

Trasvase de agentes químicos: medidas básicas de seguridad

Transfert d'agents chimiques: les mesures de base de sécurité
Transfer of chemical agents: basic measurements of safety

Redactora:

M^a Carmen Alonso Martín
Doctora en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
VÁLIDA		

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la utilización de agentes químicos peligrosos (AQP) se ha extendido a numerosas ramas de actividad, de modo que los riesgos asociados se encuentran en la mayoría de los centros de trabajo (explotaciones agrarias, peluquerías, talleres, plantas químicas, etc.). Adicionalmente, cada año se introducen en el mercado nuevos productos con nuevas problemáticas y riesgos asociados. Según la encuesta nacional de condiciones de trabajo del periodo 2004-2005, realizada por el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), más de un 20% de los trabajadores españoles manifiesta que en su puesto de trabajo manipula sustancias o productos nocivos o tóxicos. De los trabajadores expuestos, tanto por contacto como por inhalación (>31%), el 12% manifiesta que no conoce los efectos perjudiciales de estos agentes. Cabe destacar, respecto al etiquetado de las sustancias y productos químicos, que más del 11% de los trabajadores encuestados manifiestan que tan sólo "algunos" de los productos usados (y no "todos") están etiquetados¹.

A fin de proteger la salud de los trabajadores contra los AQP, el R.D. 374/2001, en el marco de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, indica la obligación de realizar una evaluación de riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores originados por los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo. Esta evaluación de riesgos debería comenzar por determinar la peligrosidad del / de los agentes (véase apéndice 2 de la Guía Técnica del R.D. 374/2001, sobre agentes químicos). Dicha peligrosidad está determinada por sus propiedades fisicoquímicas (véase NTP 663) y características toxicológicas y viene definida a través de su clasificación atendiendo a la normativa sobre notificación, clasificación, envasado y etiquetado (R.D. 363/1995 y R.D. 255/2003). La variedad y gravedad de los efectos adversos de las sustancias peligrosas y su creciente empleo en la indus-

tria y en otras muchas actividades determinan la importancia del riesgo químico para las personas y para el medio ambiente. La evaluación de riesgos debe incluir todas aquellas actividades cuya realización pueda suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

Los AQP son manipulados cada día infinidad de veces, no sólo en el sector industrial sino también en otros sectores de actividad, pudiendo dar lugar a accidentes con consecuencias de distinta índole. El proceso en el que suele tener lugar mayor número de accidentes es el trasvase, especialmente cuando se trasladan de un envase a otro AQP. Es entonces cuando pueden tener lugar proyecciones, salpicaduras, contactos dérmicos, intoxicaciones, quemaduras por incendios, explosiones, etc. Las causas principales de este tipo de accidentes suelen estar relacionadas con no disponer de los medios y equipos adecuados y/o por desconocimiento del riesgo y de las precauciones necesarias a tomar por parte de los trabajadores, es decir, por información insuficiente de los riesgos asociados al uso de AQP y por formación inadecuada sobre medidas a tomar en su manejo.

Tal y como especifica la legislación actual, los riesgos derivados de AQP se eliminarán o minimizarán mediante, entre otras medidas, el establecimiento de los procedimientos adecuados para el uso y mantenimiento de los equipos utilizados para trabajar con AQP, así como para la realización de cualquier actividad con AQP o residuos que los contengan, incluidas la manipulación, almacenamiento y traslado de los mismos en el lugar de trabajo.

Es importante destacar que, para un control efectivo de los riesgos derivados del empleo de agentes químicos en el lugar de trabajo, se requiere contar con una adecuada y completa información sobre los peligros asociados a las sustancias, productos, mezclas, etc. y las medidas de seguridad que deben tomarse al fabricarlos, transportarlos o utilizarlos.

La etiqueta de una sustancia o preparado químico, que debe contener toda la información requerida legalmente, y la ficha de seguridad (FDS) proporcionan al usuario, entre otras, la información necesaria sobre las propiedades físicas y químicas del agente químico así como de su estabilidad, reactividad, información toxicológica, ecológica, etc. (ver las NTP 635, 649, 371, 726 y 727).

¹ Almodóvar, A., Nogareda, C., Fraile, A., Pinilla, J., Villar, M.F., de la Orden, M.V., Zimmerman, M., Lara, J.M., *Resultados de la Encuesta de Condiciones de Trabajo. Seguridad y salud en el trabajo, julio 2006*, nº 38, páginas 30-45.

