



DUPONT PERSONAL PROTECTION

BOLETÍN TÉCNICO RIESGOS NUCLEARES



PROTECCIÓN CONTRA LAS PARTÍCULAS CONTAMINADAS RADIATIVAS O LOS PELIGROS LÍQUIDOS

La protección contra los riesgos nucleares se puede dividir en dos áreas principales: la protección contra los riesgos de radiación ionizante y la protección contra los riesgos de partículas o líquidos radiactivos.

Los tejidos utilizados en las prendas de protección de un solo uso no aportan una barrera contra las **radiaciones ionizantes** (por ejemplo: rayos gamma, rayos X o partículas alfa/beta radiactivas). El protocolo estándar utilizado para reducir la exposición a la radiación incluye el tiempo, la distancia y la protección. En el caso de las prendas, algunas prendas especializadas con plomo ofrecen una protección limitada. DuPont no ofrece ninguna prenda vestimenta especializada que proteja contra los peligros de la **radiación ionizante**.

En el caso de los peligros relacionados con partículas o líquidos **contaminados con materiales radiactivos**, las prendas no se diseñan para bloquear la propia radiación, sino para reducir al mínimo la penetración de materiales radiactivos y el contacto con la piel y la ropa. Estas prendas están diseñadas para utilizarse en una zona potencialmente afectada y retirarlas y eliminarlas rápidamente, a fin de reducir al mínimo una exposición prolongada al material radiactivo tras abandonar la zona y evitar la contaminación de otras áreas.

EN 1073-1 y EN 1073-2

Las prendas de protección contra productos químicos están pensadas para utilizarse una sola vez, de modo que se pueda minimizar la contaminación cruzada con partículas radiactivas.

DuPont ofrece prendas diseñadas especialmente que ayudan a proporcionar protección contra partículas o líquidos radiactivos. Se deben definir los tipos específicos de tejidos, las configuraciones de costuras y los diseños de prendas acordes al peligro.

En general, lo mejor es tener una mayor cobertura corporal:

Los monos con capucha (con calcetines integrados) o los monos totalmente encapsulados ayudan a proteger todo el cuerpo de partículas radiactivas.

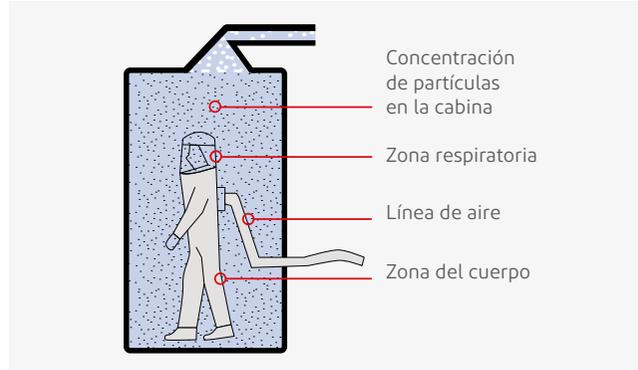
Las prendas Tyvek® 500 Xpert, Tyvek® 600 Plus, Tyvek® 800 J, Tychem® 2000 C Standard, así como Tychem® 6000 F Standard y Tychem® 6000 AL de DuPont se han probado según lo establecido en EN 1073-1 or EN 1073-2 como prendas de protección contra la contaminación radiactiva. La normativa EN 1073-1 está concebida para las prendas de protección ventilada por línea de aire comprimido, que protegen el cuerpo y las vías respiratorias, y la

EN 1073-2 para las prendas de protección no ventilada contra la contaminación radiactiva por partículas.

EN 1073-1: Requisitos y métodos de prueba para las prendas de protección con ventilación por línea de aire comprimido, que protegen el cuerpo y las vías respiratorias.

Las pruebas se realizan en una cabina que contiene partículas de sal muy finas con un operario que lleva una prenda de protección con ventilación mientras realiza una serie de movimientos. Las partículas que se miden en el interior del mono (tanto en la zona respiratoria como en el cuerpo) se compararán con la concentración de partículas dentro de la cabina (en el exterior del mono) para evaluar el factor de protección nominal (FPN).

