



DUPONT PERSONAL PROTECTION

BOLLETTINO TECNICO RISCHI NUCLEARI



PROTEZIONE DA PERICOLI ASSOCIATI A PARTICELLE O LIQUIDI CONTAMINATI RADIOATTIVI

La protezione dai pericoli nucleari si può suddividere in due aree principali: protezione contro i rischi legati alle radiazioni ionizzanti e protezione contro i rischi associati a particelle o liquidi radioattivi.

I materiali utilizzati negli indumenti protettivi monouso non forniscono una barriera contro le **radiazioni ionizzanti** (raggi gamma, raggi X, particelle alfa o beta radioattive). Il protocollo standard utilizzato per ridurre l'esposizione alle radiazioni prevede tempo, distanza e schermatura. Per gli indumenti, una schermatura limitata può essere fornita da indumenti speciali che contengono materiali a base di piombo. DuPont non offre indumenti speciali che forniscono protezione dai pericoli derivanti dalle **radiazioni ionizzanti**.

Per quanto riguarda i pericoli associati a particelle o liquidi **contaminati radioattivi**, gli indumenti idonei, anziché bloccare la radiazione stessa, sono progettati per ridurre al minimo la penetrazione di materiali radioattivi, limitando così il più possibile il contatto con gli indumenti sottostanti e la pelle. Questi indumenti sono progettati per essere indossati in un'area potenzialmente contaminata, pertanto devono essere rimossi e smaltiti immediatamente affinché l'esposizione a lungo termine al materiale radioattivo contaminato sia ridotta al minimo una volta lasciata l'area potenzialmente radioattiva e si eviti di contaminare altre aree.

EN 1073-1 e EN 1073-2

Gli indumenti per sostanze chimiche sono pensati per essere monouso in modo tale da ridurre al minimo la contaminazione incrociata con particelle radioattive.

DuPont offre indumenti appositamente progettati per fornire protezione da particelle e liquidi radioattivi. È necessario specificare i tipi di materiali, le configurazioni delle cuciture e i modelli degli indumenti in funzione del pericolo.

In generale, maggiore è la copertura del corpo meglio è:

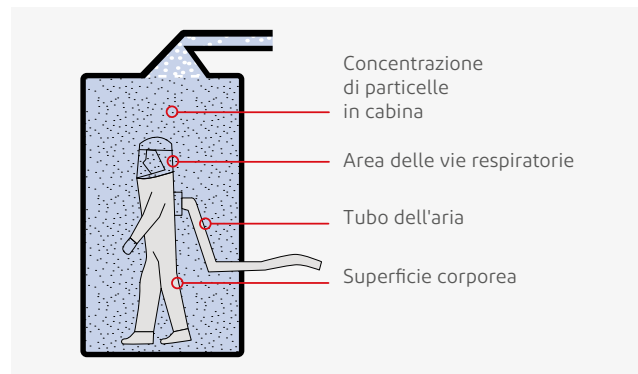
Le tute protettive con cappuccio (con calzini attaccati) o le tute completamente chiuse contribuiscono a proteggere tutto il corpo dai particolati radioattivi.

Gli indumenti DuPont™ Tyvek® 500 Xpert, Tyvek® 600 Plus, Tyvek® 800 J, Tychem® 2000 C standard, nonché gli indumenti Tychem® 6000 F standard e Tychem® 6000 AL vengono testati in conformità alla norma **EN 1073-1 or EN 1073-2** come indumenti protettivi contro la contaminazione radioattiva. La norma EN 1073-1 è progettata per gli indumenti protettivi con ventilazione con linea di aria compressa, che proteggono il corpo e le vie respiratorie, e la norma EN 1073-2 per gli indumenti di protezione senza ventilazione rispetto alla contaminazione radioattiva da particolato.

EN 1073-1: Requisiti e metodi di test per indumenti protettivi con ventilazione con linea di aria compressa, che proteggono il corpo e le vie respiratorie

I test vengono eseguiti all'interno di una cabina contenente particelle di sale molto fini in cui un operatore che indossa un indumento protettivo ventilato esegue una serie di movimenti. Le particelle misurate all'interno della tuta (sia nell'area delle vie respiratorie che sulla superficie corporea) vengono confrontate con la concentrazione di particelle all'interno della cabina (all'esterno della tuta) per valutare il fattore di protezione nominale (NPF).