RIESGOS	CAUSAS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
CONTACTOS DÉRMICOS	Roturas de envases en su transporte	Envase compatible para el producto a contener. Transporte de envases de vidrio en contenedores. Utilizar envases de plástico de menos de cinco años de antigüedad. No almacenar envases de plástico al aire libre. Medios de sujeción adecuados al peso del envase lleno. Utilizar equipos de protección individual certificados.
	Derrame de sustancias peligrosas	Cubetas de neutralización de recogida de derrames. Utilizar equipos de protección individual certificados. Duchas y lavajos próximos.
	Trasvase por pipeteado con la boca	No trasvasar utilizando la boca para succionar. Emplear sistemas mecánicos de pipeteado. Utilizar equipos de protección individual certificados.
PROYECCIONES Y SALPICADURAS	Trasvases por vertido libre	Descargar presión interna del envase. Evitar el vertido libre. Utilizar equipos portátiles de bombeo o instalaciones fijas. Instalar rebosaderos o cubetos de recogida. Utilizar equipos de protección individual certificados.
	Sobrellenado de recipientes en instalaciones fijas	Control de llenado y normas de llenado máximo. Utilizar equipos de protección individual certificados. Duchas y lavajos próximos.
INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES	Existencia de atmósferas peligrosas	Con carácter general se debe: a) Impedir la formación de atmósferas explosivas: – Sustitución de las sustancias inflamables. – Limitación de la concentración. – Inertización. – Prevención o reducción de la formación de atmósfera explosiva en las inmediaciones de instalaciones. – Utilización de aparatos detectores avisadores de gas. b) Minimizar la presencia de focos de ignición, con el fin de evitar la ignición de la atmósfera explosiva.
	Evaporación incontrolada de sustancias inflamables	Eliminación o minimización de mezclas inflamables. Utilizar vitrinas en operaciones con desprendimiento de gases o vapores inflamables para pequeñas cantidades. Ventilación natural o forzada. Control de derrames.
	Formación de electricidad estática en la manipulación de líquidos inflamables	Conexión equipotencial y puesta tierra de recipientes y/u otras partes de la instalación. Modificación de la conductividad de los líquidos. Limitación de la velocidad de flujo. Evitar chorros y salpicaduras. No conectar a la puesta a tierra las sondas de muestro/medida. Puesta a tierra del personal, en aquellos puestos de trabajo fijos. Utilizar calzado y suelo antiestático. Emplear indumentaria antiestática. Emplear recipientes metálicos. Restringir el tamaño en recipientes de plástico.
	Concentración peligrosa de polvos combustibles	Evitar suspensiones o nubes de polvo en aire. Evitar la entrada de aire en la transferencia del polvo al recipiente con líquido inflamable (válvulas doble compuerta, rotatorias, de tornillo helicoidal, ...). Inertizar. Humidificar.
	Formación de electricidad estática en la manipulación de polvos combustibles	Emplear equipos y conductos metálicos. Conexiones equipotenciales y puesta a tierra. Evitar equipos y conductos de plástico. Puesta a tierra del personal, en aquellos puestos de trabajo fijos. Utilizar calzado y suelo antiestático. Emplear indumentaria antiestática. Aplicar aditivos o sistemas de ionización. Emplear sacos o bolsas antiestáticos.
	Instalación eléctrica deficiente	Uso de materiales y equipos eléctricos adecuados. Instalación eléctrica antiexplosiva (antideflagrante, seguridad aumentada, inmersión en aceite, encapsulada, intrínseca,...).
	Existencia de otros focos de ignición	Control de todo tipo de focos de ignición (focos térmicos, químicos, mecánicos o eléctricos) (véase norma UNE-EN 1127-1).

Tabla 1. Principales riesgos, causas y medidas preventivas y protectoras relacionados con la manipulación y el trasvase de sustancias peligrosas

La presente NTP tratará los riesgos y medidas de prevención y protección relacionadas con los trasvases de productos de la misma naturaleza que se cambian de recipiente contenedor. No se contemplará, sin embargo, la posibilidad de encontrarnos frente a reacciones químicas peligrosas (véanse NTP 478 y 479).

Adicionalmente se tratarán recomendaciones relativas a los envases y al tratamiento de residuos y derrames.

2. RIESGOS, CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Los principales riesgos, causas y medidas preventivas y protectoras relacionados con la manipulación y el trasvase de sustancias peligrosas se resumen en la tabla 1.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la mayoría de accidentes de origen químico suceden en operaciones de trasvases. El origen de estos accidentes suele ser, casi siempre, el desconocimiento de los efectos nocivos de las sustancias que se manipulan y la ausencia de prácticas de trabajo seguras. Cualquier acción preventiva del riesgo químico debe basarse en la información y señalización de la peligrosidad de los agentes químicos, en el correcto diseño de locales, equipos e instalaciones y en la elaboración y establecimiento de procedimientos seguros de trabajo.

Medidas generales de seguridad para efectuar trasvases

Al efectuar trasvases deberá prestarse particular atención a la ubicación de los envases, a su manipulación y transporte y a su almacenamiento.

