

Propuesta general de alternativas de manejo para los productos químicos en desuso y caducados

General proposal of management alternatives for disused and expired chemicals.

Yamila Navarro-Sosa^{1*}, Lester Rivas-Trasancos¹, Carlos César Cañete-Pérez¹, Roberto Romero-Silva¹ y María Regla Soroa-Bell¹.

¹ Centro de Investigación del Petróleo. Churruca # 481, Cerro. La Habana, Cuba. C. P. 12000. Teléfono: (53) 76494101.

RESUMEN

Desde hace años en la industria petrolera existe acumulación de productos químicos en desuso y caducados sin alternativas de solución, por lo que su manejo constituye un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. El objetivo de este trabajo consistió en proponer alternativas generales de manejo para los productos químicos en desuso y caducados. Se tuvo en cuenta aspectos tales como: etapas del ciclo de vida, premisas básicas para el manejo de productos químicos, jerarquías en las estrategias de gestión de desechos y la legislación ambiental aplicable. Como resultado se realizaron propuestas de alternativas de manejo. Las de carácter preventivo están relacionadas con la minimización de residuos que incluye la disminución en la fuente y el reciclado. Las de carácter correctivo están encaminadas a acciones de minimización o eliminación de los inventarios. Estas incluyen: estabilización del lugar, identificación de usuarios potenciales, recuperación para los usos previstos, otros posibles usos, almacenamiento temporal o confinamiento, además de soluciones de tratamiento o eliminación como neutralización, tratamientos físicos-químicos, incineración, dilución y degradación biológica. Estos resultados permiten tener una referencia para el diseño y ejecución de las acciones de manejo, lo que repercute favorablemente en la disminución de los riesgos asociados a ellas.

Palabras clave: productos químicos en desuso y caducados, alternativas de manejo.

ABSTRACT

For years in the oil industry there has been accumulation of disused and expired chemical products without alternative solutions, so their management constitutes a risk to human health and the environment. The objective of this work was to propose general management alternatives for disused and expired chemicals. Aspects such as: life cycle stages, basic premises for chemical management, hierarchies in waste management strategies and applicable environmental legislation were taken into account. As a result, proposals for management alternatives were made. Those of a preventive nature are related to the minimization of waste that includes the decrease in the source and recycling. Those of a corrective nature are aimed at minimizing or eliminating inventory actions. These include: site stabilization, identification of potential users, recovery for intended uses, other possible uses, temporary storage or confinement, as well as treatment or disposal solutions such as neutralization, physical-chemical treatments, incineration, dilution and biological degradation. These results allow us to have a reference for the design and execution of management actions, which has a favorable impact on the reduction of the risks associated with them.

Keywords: *disused and expired chemicals, management alternatives.*

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: yamilan@ceinpet.cupet.cu (Y. Navarro-Sosa)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i1.451>

Recibido: 22 de enero de 2020; Aceptado: 5 de junio de 2020

Publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Chihuahua.

TECNOCIENCIA CHIHUAHUA. Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial

4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

Las megatendencias, como el crecimiento económico mundial y la dinámica demográfica mundial, afectan la demanda de productos químicos del mercado y crean tanto riesgos como oportunidades. El crecimiento en los sectores y mercados industriales que hacen un uso intensivo de los productos químicos, como el sector petrolero, sigue impulsando el crecimiento de los mercados de los mismos. En la hipótesis de que todo siga igual, se proyecta que la tasa de crecimiento de la producción de productos químicos supere la del crecimiento de la población, al menos hasta 2030. Esto implica que el consumo per cápita de productos químicos aumenta de modo sostenido, lo que pone de relieve la necesidad de lograr un consumo y una producción sostenibles.

Para lograr una gestión racional de los productos químicos y los desechos son requisitos previos brindar un mejor acceso a información sólida para los trabajadores, consumidores y comunidades y fomentar la comprensión de esa información. Los trabajadores solo pueden protegerse si tienen acceso a información sobre seguridad y peligros químicos. Brindar a los ciudadanos y consumidores información sólida sobre los productos químicos peligrosos contenidos en los productos no solo les permite protegerse, sino también incidir en la demanda del mercado de productos más seguros y sostenibles (UNEP/EA, 2019).