Figura 1: Cabina di prova



Fattore di protezione nominale secondo EN 1073-1:

Calcolare la percentuale di Perdita di tenuta interna totale (T.I.L., total inward leakage) per ciascun esercizio come segue:

$$T.I.L. = \frac{C_1}{C_2} \times 100(\%)$$

dove

C_1 = concentrazione media nel punto di campionamento per ogni esercizio;

C_2 = concentrazione in cabina.

I risultati delle prove devono essere riportati secondo le seguenti tabelle:

Tabella 1 – Risultati del test TIL per l'area delle vie respiratorie

Area delle vie respiratorie	Prova oggetto 1	Prova oggetto 1	Prova oggetto 2	Prova oggetto 2
	j=campione 2 1	j=campione 2 2	j=campione 3 3	j=campione 4 4
i = 1 Restare in piedi	TIL _R (1,1)	TIL _R (1,2)	TIL _R (1,3)	TIL _R (1,4)
i = 2 Camminare a 5 km/h	TIL _R (2,1)	TIL _R (2,2)	TIL _R (2,3)	TIL _R (2,4)
i = 3 Muovere le braccia	TIL _R (3,1)	TIL _R (3,2)	TIL _R (3,3)	TIL _R (3,4)
i = 4 Accovacciarsi	TIL _R (4,1)	TIL _R (4,2)	TIL _R (4,3)	TIL _R (4,4)
Valori medi per tutte le attività	M _R (1)	M _R (2)	M _R (3)	M _R (4)

TIL_R: Perdita di tenuta interna totale nell'area delle vie respiratorie.

M_R: Valori medi per tutte le attività dell'area delle vie respiratorie.

Tabella 2 – Risultati della prova TIL per il corpo

Corpo	Prova oggetto 1	Prova oggetto 1	Prova oggetto 2	Prova oggetto 2
	j=campione 2 1	j=campione 2 2	j=campione 3 3	j=campione 4 4
i = 1 Restare in piedi	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
i = 2 Camminare a 5 km/h	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
i = 3 Muovere le braccia	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
i = 4 Accovacciarsi	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
Valori medi per tutte le attività	M _B (1)	M _B (2)	M _B (3)	M _B (4)

TIL_B: Perdita di tenuta interna totale nel corpo a esclusione dell'area delle vie respiratorie.

M_B: Valori medi per tutte le attività nel corpo a esclusione dell'area delle vie respiratorie.

I risultati della prova di tenuta verso l'interno (TIL_R, TIL_B, M_R, M_B) per gli indumenti protettivi con ventilazione devono essere classificati in base alla tabella 2. Per la tuta completa, la classe più bassa ottenuta definisce il risultato finale della prova e il corrispondente fattore di protezione nominale. Questa classificazione deve essere almeno di classe 1.

Tabella 3 - Perdita - Classificazione (EN 1073-1)

	Massimi valori per un'attività (%)	Massimi valori per tutte le attività (%)	Minimo fattore nominale di protezione
Dati che devono	TIL _R TIL _B	M _R M _B	Fattore di protezione*
Classe 5	0,004	0,002	50 000
Classe 4	0,01	0,005	20 000
Classe 3	0,02	0,01	10 000
Classe 2	0,04	0,02	5 000
Classe 1	0,10	0,05	2 000

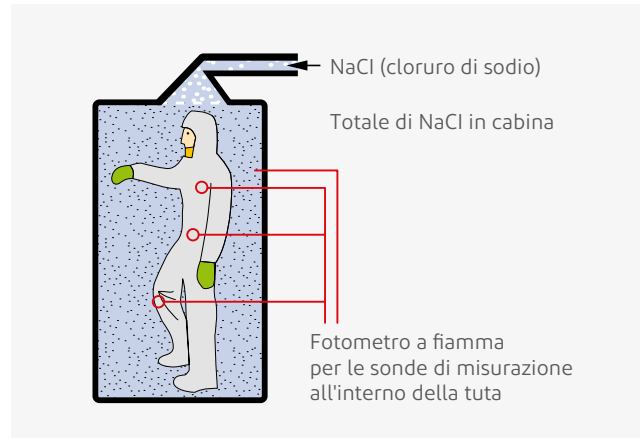
NOTA: Il fattore di protezione nominale (NPF) è il reciproco della dispersione verso l'interno ottenuta durante tutte le attività (M_R o M_B). Il suo calcolo è quindi dato dalla seguente relazione: NPF=100: M_R/M_B quando M_R/M_B è il valore massimo da M_R o M_B espresso in %.