Ubicación

Si las cantidades a trasvasar son pequeñas, el lugar más idóneo es una vitrina o cabina. Cuando se manejan cantidades importantes, se debe determinar un lugar específico para ello. Dicha zona debe contar con una ventilación adecuada, preferiblemente por extracción localizada en la zona operativa. Si se emplea una campana, ésta debe procurar una velocidad de captura (en las inmediaciones del punto de emisión) mínima de unos 0.5-1 m/s, en función del agente a trasvasar y la frecuencia de operación.

La experiencia indica que los incidentes o accidentes que se producen al trasvasar AQP pueden ser controlados y tener unos efectos mínimos si se dispone de elementos de actuación adecuados y en número suficiente. Los denominados elementos de actuación están constituidos básicamente por: duchas de seguridad, fuentes lavajos, mantas ignífugas, extintores, neutralizadores y equipos para ventilación de emergencia. La ubicación de estos elementos deberá ser lo más próxima a la zona de trabajo y su eficacia estará supeditada a su idoneidad y correcto funcionamiento, su buen estado de mantenimiento y a un suficiente entrenamiento y formación del personal (véase NTP 500).

Manipulación y transporte

Los recipientes de capacidad superior a 2 litros deben manipularse o transportarse mediante protectores de envases, cubos o carros de transporte (figura 1). Los productos especialmente peligrosos deben transportarse en recipientes metálicos rellenos de materiales absorbentes inatacables y de un tamaño tal, que sean ca-

paces de retener todo el líquido en caso de rotura del recipiente.

Almacenamiento

Ciertas sustancias pueden reaccionar de forma peligrosa (reacción violenta, desprendimiento de calor, gases tóxicos y/o inflamables,...) al entrar en contacto con, por ejemplo, el oxígeno del aire, el agua u otras sustancias incompatibles.

Por ello resulta de gran importancia el conocimiento de la reactividad e inestabilidad de los AQP que se manipulan y almacenan. La tabla 2 presenta las incompatibilidades de algunos grupos de sustancias. Existen una serie de medidas básicas que permiten lograr el almacenamiento seguro de AQP (véanse NTP 479 y 725). Dicho almacenamiento debe cumplir los requisitos mínimos de seguridad establecidos por la legislación vigente (R.D. 374/2001, R.D. 379/2001, etc.). En este sentido, cabe destacar el uso de armarios especialmente diseñados para el almacenamiento de agentes ácidos, básicos, inflamables, etc. (figura 2).



Figura 1.



Figura 2.

FAMILIA DE SUSTANCIAS	INCOMPATIBILIDADES
Oxidantes con:	Materias inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, alquilmetales, aluminio, magnesio y circonio en polvo.
Reductores con:	Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos y flúor.
Ácidos fuertes con:	Bases fuertes.
Ácido sulfúrico con:	Azúcar, celulosa, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos y sulfocianuros.

Tabla 2. Grupos de sustancias incompatibles (NTP 479)

Trasvase

En función de la cantidad de producto a trasvasar, en la operación específica de trasvase, se deben tener en cuenta las siguientes generalidades (figura 3):

- Para trasvase de cantidades de AQP comprendidas entre 10 y 20 litros, o bien si las operaciones son muy repetitivas, es conveniente disponer de envases equipados con dispositivos que faciliten la basculación.
- En general, se evitarán los trasvases por gravedad o vertido libre, empleando sistemas de bombeo. En aquellas situaciones en que no sea posible y los envases (p. ej. bidones) superen la capacidad de 20 litros, será necesario dotar a los envases de grifos que faciliten el control del vaciado y tener previsto un sistema adecuado de recogida de vertidos. Los embu-