Actividades como la producción, refinación y comercialización de hidrocarburos se vinculan al uso de sustancias químicas, algunas de las cuales, de no ser manejadas adecuadamente, pueden afectar la salud humana y el medio ambiente. Como ente regulador de políticas sectoriales que garanticen la adecuada aplicación de tecnologías y procedimientos en dichas actividades, la Unión Cuba Petróleo (CUPET) viene promoviendo la divulgación y conocimiento integral de los criterios técnicos que deben ser atendidos por las entidades que utilicen sustancias químicas, para lograr que todos los actores involucrados en el ciclo de vida de estas sustancias asuman responsabilidades compartidas y prevengan sus posibles impactos.(Navarro et al., 2015).

Existen numerosos documentos técnicos en el mundo que permiten catalogar los productos químicos como residuos peligrosos tal como la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de

identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (D.O. F., 2006).

En Cuba, en el Decreto Ley 309 de La Seguridad Química se define como una de las obligaciones de las organizaciones de dirección empresarial, establecer mecanismos orientados a incrementar el acceso e intercambio de información sobre el manejo de productos y desechos químicos peligrosos y el desarrollo de actividades de sensibilización y capacitación acerca de los riesgos químicos y las medidas de prevención y corrección para minimizarlos (D L 309, 2013).

En el Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos en Cuba (CITMA, 2009) se define que las sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan o cualquier otro producto químico caducado que presente alguna característica de peligrosidad, se clasifican como categoría Y14 de desechos peligrosos. Además, existe un grupo de categorías que incluyen los desechos que tengan como constituyentes determinados productos químicos que van desde la categoría Y19 hasta la Y45.

Desde hace varios años en la industria petrolera cubana existe acumulación de productos químicos en desuso y caducados sin alternativas de solución definidas, por lo que el almacenamiento y otras actividades de manejo de estas sustancias constituyen un riesgo para la salud humana y el medio ambiente (Navarro et al., 2015).

Las razones anteriores conducen a buscar vías para un adecuado manejo de los productos químicos en desuso y caducados, para lo que es muy útil contar con una guía que contenga alternativas generales de manejo, que considere cada una de las etapas del ciclo de vida de dichos productos.

Trabajos preliminares han incluido la búsqueda de información sobre el tema, la actualización del inventario de productos químicos en desuso y caducados y el diseño de una base de datos para gestionar este inventario, que facilite su manejo (Navarro et al., 2016a, 2016b). Por lo que se hace necesario investigar sobre las alternativas de manejo a aplicar que permitirán la disminución de los riesgos.

El objetivo de este trabajo fue proponer alternativas generales de manejo para los productos

químicos en desuso y caducados en la industria petrolera cubana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la propuesta de manejo de productos químicos ociosos y caducados se analizó la información obtenida en trabajos anteriores, incluyendo los inventarios de este tipo de sustancias que se encuentran insertados en la base de datos, diseñada para este fin, y a la cual es permitido acceder a todos los usuarios que se encuentren en la red CUPET (Navarro et al., 2016a).

En la propuesta de alternativas se tuvo en cuenta la clasificación de los productos químicos según sus propiedades (físico - químicas, toxicológicas, efectos específicos sobre la salud humana y efectos sobre el medio ambiente), lo que define el grado de peligrosidad según la normativa (NC, 2014).

Las etapas del ciclo de vida de los productos químicos consideradas son: adquisición, almacenamiento, comercialización, utilización, tratamiento y disposición final por ser las que inciden en que se conviertan en desuso o caducados y posteriormente sean considerados como desechos (MINBAS, 2006).

Se siguieron las premisas básicas para el manejo de productos químicos: etiquetado y/o rotulado, información de seguridad, prevención, emergencias y mejores alternativas, y los principios rectores del manejo de desechos: responsabilidad del generador en todo el ciclo de vida, prevención, precaución, autosuficiencia, proximidad, equidad, participación pública, transparencia, eficacia y eficiencia, gradualismo y mejora continua, aceptación social, compensación y flexibilidad.

Se tuvieron en cuenta las jerarquías definidas en las estrategias de gestión de desechos, que establecen que la primera opción es la prevención y minimización de la generación, seguida del aprovechamiento y valoración de los residuos, el tratamiento y como última opción, la disposición final (Martínez et al., 2005).

