Sostenibili", composti da malte premiscelate per il confezionamento di massetti a presa normale ed asciugamento rapido, primer promotori di adesione, consolidanti ed impermeabilizzanti, rasature tissotropiche ed autolivellanti, adesivi per la posa di piastrelle ceramiche, materiale lapideo, parquet, resilianti e tessili.

L'EMICODE indica, appunto, il livello di emissioni e, dunque, si propone in primo luogo di garantire la protezione dell'utilizzatore finale.

Una ulteriore certificazione dei prodotti per pavimentazioni è il Blaue Engel: anche questo marchio garantisce sia ai posatori che agli utilizzatori finali una buona qualità dell'aria.

GEV e Blaue Engel sono classificazioni entrambe molto severe, che valutano le possibili emissioni di sostanze organiche volatili dai prodotti per l'edilizia sia a breve (3 giorni) che a lungo termine (28 giorni) dall'applicazione del prodotto in apposite camere ambientali. Entrambe le certificazioni considerano i prodotti basso emissivi in base al loro Total VOC (somma di tutti i composti organici volatili emessi dopo un certo tempo dalla posa del prodotto) e all'assenza di emissioni di composti cancerogeni, quali ad esempio benzene, acetaldeide, formaldeide, diossano,...

Nel seguito vengono riportati i limiti massimi di emissioni consentiti per prodotti certificati EC1, EC1 Plus e Blaue Engel.





	<i>Critério</i>	<i>GEV Emicode EC1<sup>PLUS</sup></i>	<i>GEV Emicode EC1</i>	<i>Blaue Engel</i>
Emissioni residue dopo 3 giorni	TVOC µg/m <sup>3</sup>	750	1000	1000
	Somma dei componenti carcinogeni µg/m <sup>3</sup>	10	10	10
	Formaldeide µg/m <sup>3</sup>	50	50	-
	Acetaldeide µg/m <sup>3</sup>	50	50	-
Emissioni residue dopo 28 giorni	TVOC µg/m <sup>3</sup>	60	100	100
	TSVOC µg/m <sup>3</sup>	40	50	50
	R	1	-	1
	VOC senza LCI	40	-	40



Esistono infine a livello internazionale numerosi altri label che garantiscono l'eco sostenibilità per rispondere alle diverse esigenze dei mercati locali (ad esempio certificazione M1 per Finlandia).

Di seguito alcune foto che illustrano la metodologia con cui vengono analizzati i materiali per l'edilizia al fine di valutarne le emissioni di VOC



Fig. 6 Camere ambientali all'interno delle quali adesivi, autolivellanti, primers e in generale materiali per l'edilizia vengono analizzati per valutare le emissioni di VOC nell'aria (GEV testing method) al fine del conseguimento della certificazione EMICODE.

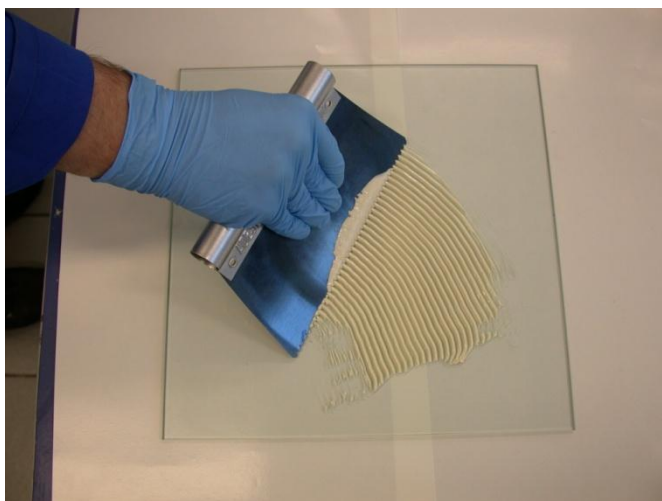


Fig. 7 Il campione è miscelato, pesato ed applicato su una lastra non adsorbente di vetro.

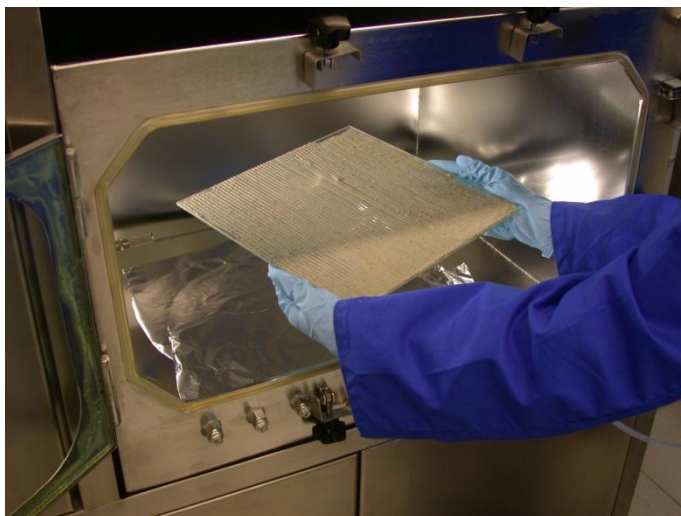


Fig. 8 Il provino viene trasferito nella camera ambientale subito dopo la preparazione.