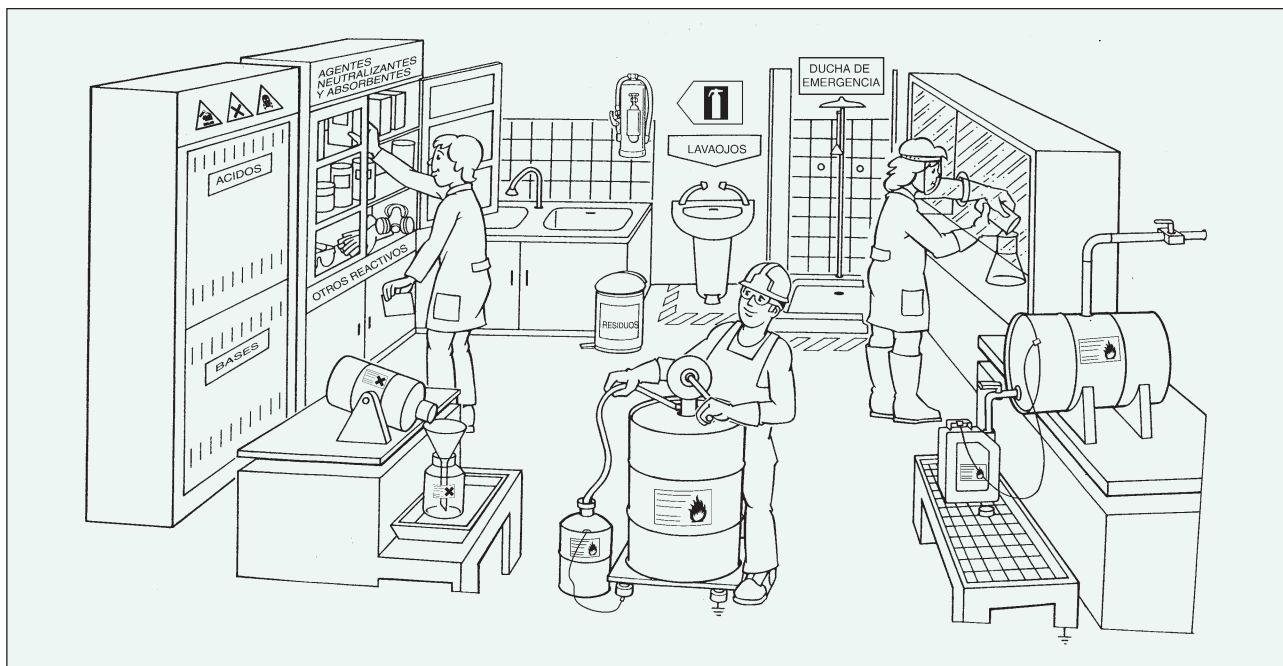


Figura 3.

dos de caña larga son herramientas imprescindibles en este tipo de operación, facilitando el llenado de abajo a arriba del recipiente, y, evitando así, el llenado a chorro o caída libre. Los recipientes se llenarán empezando por el fondo, evitando de esta forma proyecciones y pulverizaciones. Asimismo, cuando se trasvasen líquidos inflamables no se deberá olvidar la conexión equipotencial entre los diferentes recipientes y la puesta a tierra del conjunto de la instalación.

- c) Para trasvases entre envases más grandes se deberán utilizar equipos portátiles de bombeo o instalaciones fijas. La manipulación de estos envases deberá realizarse con ayuda de sistemas mecánicos (véase NTP 297).

En las operaciones de trasvase de productos inflamables, cabe destacar que antes de efectuar un trasvase de productos de estas características, se deben controlar totalmente los posibles focos de ignición próximos a la zona de operación, entre ellos la posible generación de electricidad estática (véanse NTP 225 y 567). Los materiales de los recipientes a utilizar deben ser de la máxima conductividad posible. Adicionalmente, y como medida básica se deberá garantizar la idoneidad de los envases frente a las agresiones físicas o químicas a que puedan estar sometidos.

Además de realizar el trasvase a velocidad lenta, es fundamental mantener unos tiempos llamados de relajación una vez finalizado el trasvase y antes de iniciar opera-

LIQUIDOS		CONDUCTIVIDAD (pS/m)	TIEMPO DE RELAJACIÓN (s)
CONDUCTIVIDAD BAJA	Hidrocarburos de elevada pureza	10^{-2}	2000
	Hidrocarburos típicos	0.1-10	2-200
	Compuestos aromáticos purificados (tolueno, xileno, etc.)	0.1-10	2-200
	Compuestos aromáticos típicos	5-50	0.4-4
	Gasolina	$0.1-10^2$	0.2-200
	Queroseno	0.1-50	0.4-200
	Fuel-oil	$1-10^2$	0.2-20
	Aceites blancos	$0.1-10^2$	0.2-200
	Aceites lubricantes	$10^{-2}-10^3$	0.02-2000
	Éteres	$0.1-10^2$	0.2-200
	Mezclas de disolventes aromáticos	$1-10^3$	0.02-20
	Gas natural licuado sin inhibidores de corrosión	$10-10^2$	0.2-2
CONDUCTIVIDAD MEDIA	Combustibles y aceites que contienen aditivos disipantes	$50-10^3$	0.02-0.4
	Aceites combustibles pesados	$50-10^3$	$2 \times 10^{-4}-0.4$
	Esteres	10^2-10^6	$2 \times 10^{-4}-0.2$
CONDUCTIVIDAD ELEVADA	Aceites sin purificar	$\geq 10^3$	≤ 0.02
	Gas natural licuado con inhibidores de corrosión	$\geq 10^3$	≤ 0.02
	Alcoholes	10^6-10^8	$2 \times 10^{-7}-2 \times 10^{-5}$
	Cetonas	10^5-10^8	$2 \times 10^{-7}-2 \times 10^{-4}$
	Agua	$\geq 10^2$	$\leq 2 \times 10^{-3}$