Imagen 1: Cabina de pruebas



Factor de protección nominal conforme a EN 1073-1:

Calcule el porcentaje de fuga total hacia el interior (T.I.L.) para cada ejercicio de la siguiente manera:

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

Donde

C_1 = concentración promedio en el punto de muestreo para cada ejercicio;

C_2 = concentración en la cabina.

Los resultados de las pruebas se comunicarán con arreglo a las tablas a continuación:

Tabla: 1 resultados de la prueba TIL para la zona respiratoria

Zona respiratoria	Prueba individuo 1	Prueba individuo 1	Prueba individuo 2	Prueba individuo 2
	muestra j=2 1	muestra j=2 2	muestra j=3 3	muestra j=4 4
i = 1 parado	TIL _R (1,1)	TIL _R (1,2)	TIL _R (1,3)	TIL _R (1,4)
i = 2 caminando a 5 km/h	TIL _R (2,1)	TIL _R (2,2)	TIL _R (2,3)	TIL _R (2,4)
i = 3 moviendo los brazos	TIL _R (3,1)	TIL _R (3,2)	TIL _R (3,3)	TIL _R (3,4)
i = 4 en cuclillas	TIL _R (4,1)	TIL _R (4,2)	TIL _R (4,3)	TIL _R (4,4)
Valores promedio para todas las actividades	M _R (1)	M _R (2)	M _R (3)	M _R (4)

TIL_R: Fuga total hacia el interior en la zona respiratoria.

M_R: Valores promedios de todas las actividades en la zona respiratoria.

Tabla 2: resultados de la prueba TIL para el cuerpo

Cuerpo	Prueba individuo 1	Prueba individuo 1	Prueba individuo 2	Prueba individuo 2
	muestra j=2 1	muestra j=2 2	muestra j=3 3	muestra j=4 4
i = 1 parado	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
i = 2 caminando a 5 km/h	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
i = 3 moviendo los brazos	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
i = 4 en cuclillas	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)	TIL _B (i,j)
Valores promedio para todas las actividades	M _B (1)	M _B (2)	M _B (3)	M _B (4)

TIL_B: Fuga total hacia el interior en el cuerpo excluyendo la zona respiratoria.

M_B: Valores promedios de todas las actividades en el cuerpo excluyendo la zona respiratoria.

Los resultados de las pruebas de fugas hacia el interior (TIL_R, TIL_B, M_R, M_B) de las prendas de protección con ventilación se clasificarán con arreglo a la Tabla 2. Para el traje completo, la clase más baja obtenida define el resultado final de la prueba, y el factor de protección nominal correspondiente. Esta clasificación deberá ser al menos de clase 1.

Tabla 3 - Fugas - Clasificación (EN 1073-1)

	Valores máximos para una actividad (%)	Valores máximos para todas las actividades (%)	Factor de protección nominal mínimo
Datos que deben clasificarse	TIL _R TIL _B	M _R M _B	Factor de protección nominal*
Clase 5	0,004	0,002	50 000
Clase 4	0,01	0,005	20 000
Clase 3	0,02	0,01	10 000
Clase 2	0,04	0,02	5 000
Clase 1	0,10	0,05	2 000

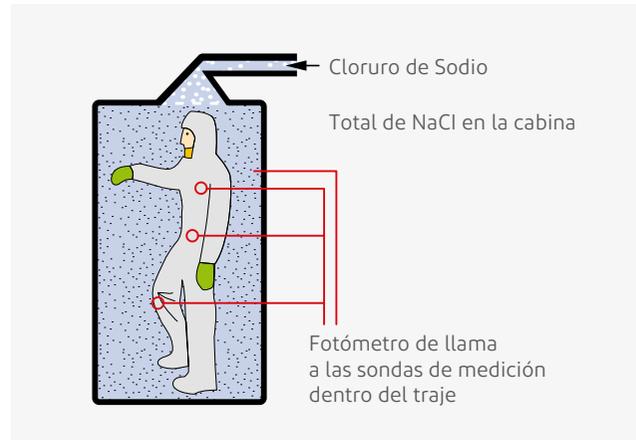
NOTA: El factor de protección nominal (FPN) es el recíproco de la fuga hacia el interior obtenida durante todas las actividades (M_R o M_B). Su cálculo viene dado entonces por la siguiente relación: NPF=100: M_R/M_B, cuando M_R/M_B es el valor máximo de M_R o M_B expresado en %.

