

Guía para la Selección de Ropa de Protección para Usuarios de MDI

AX-178 • MARZO 2015

Propósito

El propósito de este documento es el de proporcionar guías útiles para la selección del equipo de protección personal (EPP) apropiando para trabajar con Diisocianato de Difencilmetano (MDI), y analizar las características de desempeño de guantes, overoles, trajes contra salpicaduras, y otras vestimentas de protección comúnmente usadas cuando se trabaja con MDI y MDI polimérico^[1]. El MDI es una escama sólida blanca a amarillo pálido a temperatura ambiente; sin embargo puede venderse en forma caliente (fundida) cuando está en estado líquido. El PMDI es un líquido a temperatura ambiente y típicamente es una mezcla de formas monoméricas de MDI (2,4' y 4,4'-MDI), y oligómeros de MDI de peso molecular más alto.

Tabla de Contenido

Propósito.....	1
Información de Salud y Seguridad.....	2
Protección de los Ojos y Protección Respiratoria.....	2
Seleccionando Ropa de Protección.....	3
Enfoque de Investigación.....	4
Discusión de Tablas.....	4
Información Adicional.....	8
Notificación Legal.....	8



Center for the
Polyurethanes Industry

Información de Seguridad y Salud

Durante la manipulación, procesamiento, y aplicación de MDI/PMDI, el contacto con vapor, líquido o aerosol/niebla puede causar efectos adversos a la salud en la piel, ojos, y sistema respiratorio. La inhalación de vapores o aerosol/niebla de MDI a concentraciones arriba del límite de exposición ocupacional (p.ej., ACGIH-TLV u OSHA-PEL, por sus siglas en inglés) puede irritar el sistema respiratorio (nariz, garganta, pulmones) causando escurrimiento en la nariz, garganta irritada, tos, molestias en el pecho, dificultad para respirar, o función pulmonar reducida. Personas con una condición pre-existente, hiper-reactividad bronquial no específica, pueden responder a concentraciones en el aire inferiores a las del valor umbral límite (TLV por sus siglas en inglés), o límite de exposición permisible (PEL por sus siglas en inglés), con síntomas similares; así como un ataque de asma, o síntomas similares al asma. Como resultado de sobre-exposiciones previas repetidas (arriba del TLV o PEL), o una sola dosis grande, ciertas personas pueden desarrollar una sensibilización a diisocianatos (asma o síntomas tipo asma), que pueden causarles una reacción a una exposición a diisocianatos posterior, aún a niveles muy por debajo del TLV o PEL.

El contacto directo de MDI/PMDI con la piel puede causar irritación con síntomas de enrojecimiento, inflamación, sarpullido y, en algunos casos, sensibilización de la piel. Pruebas en animales y otras investigaciones indican que el contacto de la piel con MDI puede jugar un papel en causar sensibilización y reacción respiratoria.

Los controles de ingeniería (p.ej., ventilación por extracción local), y sólidas prácticas en el lugar de trabajo pueden ser la primera línea de defensa contra la exposición potencial a MDI/PMDI, y OSHA ha establecido directrices para ayudar a las personas a evitar la sobre-exposición y efectos adversos a la salud¹. Es importante que los empleados usen el EPP recomendado para sus funciones de trabajo específicas para prevenir el contacto directo de la piel/ojos con PMDI líquido, o la inhalación de vapores/niebla de MDI.

Protección de los Ojos y Protección Respiratoria

Además de los guantes y vestimenta discutidos más adelante en este boletín, las personas trabajando con productos conteniendo MDI y PMDI necesitan considerar el uso de la protección apropiada de los ojos, la cara, y respiratoria.

Protección de los Ojos

En situaciones donde exista potencial de salpicaduras (p.ej., cuando se está manipulando directamente producto líquido), los trabajadores deberán usar goggles y, dependiendo de la magnitud del contacto potencial, una careta. Estas situaciones pueden incluir ruptura de líneas (desconexión de manguera de transferencia), transferencia de material usando una bomba para tambor, etc. El MDI puede irritar los ojos y puede ser difícil de remover, por ello la prevención es muy importante.