EN 1073-2: requisiti e metodi di prova per indumenti protettivi senza ventilazione rispetto alla contaminazione radioattiva da particolato

La norma EN 1073-2 è stata sviluppata pensando all'industria nucleare, ma non si applica alla protezione dalle radiazioni ionizzanti. La stessa norma 1073-2 è molto simile a quella per gli indumenti di protezione dagli agenti chimici di tipo 5 (EN ISO 13982-1).

Per quanto riguarda i livelli di protezione dalle particelle della tuta intera, entrambi gli standard fanno riferimento al protocollo di test "Indumenti protettivi per l'uso contro le particelle solide - metodo di prova per la determinazione della perdita di tenuta interna di aerosol di particelle fini nelle tute" (EN ISO 13982-2). Sostanzialmente, questo test determina l'efficienza della barriera delle tute esposte a particelle di cloruro di sodio con una granulometria definita. I risultati vengono quindi utilizzati per determinare sia una **classificazione delle prestazioni** sia un "**fattore di protezione nominale**", analogo agli standard respiratori.

Figura 2: Test per la determinazione della perdita di tenuta interna



Nel caso della norma EN 1073-2, quando gli indumenti vengono testati secondo la EN 13982-2, si usano sei tute. I risultati della perdita di tenuta interna totale (TIL) sono riportati, come il rapporto (in %) fra la concentrazione di particelle di prova all'interno della tuta e la camera di test:

$$\text{Perdita di tenuta interna totale (TIL)} = \frac{\text{Concentrazione delle particelle di test (all'interno della tuta)}}{\text{Concentrazione delle particelle di test nella camera}}$$

Fattore di protezione nominale e classe di prestazione (EN 1073-2/EN 13982-2)

Esistono tre tipi di classi di prestazioni per descrivere il livello di protezione dalle particelle della tuta:

Classe 1 = barriera più bassa rispetto alle particelle
Classe 3 = barriera massima rispetto alle particelle

$$\text{Fattore di protezione nominale} = \frac{100}{\text{Perdita di tenuta interna media totale}}$$

Più semplicemente, una tuta che offre la **massima protezione** alle particelle fini avrà un'**infiltrazione delle particelle BASSA** e, pertanto, un **fattore di protezione nominale ALTO**.

Una tuta che offre un basso fattore di protezione nominale, ad esempio "5", indica che la perdita media di tenuta interna è del 20%.

Per determinare la classificazione delle prestazioni, si calcola il valore medio totale della perdita interna per attività (in piedi, camminare e accovacciarsi) (TILE). Questo valore e il fattore di protezione nominale sono entrambi considerati per determinare la classe di prestazione attribuita alla tuta. **Vedi la tabella 4.**

Tabella 4 - Perdita - Classificazione (EN 1073-2)

Classe	Valore medio della perdita di tenuta interna nelle tre posizioni di campionamento all'interno della tuta durante l'esercizio		Fattore di protezione nominale*
	Un'attività % (TILE)	Tutte le attività % (TILA)	
3	0,3	0,2	500
2	3	2	50
1	30	20	5

* Fattore di protezione nominale = 100/ TILA.

Una classe di prestazione di 3, ovvero la classe di prestazione "più alta", può essere intesa come: il valore più alto per la perdita di tenuta interna misurata per ciascuna delle tre attività (TILE) è inferiore allo 0,3% e anche la perdita media totale complessiva verso l'interno (TILA) è inferiore allo 0,2 %.

Contaminazione da particelle radioattive in ambiente asciutto

Per i rischi legati alle particelle radioattive asciutte, consigliamo di prendere in considerazione le tute **DuPont™ Tyvek® con cappuccio**. Inoltre, la necessità o meno di cuciture ricoperte con nastro adesivo è dettata dall'intensità dell'esposizione prevista. Gli indumenti con cuciture ricoperte con nastro adesivo offrono una protezione complessiva più elevata contro le particelle rispetto agli indumenti con cuciture rinforzate e idealmente sono da preferire.

Ambienti misti asciutti e umidi, contaminazione da particelle e liquidi radioattivi

In caso di liquidi contaminati dalle radiazioni, le tute con cappuccio Tychem® 2000 C e 6000 F forniscono agli utenti protezione dai rischi legati agli agenti chimici, ma non dalle radiazioni ionizzanti.