EN 1073-2: requisitos y métodos de ensayo para prendas de protección sin ventilación contra la contaminación radiactiva por partículas

La normativa EN 1073-2 se elaboró pensando en la industria nuclear, pero no se aplica a la protección frente a las radiaciones ionizantes. La normativa 1073-2 es muy similar a la normativa sobre prendas de protección química de tipo 5 (EN ISO 13982-1).

Con respecto a los niveles de protección contra partículas del traje completo, ambas normativas hacen referencia al protocolo de pruebas «Prendas de protección para uso contra partículas sólidas - método de prueba de determinación de la fuga hacia el interior de los trajes de aerosoles de partículas finas» (EN ISO 13982-2). Esta prueba determina esencialmente la eficacia de la barrera del traje cuando se enfrenta a partículas de cloruro de sodio de una distribución de tamaño definida. A continuación, los resultados se utilizan para determinar tanto una **clasificación de rendimiento** como un **“factor de protección nominal”**, de forma análoga a las normas respiratorias.

Imagen 2: Prueba de fuga interna en el traje



En el caso de la normativa EN 1073-2, cuando la prueba se realiza según la normativa EN 13982-2, se someten a prueba seis trajes. Los resultados de la fuga total hacia el interior (TIL) se notifican como una relación (en %) de la concentración de partículas de prueba dentro del traje y de la cámara de prueba:

$$\text{Fuga total hacia el interior (TIL, por sus siglas en inglés)} = \frac{\text{Concentración de partículas de prueba (dentro del traje)}}{\text{Concentración de partículas de prueba en la cámara}}$$

Factor de protección nominal y clase de rendimiento (EN 1073-2 / EN 13982-2)

Existen tres tipos de clases de rendimiento para describir el nivel de protección contra las partículas del traje:

- Clase 1 = Barrera de partículas más baja
- Clase 3 = Barrera de partículas más alta

$$\text{Factor de protección nominal} = \frac{100}{\text{Fuga media total hacia el interior}}$$

En otras palabras, un traje que ofrezca la **máxima protección** frente a partículas fina tendrá una **fuga REDUCIDA hacia el interior** y, por consiguiente, un **factor nominal de protección ALTO**.

Un traje que ofrece un factor de protección nominal bajo, por ejemplo «5», significa que tiene una media del 20 % de fugas hacia el interior.

Para determinar la clasificación del rendimiento, se calcula el valor promedio total de fuga hacia el interior por actividad (de pie, caminando y en cuclillas) (TILE). Tanto este valor como el factor de protección nominal se tienen en cuenta para determinar qué clase de rendimiento se atribuye al traje. Véase la **Tabla 4**.

Tabla 4 - Fugas - Clasificación (EN 1073-2)

Clase	Valor promedio de la fuga hacia el interior en las tres posiciones de muestreo dentro del traje durante el ejercicio		Factor de protección nominal*
	Una actividad (TILE) %	Todas las actividades (TILA) %	
3	0,3	0,2	500
2	3	2	50
1	30	20	5

* Factor de protección nominal = 100 / TILA.

Una clase de rendimiento 3, es decir, la clase de rendimiento “más alta”, puede entenderse como: el valor más alto de la fuga interna medida para cada una de las tres actividades (TILE) es inferior al 0,3 % y también la fuga interna promedio total (TILA) es inferior al 0,2 %.

Contaminación de partículas radiactivas en ambientes secos

Para riesgos de partículas radiactivas secas, se sugiere que considere los **monos con capucha Tyvek® de DuPont**. Además, la intensidad prevista de la exposición determinará si se requieren o no costuras sobrehiladas. Las prendas con costuras sobrehiladas ofrecen una mayor protección global frente a las partículas que las prendas con costuras cosidas, por lo cual, lo ideal es seleccionar este tipo de prendas.