Protección Respiratoria

Pueden generarse concentraciones de MDI en el aire superiores al TLV de la ACGIH o el PEL de la OSHA en ambientes inadecuadamente ventilados cuando se rocía, aerosoliza, o calienta el MDI. En estos casos utilice protección respiratoria. El tipo de protección respiratoria seleccionada debe cumplir con los requisitos establecidos en el Estándar de Protección Respiratoria de la OSHA (29 CFR 1910.134). El uso de respiradores purificadores (cartucho) de aire (RPA) es aceptable en ciertas situaciones como parte de

un programa de protección respiratoria completo². Puede usarse un cartucho para vapores orgánicos (p.ej. OV/P100 por sus siglas en inglés) con el RPA donde se pueda documentar la concentración de MDI en el aire y no se exceda el factor de protección. La OSHA requiere que un plan de reemplazo de cartuchos sea parte del programa de protección respiratoria. Cuando las concentraciones de MDI rebasen, o sea probable que rebasen la protección ofrecida por un respirador de cartucho (p.ej., situaciones de emergencia, o actividades identificadas con un potencial de exposición elevada), bajo el estándar OSHA se requiere un respirador con suministro de aire (RSA).

Seleccionando la Ropa de Protección

Comprenda y observe las prácticas para el manejo seguro de MDI/PMDI y otros químicos que presentan peligros potenciales a la salud. Esto puede incluir el usar protección para los ojos, protección respiratoria, guantes, botas, y overoles o mandiles de laboratorio. Para personas que trabajan con MDI/PMDI, la ropa de protección apropiada es esencial para la prevención de la exposición de la piel. Cuando seleccione la ropa de protección considere los siguientes factores:

- **Resistencia Química del Guante o Vestimenta:** Para ser efectiva, la ropa de protección debe resistir la permeación por el químico o químicos que se están manipulando. A menudo se prefiere el uso de guantes y ropa desechable, porque puede ser difícil la descontaminación de artículos reutilizables. Los guantes y vestimenta de protección también deben ser resistentes a la permeación por solventes usados en combinación con MDI/PMDI.
- **Funciones Específicas de Trabajo:** La naturaleza del trabajo que se está desempeñando influirá de manera importante en la selección y características de la ropa de protección. Por ejemplo, el analizar muestras de espuma en un laboratorio puede requerir el uso de guantes para servicio ligero (< 10 mils de espesor) que son flexibles y mantienen la destreza manual; por el otro lado, un proyecto de mantenimiento, tal como la reparación de la línea de una bomba, puede requerir guantes más gruesos que son resistentes y durables.
- Cuando los requisitos de destreza manual de algunos trabajos requieren el uso de guantes delgados, ajustados que ofrecen tiempos de protección limitados, *cambie los guantes con suficiente frecuencia*.
- **Potencial de Exposición:** El grado de exposición para funciones de trabajo individuales dicta el grado de protección personal requerida, y la ropa apropiada para el trabajo. Por ejemplo, el trabajo realizado en el ambiente de un laboratorio donde el potencial para exposición a la piel y ojos es limitado, puede requerir guantes, protección para los ojos, y un mandil o bata para laboratorio. Por el otro lado, un proyecto que presente un mayor peligro de exposición aguda a la piel y ojos, tal como el cargar y descargar carros tanque, puede requerir de overoles con capucha, botas, y guantes más sustanciales (servicio pesado y servicio ligero) para asegurar una protección adecuada.
- **Duración del Tiempo de Exposición:** El periodo de tiempo que una persona está trabajando con, o manipulando MDI/PMDI influye en el tipo de ropa de protección seleccionada. Cuando se trabaja con MDI por periodos de tiempo extensos, es apropiada la ropa de protección que ofrece el máximo nivel de resistencia química.

² Para más detalles sobre el uso de respiradores purificadores de aire bajo el estándar de la OSHA, por favor consulte el Documento de Orientación AX 246, CPI Programa Modelo de Protección Respiratoria para el Cumplimiento con el Estándar de Protección Respiratoria de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional 29 CFR §1910.134, disponible en www.polyurethane.org.

Adicionalmente a estos factores, los hábitos de trabajo individuales, las prácticas de higiene industrial, y los procedimientos y controles pre-existentes en el lugar de trabajo influirán las decisiones hechas cuando se esté seleccionando la ropa de protección.

Enfoque de Investigación

El Instituto Internacional del Isocianato (III) patrocinó un estudio en el cual el Texas Research Institute (TRI) evaluó materiales de más de 50 piezas de ropa de protección contra químicos - 35 guantes de 10 materiales diferentes, y 17 trajes de 14 materiales diferentes - para determinar el grado de resistencia a la permeación ofrecida por cada vestimenta.

La investigación del III midió el tiempo que tardó el MDI polimérico (PMDI) en penetrar el material de la ropa de protección bajo condiciones de contacto continuo y cubriendo completamente la superficie con PMDI.

Después de este estudio, el Center for the Polyurethanes Industry (CPI) solicitó al TRI que realizara ensayos de penetración de solventes y PMDI sobre varios guantes diferentes y ocho solventes, cada uno conteniendo uno por ciento en peso de PMDI.