Puoi selezionare il materiale che offre l'adeguata barriera agli agenti chimici basandoti sui dati relativi alla permeazione chimica. Per accedere ai dati relativi alla permeazione per i materiali di DuPont puoi consultare **DuPont™ SafeSPEC™** o **contattarci**.

La tabella seguente mostra le prestazioni di alcuni dei diversi indumenti DuPont in termini di fattore di protezione nominale e la classe di prestazione corrispondente (secondo 1073-2 o EN 1073-2). Di seguito trovi le soluzioni preferite e adeguate in caso di contaminazione mista da particolato e da liquidi. Tuttavia, a seconda della valutazione del rischio dell'applicazione, potresti dover prendere in considerazione soluzioni differenti. **Contattaci** per il supporto tecnico nella selezione degli indumenti appropriati.

DuPont nome dell'indumento	Descrizione materiale	Tipo di cucitura	Tipi di certificazione	NPF*	Classe	Pericoli nucleari - Descrizioni ed esempi			
						Radioattivo particelle	Contaminazione mista in ambienti asciutti e umidi		
							Radioattivo particelle, liquido nebbie e aerosol	Particelle radioattive e spruzzo liquido con agenti chimici inorganici concentrati**	Particelle radioattive e spruzzo liquido pesante con un'ampia gamma di agenti chimici inorganici**
Tychem® 6000 AL (diverse opzioni di modelli disponibili)	Tychem® 6000	Rinforzata e nastrata	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50000	5/5	○	○	○	●
Tychem® 6000 F & 4000 S (diverse opzioni di modelli disponibili)	Tychem® 6000 & 4000	Rinforzata e nastrata	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	○	○	●
Tychem® 2000 C (diverse opzioni di modello disponibili)	Tychem® 2000	Rinforzata e nastrata	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	●	●	●
Tyvek® 800 J	Tyvek® 800	Rinforzata e nastrata	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
Tyvek® 600 Plus (con calzini integrati)	Tyvek® 600	Rinforzata e nastrata	4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
Tyvek® 500 Xpert	Tyvek® 500	Rinforzata	5-B & 6-B	50	2/3	○	○	●	●
Tyvek® 400 Dual TG	Tyvek® - anteriore SMS - posteriore	Rinforzata	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
Tyvek® 400 Dual	Tyvek® - anteriore SMS - posteriore	Rinforzata	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
ProShield® 60	Film microporoso	Rinforzata	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
ProShield® 20 & 20 SFR	SMS	Rinforzata	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●

Avvertenza: gli indumenti non costituiscono una barriera dalle radiazioni ionizzanti

*NPF=fattore di protezione nominale ** Verificare i dati di permeazione chimica.

*** Poiché il test di tipo 5 (EN ISO 13982-2) viene eseguito con particelle di cloruro di sodio misurate all'interno delle tute, i risultati della perdita verso l'interno per i materiali non traspiranti (come Tychem®) sono generalmente superiori a quelli per i materiali traspiranti (come Tyvek®).

● Non consigliato ○ Adeguato ● Preferito
○ Potenzialmente sovraspecificato

Inoltre, è necessario utilizzare altri DPI appropriati (respiratori, occhiali, guanti e calzature, ecc.) identificati durante la valutazione dei rischi insieme a qualsiasi indumento prescelto.

Le procedure per indossare, togliere e smaltire gli indumenti contaminati radioattivi devono essere effettuate solo da personale adeguatamente formato.

NOTA: I prodotti che utilizzano il materiale SMS o substrati in pellicola microporosa (ad esempio DuPont™ ProShield® 20 [SMS] e DuPont™ ProShield® 60 [pellicola microporosa]) sono appropriati per la protezione dalle particelle, tuttavia è necessario prestare particolare attenzione all'utilizzo di prodotti che utilizzano SMS o substrati in pellicola microporosa nel caso di attività di risposta ai disastri perché:

1. I materiali in pellicola microporosa possono essere facilmente soggetti ad abrasioni e lo strato della barriera può prontamente usarsi.
2. I materiali SMS tendono ad avere strutture abbastanza aperte, offrendo basse prestazioni di tenuta delle particelle asciutte alle particelle fini.