TABLA 3. Valores indicativos de conductividad y tiempo de relajación de diversos líquidos

ciones que puedan generar por sí mismas focos de ignición, como por ejemplo toma de muestras, apertura de tapas, etc. Estos tiempos dependerán del tipo de producto que se trasvasa. Para líquidos inflamables conductores el tiempo mínimo será de 30 segundos y para no conductores (resistividad superior a $10^9 \Omega \text{ m}$) de un minuto. En la tabla 3 se listan la conductividad (1/resistividad) y los correspondientes tiempos de relajación para algunos de los líquidos más empleados en la industria.

En la tabla 4, se muestra una lista indicativa, **no** exhaustiva, de medidas que pueden ayudar a prevenir accidentes en operaciones de trasvase de AQP. Destacar que, los trasvases manuales se deben limitar a recipientes de pequeña capacidad que sean fácilmente manejables.

En general, y con el fin de prevenir posibles salpicaduras y proyecciones, se aconseja seguir las siguientes directrices:

- Si se ha de mezclar ácido y agua, se deberá hacer de forma que: el ácido caiga sobre el agua, nunca al revés, pues provocaría una reacción exotérmica que podría llegar a ser sumamente peligrosa.
- En la disolución de agentes corrosivos se debe proceder como en el caso anterior.
- No se deben remover o agitar soluciones ácidas con objetos metálicos.
- No se debe calentar ningún recipiente que se encuentre cerrado.

3. ENVASES

Como medida básica se deberá garantizar la idoneidad de los envases frente a las agresiones físicas o químicas a que puedan estar sometidos.

Los tipos de recipientes empleados con mayor frecuencia son los bidones, latas, tarros, botellas, cajas, cuñetes o jerricanes, sacos, toneles, embalajes compuestos, recipientes a presión, embalajes metálicos ligeros, etc. Algunos de los materiales más frecuentes de estos recipientes son: metal (acero, aluminio,...), madera (natural, contrachapado o aglomerado), plástico, etc.

El envasado y etiquetado de las sustancias y productos químicos debe ajustarse a lo indicado en la normativa vigente (R.D. 363/1995 y R.D. 255/2003, respectivamente) (véanse NTP 635 y 649). La normativa relacionada con el transporte de mercancías peligrosas determina las disposiciones relativas a los embalajes o envases, entre ellas: la prueba de estanqueidad, el marcado, la capacidad o peso neto máximo, los dispositivos de cierre, etc.

Dispositivos de cierre de envases

El dispositivo de cierre, para envases con tapa fija, suele ser el tapón roscado cilíndrico o cónico con disco de estanqueidad. Para envases de tapa móvil, ésta suele ser del mismo material que el propio envase y estar provista de junta de estanqueidad. Los envases de 60 litros o más deben llevar además de la abertura principal otra de descompresión, para facilitar una salida normal del líquido. Esta segunda abertura puede, según los casos, estar situada en la parte inferior de una de las paredes del envase y estar provista de un grifo. De esta forma, al tener que vaciar el contenido peligroso del envase, es posible evitar la manutención del mismo. Es recomendable el uso de tapas roscadas en vez de tapas de simple presión, que deberían ser desechadas.

Adicionalmente, se puede mejorar la estanqueidad de la tapa mediante otra tapa complementaria. Esta puede ser

una membrana metálica de inviolabilidad, una tapa interior y una junta de polietileno, caucho sintético o producto similar. Otra forma de mejorar la estanqueidad del envase es utilizar los taponos de rosca de autoprecinto o de doble precinto provistos de una junta de caucho sintético situado en el fondo de la tapa. Además, el envase puede llevar una lámina para el sellado por inducción.

Normas de llenado

Antes de llenar un envase se deberá comprobar que está limpio y exento de corrosión, contaminación u otros daños; si así sucediese se deberá reparar o desechar definitivamente.

Respecto las normas de llenado, se debe tener en cuenta que, cuando el contenido sea líquido, es preciso dejar un margen de llenado suficiente para garantizar que no se produzca pérdida de líquido, ni deformación duradera del envase, como consecuencia de la dilatación del líquido por efecto de un aumento de temperatura. El grado de llenado es función del coeficiente medio de dilatación cúbica y de la temperatura.

Cuando se pueda desarrollar una sobrepresión en un envase, como consecuencia de la liberación de gases por el contenido (debido, p. ej., a un incremento de temperatura), éste podrá estar provisto de un venteo siempre y cuando el gas producido no origine un peligro adicional por ser tóxico, inflamable o por la cantidad que se pueda liberar. El respiradero debe diseñarse de forma que se eviten los escapes de líquido y/o la liberación de materias extrañas.