Discusión de las Tablas

Las tablas 1 y 2 están organizadas por tipo de guante o vestimenta y, dentro de cada categoría, están organizadas en orden descendente de acuerdo con el tiempo de protección indicado³. La investigación incluyó la marca registrada, el fabricante, el espesor, y la durabilidad de cada artículo.

Los tiempos de protección para PMDI presentados en las tablas 1 y 2 son los tiempos requeridos para que el PMDI penetre el guante de protección química o el material de la vestimenta, y son los tiempos de uso máximos sugeridos. Cambie los guantes y las vestimentas con suficiente frecuencia para evitar exceder los tiempos de protección listados. Por ejemplo, si un trabajo requiere el uso de guantes delgados, flexibles, con un tiempo de protección de 30 minutos, entonces el usuario deberá cambiar los guantes antes de los 30 minutos después del contacto inicial con PMDI.

³ Los tiempos de protección se refieren sólo al tiempo requerido por el MDI para penetrar la prenda, y no abordan la permeación por solventes o combinaciones de PMDI con solvente.

Tabla 1 - Guantes de Protección para MDI Polimérico (PMDI) por tipo (servicio ligero, medio, pesado); dentro del tipo por tiempo de protección

Tipo de Guante	Material	Fabricante	Marca Registrada	# Modelo	Espesor (mils)	Durabilidad*	Destreza*	Tiempo de Protección al PMDI (horas)
Servicio Pesado	Neopreno	Ansell Edmont	Neox	9-924	72.0	Alta	Baja	>8.0
Servicio Pesado	Neopreno	Ansell Edmont	Scorpio	8-352	38.5	Media	Media	>8.0
Servicio Pesado	PVC	Best	Black Night	7712R	51.0	Alta	Baja	>8.0
Servicio Pesado	Nitrilo	Best	Ultraflex	21R	42.0	Alta	Media	>8.0
Servicio Pesado	PVC	Jomac	---	8122	57.0	Alta	Baja	6.5
Servicio Pesado	PVC	Jomac	---	7112	39.0	Alta	Baja	3.5
Servicio medio	Butilo	North	---	B-131	11.5	Baja	Alta	>8.0
Servicio medio	PE/Eval Laminado	Safety 4 (Ansell Edmont)	4H	(87400)	2.0	Baja	Media	>8.0
Servicio medio	Butilo	North	---	B-161	17.5	Media	Media	>8.0
Servicio medio	PE/Eval Laminado	North	Silver Shield	(7094)	4.0	Baja	Alta	>8.0
Servicio medio	Nitrilo	Perfect Fit	Stansolve	AF-18	18.5	Media	Media	>8.0
Servicio medio	Hule Natural	Perfect Fit	---	L118	11.0	Baja	Alta	1.5-2.0
Servicio medio	Hule Natural	Ansell Edmont	Canners & Handlers	392	20.0	Media	Media	1.5
Servicio medio	Hule Natural	Marigold	---	326Y	18.0	Baja	Alta	1.5
Servicio ligero	Nitrilo	Best	N-Dex	9005	6.0	Baja	Alta	>8.0
Servicio ligero	Nitrilo	Best	N-Dex	7005	4.0	Baja	Alta	>8.0
Servicio ligero	PVC	Perfect Fit	Pylox	212 (V-10)	9.0	Baja	Alta	2.0
Servicio ligero	Poliuretano	Ansell Edmont	Poly-D	35-112	1.5	Baja	Alta	1.0
Servicio ligero	Hule Natural	Johnson & Johnson	Microtouch	(1)	5.0	Baja	Alta	<0.25
Servicio ligero	Hule natural	Best	Dermathin	1005	7.0	Baja	Alta	<0.25

*Basado en evaluación subjetiva - información proporcionada sólo como guía

Tabla 2 - Ropa de Protección para el Cuerpo para MDI Polimérico (PMDI) por tipo de vestimenta; dentro de su tipo, por tiempo de protección