DuPont Personal Protection

DuPont de Nemours (Luxembourg) S.à r.l.
Contern - L-2984 Luxembourg

Assistenza clienti

mycustomerservice.emea@dupont.com

Risorse aggiuntive

[Caso práctico](#) con l'Autorità per l'energia atomica del Regno Unito (UKAEA)

Pagina web sulla protezione per il settore nucleare di [DuPont Personal Protection](#)

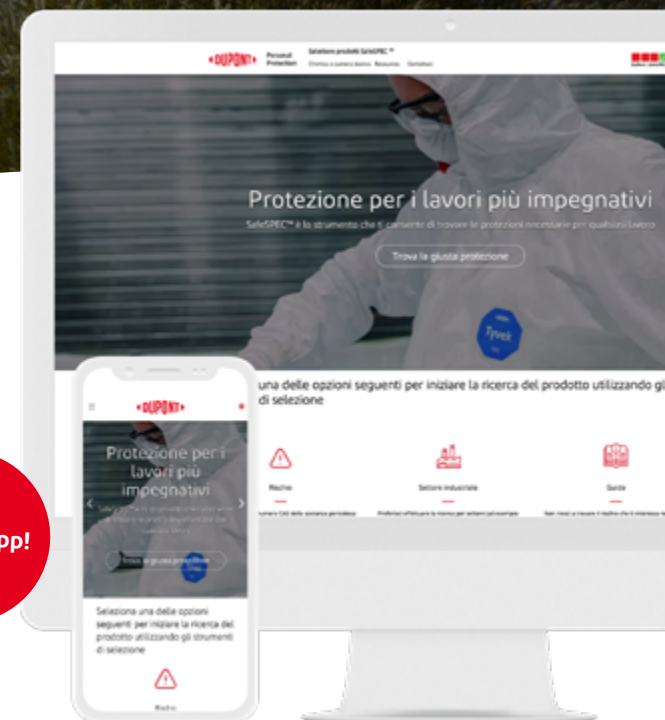
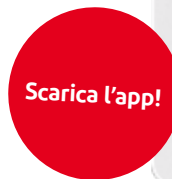


DuPont™ SafeSPEC™

DuPont™ SafeSPEC™ - Siamo qui per assisterti

Il nostro potente strumento Web può aiutarti a trovare l'indumento DuPont appropriato per laboratori chimici e camere bianche.

safespec.dupont.it



tyvek.com/ppe

Contattaci:

Le seguenti informazioni si basano su dati tecnici che DuPont ritiene attendibili. Sono soggette a revisione nel momento in cui ulteriori conoscenze ed esperimenti vengono resi disponibili. È responsabilità dell'utilizzatore determinare il livello di tossicità e i dispositivi di protezione individuale opportuni necessari. Le informazioni qui riportate riflettono le prestazioni di laboratorio dei tessuti, non dei capi completi, in condizioni controllate. Le presenti informazioni sono destinate all'uso da parte di persone in possesso delle competenze tecniche necessarie per effettuare una valutazione con le proprie-specifiche condizioni, a propria discrezione e a proprio rischio. Chiunque intenda utilizzare le presenti informazioni deve prima controllare che l'indumento selezionato sia adatto all'uso previsto. L'utilizzatore finale deve cessare l'uso dell'indumento in caso di strappo, usura o perforazione del tessuto, per evitare la potenziale esposizione a sostanze chimiche. Poiché le condizioni di utilizzo sono al di fuori del controllo di DuPont, NON FORNIAMO ALCUNA GARANZIA, ESPLICITA O IMPLICITA, INCLUSE A MERO TITOLO ESPLICATIVO LE GARANZIE DI COMMERCIALITÀ O IDONEITÀ PER UNO SCOPO PARTICOLARE, E NON CI ASSUMIAMO ALCUNA RESPONSABILITÀ IN RELAZIONE ALL'USO DI QUESTE INFORMAZIONI. Le presenti informazioni non costituiscono autorizzazione a operare in virtù di, né il consiglio di violare, un qualsiasi brevetto o informazione tecnica di DuPont o di terzi in relazione a qualsiasi materiale o al suo utilizzo.

© 2024 DuPont. Tutti i diritti riservati. DuPont™, il logo ovale DuPont e (se non diversamente specificato) tutti i prodotti associati ai simboli ™, SM o ® sono marchi commerciali, marchi di servizi o marchi commerciali registrati di proprietà di società affiliate di DuPont de Nemours, Inc. Non utilizzare senza previo consenso di DuPont. 05/2024.