Envases de plástico

Los envases plásticos no son irrompibles, por ello se ha de tener en cuenta la posibilidad de su rotura, así como su vigencia. La frecuente reutilización de este tipo de envases hace necesario la exigencia de procedimientos de limpieza antes de reutilizarlos. El riesgo es todavía de mayor importancia si los agentes contenidos son mezclas que, por su acción sinérgica, se pueden convertir en agentes activos contra la masa plástica que constituye el envase. Estos envases deben ser desestimados en la operación de dilución de ácidos o álcalis, por el aumento de temperatura que lleva asociado y la posible acción degradante del agente contra el envase, así como la consecuente disminución de su resistencia mecánica.

Respecto el envejecimiento de este tipo de envases, la masa plástica evoluciona con el paso del tiempo más o menos rápidamente y, de una forma irreversible, bajo la influencia de las condiciones externas como: radiación solar, temperatura, humedad, contaminantes atmosféricos, etc. Las variaciones de color y/o dimensión, la desecación, el aumento de la porosidad, etc. pueden reflejar la necesidad de desechar el envase plástico, debido a su deterioro. Este deterioro suele acompañar a un debilitamiento de las propiedades mecánicas, hecho que aumenta la facilidad de rotura del envase.

En general, los materiales plásticos son fácilmente combustibles por lo que tienen un riesgo importante de no proteger el contenido del recipiente frente a una exposición a altas temperaturas o al fuego directo (véanse NTP 381 y 382).

Material y diseño de recipientes de seguridad para agentes de especial peligrosidad

Existen en el mercado envases de seguridad especiales para contener agentes químicos inflamables y corrosivos. Dichos recipientes deben reunir unos requisitos

1	Tener información sobre las características de los agentes químicos antes de iniciar cualquier operación con ellos: características físico-químicas, datos de peligrosidad, normas de seguridad, etc. Se deben consultar las etiquetas de los envases y las FDS.		sejable instalar indicadores de nivel con sistemas de prealarma acústica y sistemas automáticos de corte de la carga
2	Establecer procedimientos de trabajo escritos que incluyan todas las etapas a seguir y permitan realizar las operaciones de trasvase con seguridad. Dichos procedimientos deben incluir la actuación a seguir en caso de emergencia (p. ej. derrame incontrolado).	14	Disponer de rebosadero controlado para evitar que los derrames se dispersen. Controlar dichos derrames y los residuos generados, eliminándolos con métodos seguros. No absorber los derrames de AQP, aunque se lleven guantes, con trapos o papel, especialmente los corrosivos. Se debe prever el uso de sustancias o cubetos de neutralización para cada caso y abundante agua para la limpieza. En ningún caso debe emplearse serrín para absorber líquidos inflamables, recomendándose carbón activo, sepiolita u otros, en función del líquido inflamable.
3	Ofrecer programas formativos para que el personal que trabaja con AQP adquiera conocimientos y hábitos de trabajo que le permitan un comportamiento cada vez más seguro.	15	Emplear equipos de protección individual certificados adecuados a los agentes a manipular (protección respiratoria, facial, ocular, de pies, piernas, brazos, manos,...). Véase, por ejemplo, la NTP 748: "Guantes de protección contra productos químicos".
4	Evitar, en la medida de lo posible, el trasvase de AQP. Si ello no es posible, minimizar las cantidades a trasvasar, así como el número de trabajadores. Los AQP se deberán trasvasar en una zona bien ventilada, disponiendo de control de derrames y limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles.	16	Mantener los recipientes cerrados herméticamente. Cerrar siempre los recipientes una vez extraída la cantidad de producto que se necesita, volviendo a dejar el envase en el mismo lugar donde estaba almacenado
5	No efectuar trasvases en el interior de almacenes de AQP ni en el interior de espacios confinados donde puedan existir atmósferas peligrosas. No se deben trasvasar productos muy inflamables en sótanos.	17	Los recipientes deben ser seguros en relación a los productos que contengan y estar diseñados ergonómicamente. Se emplearán, preferiblemente, envases metálicos. Los envases de vidrio se utilizarán únicamente para pequeñas cantidades (2 litros para agentes corrosivos y/ o tóxicos y 4 litros para agentes inflamables). Dichos envases se transportarán en contenedores de protección que eviten, en la medida de lo posible, su rotura en caso de caída (figura 1). En el caso de emplear envases de plástico, éstos deberán ser inspeccionados visualmente y se deberá comprobar el estado de su vigencia, para controlar su posible deterioro (véanse NTP 378, 381 y 382).
6	En todos los casos se debe evitar el trasvase de sustancias por gravedad o vertido libre. Se debe potenciar el trasvase de AQP mediante sistemas de bombeo manuales o mecánicos.	18	El recipiente que contenga el producto químico a trasvasar debe estar correctamente etiquetado (véase NTP 566) (figura 4). Una vez finalizado el trasvase el recipiente receptor se deberá señalar con etiquetas que permitan a los trabajadores del centro de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> a) Identificar el producto según el nº de referencia, código o nombre usado corrientemente por todos los trabajadores en el centro de trabajo b) Conocer los riesgos que entraña, mediante pictogramas o frases adecuadas. c) Ser informados de las precauciones o consejos de prudencia a seguir.
7	El lugar donde se vaya a efectuar el trasvase debe estar tan ordenado y limpio como la operación y el AQP requieran.	19	Limpiar los envases que se vayan a reutilizar, aunque la finalidad prevista sea contener el mismo producto
8	Las sustancias inflamables y tóxicas deben trasvasarse en lugares correctamente ventilados y, preferentemente, bajo sistemas de ventilación por extracción localizada que capten los contaminantes que se desprendan en su mismo punto de emisión o generación. Dicha ventilación será obligatoria en aquellos trasvases en los que se generen gases, vapores o aerosoles.	20	Prohibir pipetear con la boca. Emplear sistemas mecánicos de pipeteado y dosificación de pequeñas cantidades de líquidos (peras, émbolos o bombas) (figura 5). Dichos sistemas, como por ejemplo las bombas de aspiración manual de caucho o cremallera, deben adaptarse bien a las pipetas a utilizar. Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.
9	Antes de efectuar el trasvase, descargar la presión interna que pueda contener el recipiente, abriendo lentamente el tapón del bidón o recipiente contenedor.	21	Evitar comer, beber, aplicar cosméticos,... y cualquier otra pauta antihigiénica en el lugar donde se manipulan o almacenan los AQP.
10	Cuando el trasvase se efectúa desde recipientes de pequeña cantidad (< 1 l) que se pueden manejar con una mano y disponen de pico, este se debe introducir prácticamente en el recipiente que se llena.	22	Es conveniente la instalación y correcto mantenimiento de medios auxiliares de protección, como pueden ser duchas, lavajos,... en las proximidades de las zonas donde se manipulen AQP.
11	En el caso de emplear embudo, utilizar uno de dimensiones adecuadas en función de la de los recipientes.		
12	Trasvasar a velocidades lentas, evitando las salpicaduras y las proyecciones, especialmente cuando se trate de líquidos o polvos inflamables. Las cargas electrostáticas que se generan en las operaciones de fricción entre materiales diferentes constituyen un peligroso foco de ignición. Igualmente, hay que evitar que se formen atmósferas peligrosas en el interior de los recipientes eliminando la entrada masiva de aire.		
13	En trasvases automatizados o cuando se realizan varias tareas simultáneamente, disponer de sistemas de control visual de llenado o indicadores de nivel que permitan saber cuando se está completando la carga de un recipiente y de ese modo evitar derrames o salpicaduras. Es aconsejable		