Tipo de Ropa	Material	Fabricante	Marca Registrada	# Modelo	Espesor (mils)	Durabilidad*	Tiempo de Protección al MDI (horas)
Overol (Desechable)	Laminado	Kappler	Chemrel	---	9.0	Alta	>8.0
Overol (Desechable)	Laminado	Kappler	CPFII	---	15.0	Alta	>8.0
Overol (Desechable)	No tejido	DuPont	Tychem SL	---	7.0	Media	>8.0
Overol (Desechable)	Laminado	Kappler	Chemtuff	---	10.0	Alta	>8.0
Overol (Desechable)	Laminado	DuPont	Barricade	---	14.0	Alta	>8.0
Overol (Desechable)	No tejido	DuPont	Tychem QC	---	6.0	Baja	>8.0
Overol (Desechable)	No tejido	Kimberly Clark	Hazard Guard I	---	20.0	Baja	<0.25
Overol (Desechable)	No tejido	Kimberly Clark	Hazard Guard li	---	13.0	Baja	<0.25
Overol (Desechable)	No tejido	Du Pont	Tyvek	---	5.0	Baja	<0.25
Traje contra salpicadura (nivel B)	Laminado	Kappler	Responder	---	14.0	Alta	>8.0
Traje contra salpicadura (nivel B)	Neopreno	Rainfair	Chem Tech II	1000-8552	7.0	Alta	>8.0
Traje contra salpicadura (nivel B)	PVC	River City	Wizard	300J	11.0	Alta	>8.0
Traje contra salpicadura (nivel B)	Poliuretano	Rainfair	Medallion	1100-1937	8.0	Baja	>8.0
Traje contra salpicadura (nivel B)	PVC	Neese Rubber Co.	Universal	35	10.0	Alta	7.5 a >8.0

*Basado en evaluación subjetiva - información proporcionada sólo como guía

Tabla 3 - Estudio de Permeación de Guantes del CPI: Resumen de los Resultados de Prueba de Permeación para Ensayos de Penetración de Solvente

Solvente con 1% PMDI en peso	Ansell Edmont Solvex Nitrile 37-155(15 mil)			Ansell Edmont Solvex Nitrile 37-155(22mil)			Ansell Edmont Scorpio Neoprene		
	BT	NBT	PR	BT	NBT	PR	BT	NBT	PR
Dipropileno Glicol Monometil Éter	>475	>478	<0.07	>480	>480	<0.02	-	-	-
Metil Etil Cetona	3	3	NR	-	-	-	3	6	21*
Mineral Spirits	>480	>480	<0.002	-	-	-	108	191	5
Tolueno/Xileno (50%/50%)	21	26	62*	-	-	-	6	19	27*
Éster Dibásico	160	160	3.0**	300	300	1.0**	-	-	-
Carbonato de Propileno	163	172	14	379	402	5	-	-	-
N-metilpirrolidona NMP	27	32	8*	-	-	-	-	-	-
NMP/Éster Dibásico/d-Limoneno (33%/33%/33%)	38	45	46*	72	87	58*	-	-	-

**Tabla 4 - Estudio de Permeación de Guantes del CPI:
Resumen de los Resultados de Prueba de Permeación para Ensayos de Penetración de Solvente y PMDI**

Solvente con 1% de PMDI en peso	Ansell Edmont Solvex Nitrile 37-155(15 mil) Penetración del Solvente			Ansell Edmont Solvex Nitrile 37-155(15 mil) Penetración del PMDI		
	BT	NBT	PR	BT	NBT	PR
Dipropileno Glicol Monometil Éter	>475	>478	<0.07	>480	>480	<0.007
Metil Etil Cetona	3	3	NR	NT	NT	NT
Mineral Spirits	>480	>480	<0.002	>480	>480	<0.007
Tolueno/Xileno (50%/50%)	21	26	62*	NT	NT	NT
Ester Dibásico	160	160	3.0**	280	410	NR
Carbonato de Propileno	163	172	14	>480	>480	<0.007
N-metilpirrolidona NMP	27	32	8*	60	60	NR
NMP/Éster Dibásico/d-Limoneno (33%/33%/33%)	38	45	46*	80	80	NR

BT = Tiempo de Penetración Real en minutos

NBT = Tiempo de Penetración Normalizado en minutos (0.1ug/cm²*min)

PR = Velocidad Máxima de Permeación en ug/cm²*min

NR = Sin velocidad disponible debido a penetración catastrófica

* = La velocidad puede ser artificialmente baja debido a saturación del detector

** = La velocidad puede ser artificialmente baja debido a la baja volatilidad del químico

NT = No Probada

Las Tablas 3 y 4 presentan diversos materiales para guantes y los correspondientes tiempos de penetración, en minutos, de varios solventes y mezclas de solvente-1% PMDI⁴. El III no sólo evaluó el grado al cual la vestimenta protectora previene la permeación de PMDI, sino también el grado al cual previenen la permeación de cualquier solvente usado.

Aunque se hicieron pruebas con un gran número de guantes y vestimentas de protección, este boletín técnico de III no tiene por intención ser una revisión amplia de cada pieza de ropa de protección actualmente disponible. Otros guantes y vestimentas no incluidas en este estudio podrían proporcionar protección equivalente.