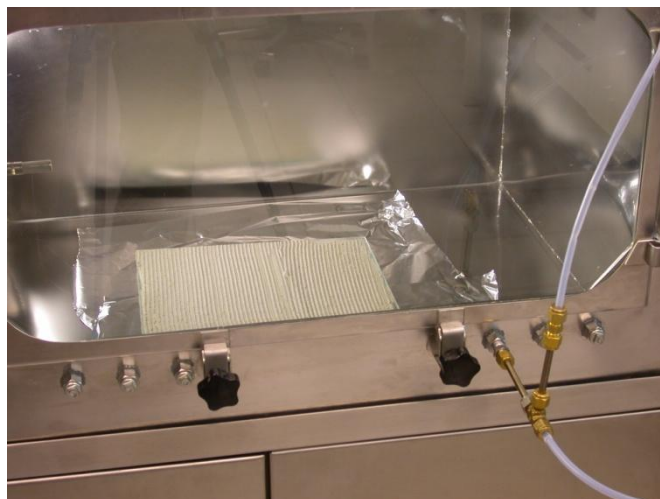


Fig. 9 A tempi predefiniti viene prelevata l'aria della camera utilizzando una pompa, collegando una cartuccia adsorbente capace di trattenere tutti i composti volatili presenti nell'aria della camera.

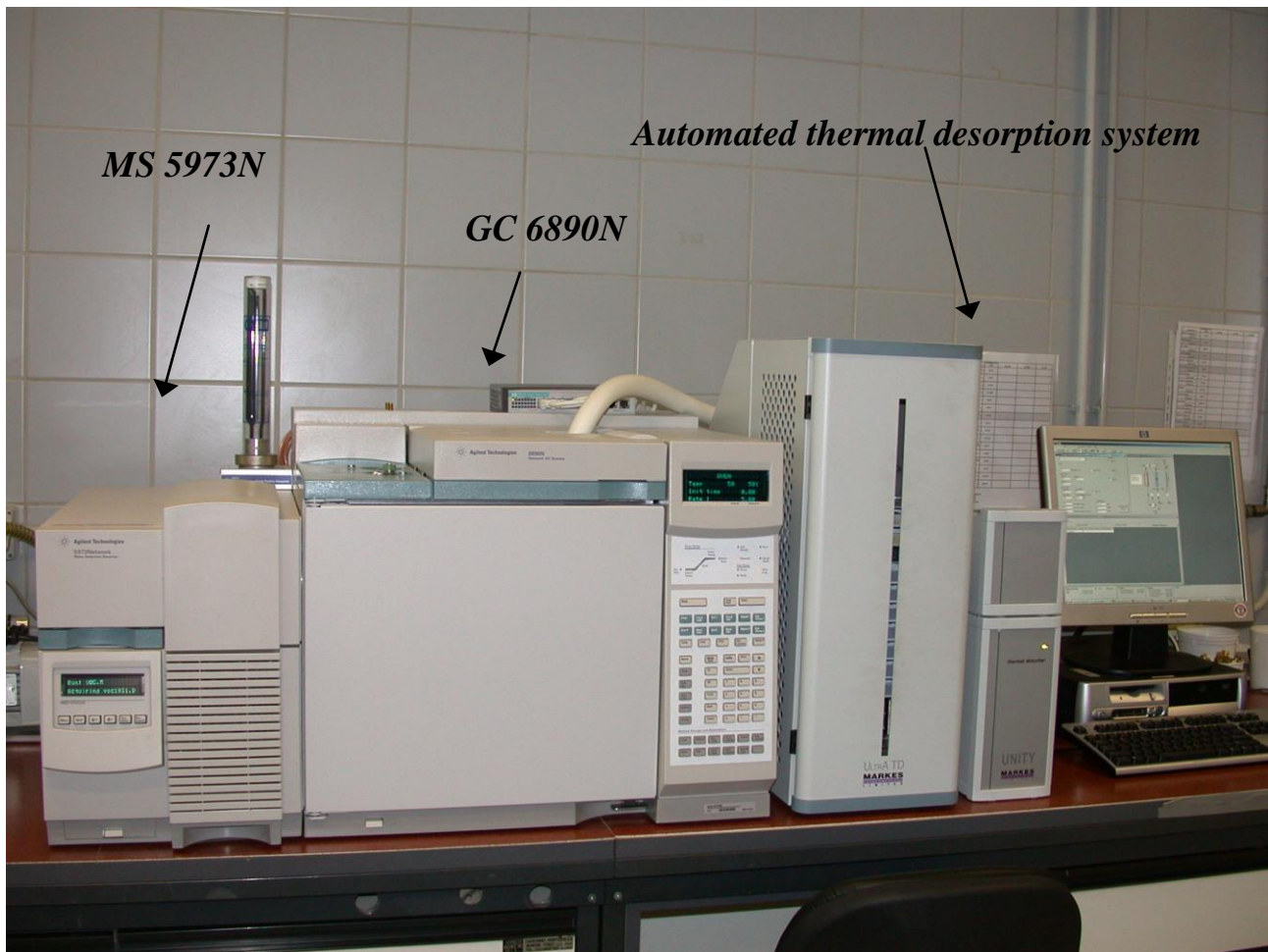


Fig. 10 Le cartucce vengono infine sviluppate tramite un desorbitore termico; i composti organici volatili sono separati tramite gas-cromatografia, identificati con un detector di massa e quantificati con detector a ionizzazione di fiamma.