TABLA 4. Medidas específicas de seguridad en el trasvase de agentes químicos

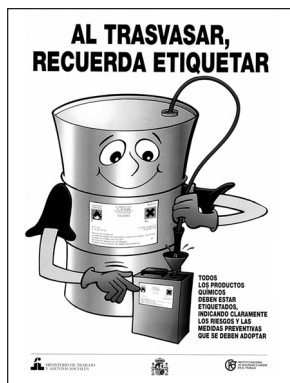


Figura 4.



Figura 5.

tos mínimos de seguridad adicionales. Para los agentes inflamables se deben desechar los envases de vidrio o plástico por no ofrecer suficiente resistencia al fuego. Los envases que contengan agentes inflamables deberán ser metálicos y diseñados de modo que el posible fuego generado en el exterior no pueda transmitirse hasta el interior del recipiente (véase NTP 378). Respecto los envases de agentes corrosivos, no deberán exceder de los 2 litros de capacidad en caso de ser de vidrio, o, en caso contrario, disponer de protección para el recipiente.

4. DERRAMES Y RESIDUOS

Para evitar los problemas derivados del derrame de AQP durante su trasvase, se deben adoptar las siguientes

medidas para limitar los efectos de los posibles derrames:

- Disponer de sistemas de recogida del AQP derramado.
- Utilizar agentes absorbentes para recoger o absorber el AQP.
- Estudiar la viabilidad de su eliminación o dilución por proyección o barrido con agua.
- Prever recipientes cerrados de recogida.
- Prever la evacuación del agente derramado según su volumen, periodicidad de generación, facilidad de neutralización y posible recuperación.

Las medidas anteriores se deberán complementar, en cualquier caso, con las siguientes:

- Ventilar la zona donde ha habido el derrame.
- Utilizar equipos de protección individual adecuados.
- Emplear recipientes de recogida colectivos.
- Prever la utilización de agentes neutralizantes.