Cuando estén trabajando con MDI, los usuarios pueden consultar a sus proveedores de ropa de protección y fabricantes de MDI para mantenerse informados sobre nuevos desarrollos de ropa de protección.

⁴ Para detalles sobre la permeación de combinaciones de PMDI/solvente consulte W. Robert, et al., "Protecting Workers from PMDI Solvent Combinations—What Gloves Work Best? (Protegiendo a Trabajadores de Combinaciones PMDI-Solvente - ¿Qué Guantes Funcionan Mejor?)"

Información Adicional

Para información adicional sobre ropa de protección, manipulación segura, y disposición para MDI, consulte las siguientes fuentes:

Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing (Directrices para la Selección de Ropa de Protección Química), American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 6500 Glenway Avenue, Building D-7, Cincinnati, Ohio 45211-4438.

Hojas de Datos Técnicos (HDT) y Hojas de Datos de Seguridad (HDS) vigentes para polimetilen polifenil isocianatos (PMDI) disponibles del proveedor.

Trabajando con MDI y MDI Polimérico: Qué Debe Saber (AX202), Center for the Polyurethanes Industry.
Efectos a la Salud por Diisocianatos: Orientación para el Personal Médico (AX 150), Center for the Polyurethanes Industry.

Guidelines for the Responsible Disposal of Containers and Wastes from Polyurethane Raw Materials Processing (AX151) (Directrices para la Disposición Responsable de Contenedores y Residuos del Procesamiento de Materias Primas para Poliuretanos), Center for the Polyurethanes Industry.

W. Robert, et al., *Protecting Workers from PMDI Solvent Combinations—What Gloves Work Best? (Protegiendo a Trabajadores de Combinaciones PMDI-Solvente - ¿Qué Guantes Funcionan Mejor?)* Proceedings of the Polyurethanes Technical Conference, 2000.

Model Respiratory Protection Program for Compliance with the Occupational Safety and Health Administration Respiratory Protection Standard 29 CFR§ 1910.134 (Programa Modelo de Protección Respiratoria para el Cumplimiento con el Estándar de Protección Respiratoria de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional).

NOTIFICACIÓN LEGAL

Este documento de orientación fue preparado por el Centro para la Industria de los Poliuretanos del American Chemistry Council. Tiene por intención proporcionar información general sobre la selección de ropa de protección para usuarios de MDI. No tiene por intención servir como sustituto para una capacitación a fondo u otros requisitos de ropa de protección, ni está diseñado o tiene por intención definir o crear derechos u obligaciones legales. No tiene por intención ser un manual de "cómo", ni ser una guía prescriptiva. Todas las personas involucradas en la manipulación y uso seguro de MDI tienen una obligación independiente de verificar que sus acciones están en cumplimiento con las leyes y reglamentos del país, federales, estatales y locales, y deben consultar con asesoría legal referente a estos asuntos. La orientación es necesariamente general en su naturaleza y las empresas individuales pueden variar su forma de abordarla con respecto a prácticas particulares basadas en circunstancias específicas fácticas, la funcionalidad y efectividad de acciones particulares, y la factibilidad económica y tecnológica. Ni el American Chemistry Council, ni las empresas individuales miembros del Centro para la Industria de los Poliuretanos del American Chemistry Council, ni cualquiera de sus respectivos directores, oficiales, empleados, subcontratistas, consultores, u otros asignados, ofrecen garantía o representación alguna, ya sea expresa o implícita, con respecto a la exactitud o lo completo de la información contenida en esta Guía, ni el American Chemistry Council ni sus empresas miembro asumen cualquier obligación legal o responsabilidad alguna por cualquier uso o mal uso, o los resultados de dicho uso o mal uso, o cualquier información, procedimiento, conclusión, opinión, producto, o proceso publicado en estas Directrices. NO SE OTORGAN GARANTÍAS; TODAS LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR ESTÁN EXPRESAMENTE EXCLUIDAS

Este trabajo es protegido por derechos de autor. A los usuarios se les otorga una licencia no exclusiva, libre de regalías, para reproducir y distribuir estas directrices, sujeto a las siguientes limitaciones: (1) el trabajo debe reproducirse en su totalidad, sin alteraciones; y (2) no pueden venderse copias del trabajo.

Para más información sobre los productos y materiales descritos en este documento de orientación por favor contacte a su proveedor
Copyright© Marzo 2015, American Chemistry Council



Center for the
Polyurethanes Industry

700 2nd Street, NE
Washington, DC 20002
(202) 249-7000
www.americanchemistry.com