



Qualificazione del sistema persona / scarpa / pavimento nella protezione ESD.

Introduzione

Il sistema scarpa - pavimento, rappresenta nella maggioranza dei casi il principale mezzo di protezione elettrostatica.

Nella pratica succede spesso che il tipo di calzatura ESD sia definito a priori, oppure successivamente alla scelta del pavimento, senza che sia valutata l'efficace combinazione dei due.

Per offrire un'informazione più completa al cliente, Forbo-Giubiasco ha raccolto diversi modelli di scarpe ESD verificandole secondo le normative di riferimento in combinazione con le proprie pavimentazioni cercando di identificare le caratteristiche principali che differenziano ciascun modello.

Saranno mostrate sinteticamente le misure svolte presso i nostri laboratori di ricerca e le conclusioni a cui siamo pervenuti.

Introduzione

È noto che all'interno di un'EPA, i movimenti del personale e delle apparecchiature provocano la formazione di cariche ESD. Per evitare che queste si accumulino determinando delle differenze di potenziale rischiose per i componenti elettronici, devono essere utilizzati dei presidi che assicurino la messa a terra nelle postazioni fisse. Per garantire la messa a terra durante gli spostamenti è necessario che sistemi passivi presenti siano opportunamente installati ed utilizzati.

Sistemi passivi

Nelle postazioni di lavoro dove il personale e le attrezzature non possono rimanere ferme, la messa a terra è assicurata da calzature e pavimenti conduttivi. L'accoppiamento e la compatibilità di questi presidi è fondamentale e dovrebbe essere sempre verificato ex ante.

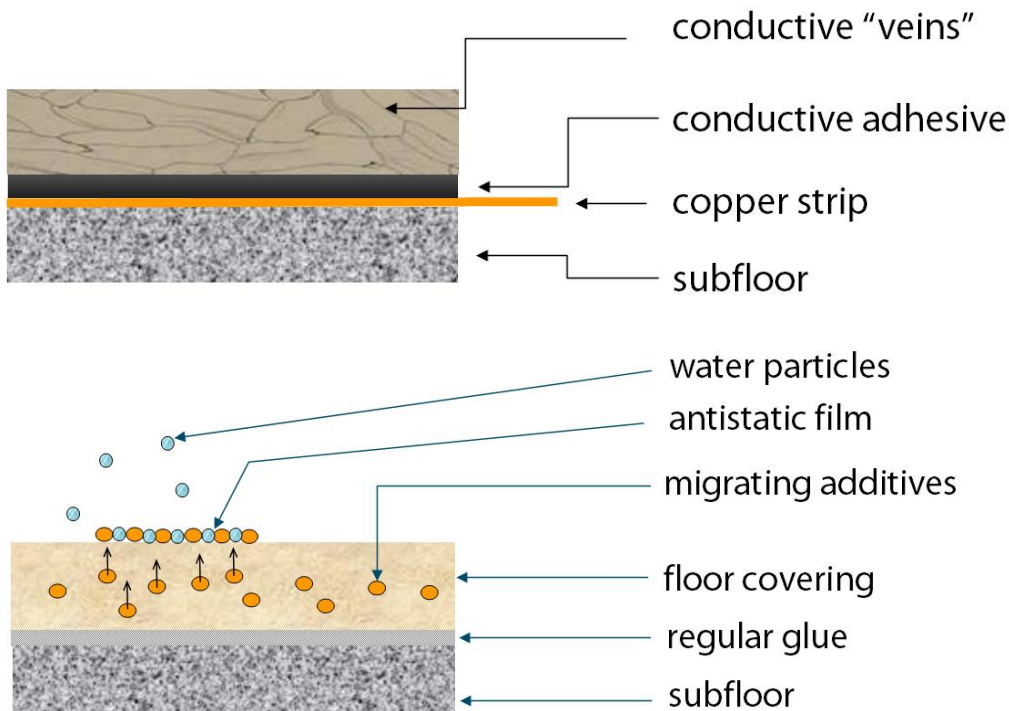
Il sistema persona – calzatura – pavimento può essere semplicemente descritto come una serie di resistenze, dove ogni singolo elemento riveste una funzione essenziale nella definizione della resistenza complessiva.