Ambientes mixtos secos y húmedos, contaminación de partículas y líquidos radiactivos

En el caso de los líquidos contaminados por la radiación, los monos Tychem® 2000 C y 6000 F con capucha pueden proteger al usuario contra el peligro químico, pero no contra la radiación ionizante.

A partir de los datos de permeación química, podrá seleccionar el tejido que ofrezca una barrera química adecuada. Para acceder a los datos de permeación de los tejidos de DuPont puede visitar [DuPont™ SafeSPEC™](#) o ponerse en [contacto con nosotros](#).

La tabla a continuación muestra el rendimiento de algunas de las diferentes prendas de DuPont en términos de factor de protección nominal y la clase de rendimiento correspondiente (según las normativas EN 1073-1 o EN 1073-2) y, a continuación, indica las soluciones preferidas y adecuadas en caso de contaminación mixta de partículas y líquidos. No obstante, en función de la evaluación de riesgos de la aplicación, pueden ser necesarias soluciones diferentes. **Póngase en contacto con nosotros** para que le ofrezcamos asistencia técnica para ayudarle a elegir las prendas adecuadas.

Nombre de la prenda de DuPont	Descripción del material	Tipo de costura	Tipos de certificación	NPF*	Clase	Peligros nucleares: descripciones y ejemplos			
						Contaminación seca	Contaminación mixta seca y húmeda		
						Partículas radioactivas	Partículas radioactivas, neblina líquida y aerosoles	Partículas radioactivas y aerosoles líquidos pesados con químicos inorgánicos concentrados**	Partículas radioactivas y aerosoles líquidos con una gama de químicos orgánicos**
Tychem® 6000 AL (distintas opciones de modelos disponibles)	Tychem® 6000	Cosidas y recubiertas	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50000	5/5	○	○	○	●
Tychem® 6000 F & 4000 S (distintas opciones de modelos disponibles)	Tychem® 6000 & 4000	Cosidas y recubiertas	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	○	○	●
Tychem® 2000 C (distintas opciones de modelos disponibles)	Tychem® 2000	Cosidas y recubiertas	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	●	●	●
Tyvek® 800 J	Tyvek® 800	Cosidas y recubiertas	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
Tyvek® 600 Plus (con calcetines integrados)	Tyvek® 600	Cosidas y recubiertas	4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
Tyvek® 500 Xpert	Tyvek® 500	Cosidas	5-B & 6-B	50	2/3	○	○	●	●
Tyvek® 400 Dual TG	Tyvek® (parte delantera) SMS (parte trasera)	Cosidas	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
Tyvek® 400 Dual	Tyvek® (parte delantera) SMS (parte trasera)	Cosidas	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
ProShield® 60	Película microporosa	Cosidas	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
ProShield® 20 & 20 SFR	SMS	Cosidas	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●

Advertencia: Las prendas no proporcionan una barrera frente a la radiación ionizante

*NPF=factor de protección nominal **Verificar los datos de permeación química.

***Dado que la prueba de tipo 5 (EN ISO 13982-2) se realiza con partículas de cloruro de sodio que se miden en el interior del mono, los resultados de las fugas hacia el interior para los materiales no transpirables (como Tychem®) suelen ser más elevados que para los materiales transpirables (como Tyvek®).

● No recomendada ○ Es adecuada ● Preferida
○ Posible que tenga más especificaciones de las necesarias

Además, junto con la selección de las prendas, se deben utilizar otros EPI adecuados, como por ejemplo, pero sin limitarse a ellos, respiradores, gafas, guantes y calzado, etc., identificados durante la evaluación de peligros.

La colocación, la retirada y la eliminación de las prendas contaminadas con material radiactivo deben ser llevadas a cabo únicamente por personal con la formación adecuada.

NOTA: Los productos que utilizan sustratos de película SMS o microporosa (por ejemplo, DuPont™ ProShield® 20 [SMS] y DuPont™ ProShield® 60 [película microporosa]) son apropiados para proteger contra las partículas; sin embargo, es preciso considerar detenidamente el uso de productos que utilizan sustratos de película SMS o microporosa para las actividades de respuesta a desastres porque:

1. Los tejidos con película microporosa se pueden erosionar fácilmente y la capa de barrera se puede desgastar fácilmente. 2. Los tejidos de "SMS" suelen tener estructuras bastante abiertas, de modo que ofrecen un rendimiento bajo frente a la retención de partículas finas en seco.