La NTP 399 establece las directrices a seguir frente fugas de gases y vertidos accidentales de agentes líquidos y muestra, a título de ejemplo, algunos procedimientos de neutralización y absorción de vertidos.

La correcta gestión de los residuos generados, además de ser legalmente obligatoria, permite una adecuada protección de la salud y del medio ambiente laboral. La NTP 276 establece unos procedimientos para la eliminación o recuperación de los residuos generados, así como unos procedimientos generales de actuación, en función del tipo de residuo generado. Adicionalmente, la NTP 359 muestra una visión global de la gestión de residuos tóxicos en pequeña cantidad.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) **Real Decreto 374/2001**, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos
INSHT, Madrid 2003.
- (3) INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ
Electricité Statique
INRS, France 2004.
- (4) **Real Decreto 681/2003**, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- (5) **Real Decreto 551/2006**, de 12 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- (6) Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR), 2007.
- (7) ALMODÓVAR, A., NOGAREDA, C., FRAILE, A., PINILLA, J., VILLAR, M. F., de la ORDEN, M. V., ZIMMERMAN, M., LARA, J. M.,
Resultados de la Encuesta de Condiciones de Trabajo
Seguridad y salud en el trabajo, Julio 2006, n° 38, p. 30-45.
- (8) BESTRATÉN BELLOVÍ, M.,
Electricidad estática en el trasvase de líquidos inflamables
Nota Técnica de Prevención n° 225. INSHT, 1988.
- (9) TAMBORERO DEL PINO, J. M.,
Manipulación de bidones
Nota Técnica de Prevención n° 297. INSHT, 1993.
- (10) BERENGUER SUBILS, M. J., GADEA CARRERA, E.,
Información sobre productos químicos: Fichas de datos de seguridad
Nota Técnica de Prevención n° 371. INSHT, 1995.
- (11) TAMBORERO DEL PINO, J. M.,
Recipientes metálicos para líquidos inflamables
Nota Técnica de Prevención n° 378. INSHT, 1995.

- (12) TAMBORERO DEL PINO, J. M.,
Envases plásticos: condiciones generales de seguridad (I)
Nota Técnica de Prevención nº 381. INSHT, 1995.
- (13) TAMBORERO DEL PINO, J. M.,
Envases plásticos: condiciones generales de seguridad (II)
Nota Técnica de Prevención nº 382. INSHT, 1995.
- (14) GUARDINO SOLÁ, X.,
Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (I)
Nota Técnica de Prevención nº 478. INSHT, 1998.
- (15) GUARDINO SOLÁ, X.,
Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (II)
Nota Técnica de Prevención nº 479. INSHT, 1998.
- (16) GADEA CARRERA, E., GUARDINO SOLÁ, X., ROSELL FARRÁS, M. G.,
Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia
Nota Técnica de Prevención nº 500. INSHT, 1998.
- (17) PÉREZ GUERRERO, A.,
Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas
Nota Técnica de Prevención nº 566. INSHT, 2001.
- (18) TURMO SIERRA, E.,
Protección frente a cargas electrostáticas
Nota Técnica de Prevención nº 567. INSHT, 2001.
- (19) BERENGUER SUBILS, M. J., GADEA CARRERA, E.,
Clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas
Nota Técnica de Prevención nº 635. INSHT, 2004.
- (20) GADEA CARRERA, E., BERENGUER SUBILS, M. J.,
Clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos: RD 255/2003
Nota Técnica de Prevención nº 649. INSHT, 2005.
- (21) HUICI MONTAGUD, A., ALONSO ESPADALÉ, R. M.,
Propiedades fisicoquímicas relevantes en la prevención del riesgo químico
Nota Técnica de Prevención nº 663. INSHT, 2005.
- (22) ROSELL FARRÀS, M.G.
Seguridad en la laboratorio: almacenamiento de productos químicos
Nota Técnica de Prevención nº 725. INSHT, 2007.
- (23) TARÍN SANCHÍS, S., HUICI MONTAGUD, A., GUARDINO SOLÀ, X.
Clasificación y etiquetado de productos químicos: sistema mundial armonizado (GHS)
Nota Técnica de Prevención nº 726. INSHT, 2007.
- (24) TARÍN SANCHÍS, S., HUICI MONTAGUD, A., GUARDINO SOLÀ, X.
Clasificación y etiquetado de productos químicos: comparación entre el GHS y la reglamentación europea
Nota Técnica de Prevención nº 727. INSHT, 2007.
- (25) COHEN GÓMEZ, E.,
Guantes de protección contra productos químicos
Nota Técnica de Prevención nº 748. INSHT, 2006.