La scarpa deve assicurare il trasporto delle cariche tra persona ed pavimento: è facilmente intuibile che, oltre la scarpa stessa, siano soprattutto le interfacce di contatto (suola esterna - pavimento e suola interna - piede) a rappresentare la principale criticità dell'accoppiamento.

Se nell'interfaccia piede-scarpa l'efficacia del contatto è assicurata dal microclima naturalmente umido che si forma, il trasporto delle cariche dalla suola interna a quella esterna e poi sul pavimento fino a terra, è invece più complesso perché le cariche devono attraversare uno spessore di materiale generalmente isolante.



Il materiale isolante può essere reso permeabile alle cariche elettriche attraverso degli additivi antistatici oppure l'inserimento di particelle / fibre conduttive: si tratta delle stesse tecnologie applicate ai pavimenti conduttivi.



La nostra azienda, quando richiesto dalla situazione, è disponibile a testare la combinazione calzatura del cliente / pavimento per valutare il migliore accoppiamento ed eventualmente suggerire delle possibili alternative. Quello che è presentato nelle pagine successive è il risultato di diversi test svolti per i nostri clienti utilizzando le stesse calzature che normalmente usano nelle loro EPA.

Normativa di riferimento

La normativa cui fare riferimento è quella che segue:

- IEC 61340-5-1 Protection of electronic devices from electrostatic phenomena - General requirements;
- IEC 61340-4-5 Standard test methods for specific applications – Methods for characterizing the electrostatic protection of footwear and flooring in combination with a person;
- IEC 61340-4-1 Standard test methods for specific applications – Electrical resistance of floor coverings and installed floors;
- IEC 61340-4-3 Standard test methods for specific applications – Footwear;

Nelle figure che seguono sono visualizzati i principali metodi di misura illustrati in dettaglio dalle norme.



<p>Figure 1a - Laboratory set-up</p>	<p>Key 1. Stainless steel plate (counter electrode) 2. Bag filled with metal shot 3. Aluminum foil (conductive electrode) 4. Resistance measuring system 5. Insulator</p> <p>Figure 1 - Form-fitting weight and measuring set-up (schematic)</p>	<p>Masses table 2.5 kg ± 0.25 kg ou 5.0 ± 0.25 kg</p>
<p>Misura della resistenza sistema: persona-calzatura pavimento</p>	<p>Misura della resistenza della calzatura</p>	<p>Elettrodi per misura della resistenza PTP / PTG</p>
<p>Sample Specimen</p>	<p>Sample Specimen</p>	<p>Electrical Connection for Flooring/ Footwear System Walking Test</p> <p>Use a 91 x 91 cm (36 x 36 inch) or larger Flooring Sample</p> <p>Graphical Recording Device</p> <p>Charged Plate Monitor</p> <p>Material Under Test</p> <p>Gap 1 cm (0.5 inches)</p>
<p>Misura della resistenza PTP</p>	<p>Misura della resistenza PTG</p>	<p>Metodo per la misura del BVG</p>

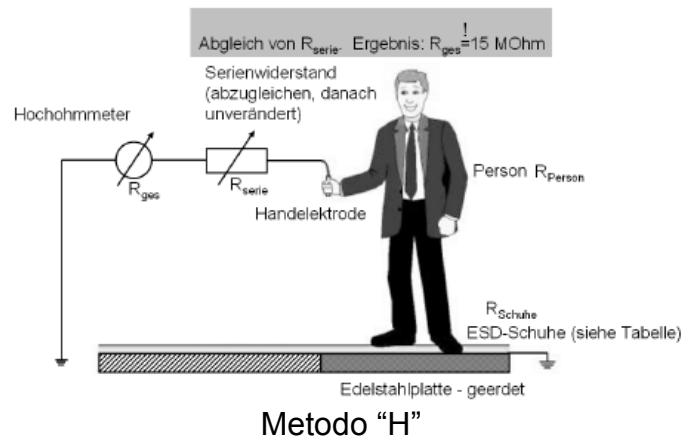
In estrema sintesi (IEC 61340-5-1) perché sia minimizzata la formazione di eventi ESD, è importante che:

- Resistenza di sistema persona – scarpa – pavimento verso terra sia minore di 3.5×10^7 Ohm

Oppure, per la nota relazione tra body voltage generation (BVG) e resistenza di sistema:

- Resistenza del pavimento verso terra minore di 10^9 Ohm
- Body voltage generation minore di 100 V

A queste norme è affiancato una procedura, di seguito identificata come “metodo H”, utilizzata da uno dei nostri principali clienti che permette di eliminare una parte delle incertezze nella misura del sistema persona – scarpa – pavimento: esso consiste nel fissare sempre a 15 Megaohm la resistenza del sistema persona-scarpa misurata sull’elettrodo di ferro applicando al sistema una resistenza variabile, poi, senza modificare la configurazione, si procede alla misura della resistenza del sistema sul pavimento. Il metodo “H” equalizza nei 15 Megaohm tutte le incertezze create dall’accoppiamento scarpa-persona.



Test svolti

Con lo scopo di caratterizzare sia i singoli componenti, sia l'accoppiamento scarpa-pavimento, sono stati svolti i seguenti test:

- Resistenza del pavimento point to point e point to ground
- Resistenza della scarpa
- Resistenza del sistema persona-scarpa su elettrodo di ferro
- Resistenza del sistema persona – scarpa – pavimento
- Resistenza del sistema secondo metodo H
- BVG

Le misure sono state svolte in ambienti a temperatura ($23 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) e soprattutto umidità controllata ($12 \pm 3 \%$ e $50 \pm 5 \%$): vedremo che nell'interpretazione dei risultati l'umidità svolge un ruolo importante.



Risultati

Misure al 12% HR

1a) Pavimento

Misura della resistenza elettrica a 23°C e 12% umidità relativa secondo IEC 61340-4-1.

R Point-To-Ground 100 V [Ω]					R Point-To-Ground 10 V [Ω]				
6.1E4	6.2E4	6.5E4	6.0E4	6.5E4	1.3E5	1.5E5	1.3E5	1.3E5	1.6E5
R Point-To-Point 100 V [Ω]					R Point-To-Point 10 V [Ω]				
1.3E5	1.5E5	1.2E5	1.1E5	1.2E5	1.8E5	1.9E5	2.0E5	1.8E5	2.0E5

2a) Scarpe e sistema persona-scarpa-pavimento

Misura della resistenza elettrica a 23°C e 12% di umidità relativa.

	R_{Scarpa} [M Ω]	R_{Scarpa} [M Ω]	$R_{Persona} + R_{Scarpa} + R_{pavim.}$ [M Ω]	R_H [M Ω]	BVG (V)
Norma / Scarpe	IEC 61340-4-3	IEC 61340-4-5	IEC 61340-4-5	H*	IEC 61340- 4-5
S1	38.5	7.1	20.9	25.8	24
S2	32.6	13.2	29.6	30.6	38
S3	24.7	5.5	15.6	25.3	19
S4	26.1	6.2	12.5	28.1	18
S5	25.4	4.4	11.7	19.4	20
S6	53.2	70	160	-	115
S7	10.1	13.2	17.1	17.2	21
S8	67.7	38.2	142	-	41



Misure al 50% HR

1b) Pavimento

Misura della resistenza elettrica a 23°C e 50% umidità relativa secondo IEC 61340-4-1.

R Point-To-Ground 100 V [Ω]					R Point-To-Ground 10 V [Ω]				
5.3E	5.2E	5.1E	5.7E	5.0E	6.8E	6.5E	6.1E	6.3E	6.0E
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R Point-To-Point 100 V [Ω]					R Point-To-Point 10 V [Ω]				
6.8E	7.2E	7.4E	6.6E	6.3E	2.4E	2.6E	2.7E	2.1E	2.3E
4	4	4	4	4	5	5	5	5	5

2b) Scarpe e sistema persona-scarpa-pavimento

Misura della resistenza elettrica a 23°C e 50% di umidità relativa.