DuPont Personal Protection

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

Servicio al cliente

mycustomerservice.emea@dupont.com

Recursos adicionales

[Caso práctico](#) de la Autoridad de la Energía Atómica del Reino Unido (UKAEA)

Página web de [DuPont Personal Protection](#), protección de la industria nuclear

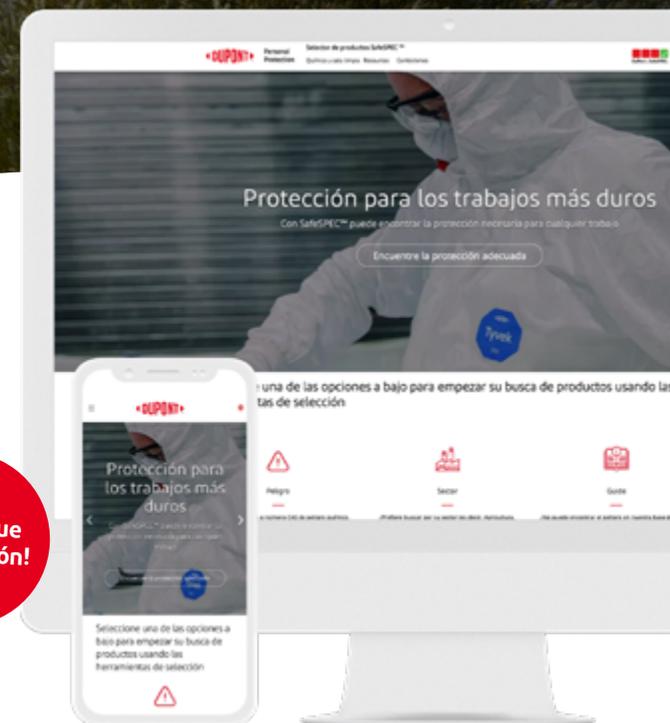


DuPont™ SafeSPEC™

DuPont™ SafeSPEC™ - Estamos para ayudarle

Nuestra poderosa herramienta en línea puede ayudarle a encontrar la prenda DuPont correcta para un ambiente químico o estéril.

safespec.dupont.es



tyvek.com/ppe

Póngase en contacto con nosotros:

Esta información está basada en datos técnicos que DuPont considera que son fiables. Está sujeta a revisiones cuando se disponga de más información y experiencia. Es responsabilidad del usuario determinar el nivel de toxicidad y el equipo de protección individual adecuado que se necesita. La información que se proporciona en el presente documento refleja los resultados de rendimiento de los tejidos en laboratorio, no de prendas enteras, en condiciones controladas. Esta información debe ser utilizada por personas con experiencia técnica para llevar a cabo una evaluación con sus propias condiciones específicas de uso, según su cuenta y riesgo. Cualquier persona que intente utilizar esta información debería comprobar primero que la prenda seleccionada es adecuada para el supuesto uso. El usuario deberá dejar de utilizar la prenda si el material está rasgado, desgastado o agujereado, para evitar la exposición potencial a agentes químicos. Debido a que las condiciones de uso están fuera de nuestro control, DUPONT NO OFRECE GARANTÍAS, EXPLÍCITAS O IMPLÍCITAS, INCLUYENDO, PERO NO LIMITADO A, LAS GARANTÍAS DE COMERCIALIZACIÓN O ADECUACIÓN PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR Y NO ASUME RESPONSABILIDAD ALGUNA EN RELACIÓN CON CUALQUIER USO DE ESTA INFORMACIÓN. Esta información no supone una licencia para operar con ella o una recomendación para infringir cualquier patente o información técnica de DuPont u otras personas que presenten cualquier material o su utilización.

© 2024 DuPont. Todos los derechos reservados. El logotipo ovalado DuPont y todas las marcas comerciales y marcas de servicio señaladas con ™, SM o ® pertenecen a filiales de DuPont de Nemours, Inc., a menos que se indique lo contrario. No se debe utilizar sin el consentimiento de DuPont. 05/2024.