	R_{Scarpa} [M Ω]	R_{Scarpa} [M Ω]	$R_{Persona} + R_{Scarpa} + R_{pavim.}$ [M Ω]	R_H [M Ω]	BVG (V)
Norma	IEC 61340-4-3	IEC 61340-4-5	IEC 61340-4-5	H*	IEC 61340- 4-5
/ Scarpe					
S1	10	7.6	12.5	20.1	2
S2	12	9.6	19.8	25.1	9
S3	12	1.8	4.5	19.6	2
S4	13	3.1	13.3	18.1	5
S5	13	1.0	2.2	17.3	2
S6	19	10.3	25.4	30.2	30
S7	5	1.1	1.5	16.3	5
S8	18	16	31	-	18

Considerazioni





- Il comportamento di ciascuna scarpa presa in esame in combinazione con il nostro pavimento è coerente con la misura svolta sulla piastra di ferro: scarpe trovate molto conduttive sulla piastra di ferro, lo sono anche sul pavimento conduttivo e viceversa.
- Le scarpe trovate fuori specifica misurando la resistenza di sistema si confermano problematiche anche nella misura di BVG.



- Le misure svolte a bassa umidità amplificano le differenze tra le scarpe ed identificano le più critiche. Viceversa le misure svolte al 50% HR appiattiscono le performances delle scarpe portandole tutte su valori accettabili.
- Il metodo "H" non fornisce maggiori informazioni rispetto alle misure ottenute con le normative tradizionali

Le scarpe che si sono comportate "peggio" alla luce di queste prove sono quelle, visibilmente, più usate e più vecchie come modello: potrebbero essere state scorrettamente mantenute oppure essere state usate per un tempo eccessivamente prolungato che ha reso inefficiente il sistema di trasporto delle cariche questo è particolarmente rilevante nel caso siano usati nelle soles degli additivi antistatici che nel tempo perdono di efficacia.

Alcune tra le soles prese in esame

	
<p>S7: Morbida, media superficie di contatto</p>	<p>S8: Dura, alta superficie di contatto</p>
	
<p>S1: Morbida, alta superficie di contatto</p>	<p>S2: Morbida, media superficie di contatto</p>

In generale, scarpe che presentano una suola morbida e con alta superficie di contatto hanno una maggiore possibilità di scambiare le cariche con la pavimentazione e danno maggiore garanzia di soddisfare le specifiche di sistema.

Scarpe che utilizzano carbone o fili metallici nella mescola della suola hanno maggiori probabilità di mantenere nel tempo le proprietà conduttive rispetto a quelle che utilizzano additivi antistatici.



In definitiva, con questo test comparativo non si è misurata ciascuna marca di scarpe con lo scopo di promuovere un tipo o bocciare l'altro: utilizzando scarpe "vere", cioè realmente usate dai nostri principali clienti, abbiamo potuto vedere che basta poco, per mettere a rischio l'intero sistema di assicurazione contro gli eventi ESD.

Conclusioni

Si è visto che i pavimenti conduttivi in combinazione con le scarpe rivestono un'importanza fondamentale quando la messa a terra del personale e delle attrezzature non può essere assicurata con sistemi attivi per evitare l'intralcio agli operatori durante lo svolgimento delle attività in un'EPA.

Si è assunto nelle prove di laboratorio, ma questo non deve essere sottovalutato nella "realtà", che la posa sia stata eseguita a regola d'arte e che colle e materiali per la preparazione del sottofondo siano stati scelti tra quelli raccomandati.

Come in tutte le situazioni in cui le variabili sono multiple e non tutte controllabili, l'osservanza della normativa può aiutare a fare le scelte giuste, la raccomandazione finale è comunque quella di affidarsi per tempo a personale esperto al fine di evitare brutte sorprese.

Riferimenti Bibliografici:

[1] Nicola A. Jeker – XI congresso nazionale ESD; 2009

[2] ANSI ESD S7.1 Floor materials – characterization of materials – ESD association

[3] ANSI ESD STM97.2 Floor Materials and Footwear - Voltage Measurement in Combination with a Person.