Se realizaron además consultas a las autoridades rectoras de la actividad ambiental sobre las estrategias de manejo propuestas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el manejo de productos químicos hay que determinar la clasificación de los mismos. Existe un gran número de ellos que pueden ocasionar lesiones,

accidentes y daños con gran facilidad, sin que se requiera de unas condiciones extremas; estos son llamados productos químicos peligrosos y exigen mayor atención.

Se clasifican según sus propiedades (físico-químicas, toxicológicas, efectos específicos sobre la salud humana y efectos sobre el medio ambiente) lo que define el grado de peligrosidad (NC, 2014).

Los productos químicos peligrosos son aquellos elementos químicos, compuestos o mezclas, tal como se presentan en su estado natural o como se producen en la industria, que originan (MINBAS, 2006):

- Riesgos para la Salud: al causar efectos agudos inmediatos o efectos crónicos en la salud de las personas o los seres vivos expuestos por un periodo de tiempo.
- Riesgos para la Seguridad: al ocasionar incendios, explosiones o descomposiciones violentas en presencia de calor, oxígeno, agua y otros factores externos.

Las principales características perjudiciales de los productos químicos son: toxicidad, inflamabilidad y explosividad, reactividad violenta, así como radioactividad.

El grado de riesgo de cada sustancia, para la salud de los trabajadores y los usuarios en general, depende de varios factores, tales como:

- El estado físico en que se encuentran estas sustancias.
- La concentración de la sustancia en el ambiente.
- Las condiciones del puesto de trabajo y el ambiente laboral.
- Las vías de ingreso de la sustancia al organismo humano.
- El tiempo de exposición.
- La susceptibilidad de la persona o personas expuestas.

A los efectos de este trabajo vamos a considerar, para los productos químicos, como etapas del ciclo de vida: adquisición, transportación, almacenamiento, comercialización, utilización, tratamiento y disposición final.

Para la aplicación de alternativas de manejo los generadores de desechos peligrosos tienen la obligación de elaborar y mantener actualizados los inventarios de los mismos, el cual es un dato clave

para la gestión, pudiendo tener diferentes utilidades como son:

- Poder implementar una política de gestión integral, estableciendo las prioridades de acción.
- Sensibilización y concientización de los distintos actores.
- Establecer las necesidades de infraestructura para el tratamiento y disposición final.
- Generar datos dinámicos de la gestión a efectos de poder analizar la efectividad de las medidas y retroalimentar las líneas de acción.
- Poder establecer indicadores de generación a efectos de actuar sobre la minimización.

Para realizar el inventario de los productos químicos en desuso y caducados se considerará, como mínimo los aspectos siguientes: nombre de la instalación, coordenadas geográficas, provincia, municipio, ubicación en cuencas hidrográficas, tipo de producto(en desuso o caducado), estado de agregación, nombre del producto, especificaciones de calidad (grado reactivo, puro para análisis o comercial), cantidad, datos del envase (número, capacidad, tipo, estado técnico y condiciones de almacenamiento), así como si la instalación está cerca de fuente de abasto de agua, asentamientos poblacionales y cría intensiva de animales (Navarro et al., 2016b).

Toda persona natural y jurídica que genere desechos peligrosos incluidos los productos químicos en desuso y caducados tiene que contar con un plan de manejo, el que debe incluir las medidas de reducción de riesgos en el acápite referido a accidentes con sustancias peligrosas (CITMA, 2009).

El manejo integral de los desechos peligrosos abarca las siguientes etapas: aplicación de estrategias de prevención de la generación en las fuentes de origen, generación, recolección, clasificación, transporte, almacenamiento, aprovechamiento económico (reciclaje, reuso), tratamiento y disposición final.

Los generadores de desechos están obligados a aplicar, como primera prioridad o alternativa de gestión, la prevención y reducción de la generación de desechos peligrosos en la fuente de origen, y en segundo orden de prioridad, están obligadas a fomentar, siempre que sea factible desde el punto de vista técnico económico y ambiental, la recuperación y aprovechamiento de los materiales con potencial para ello.

PREMISAS BÁSICAS PARA EL MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

a) Etiquetado y/o Rotulado: todos los productos químicos deben estar etiquetados y/o rotulados, de acuerdo a lo establecido en las normas, más aún si están catalogados como peligrosos para la salud, la seguridad o el medio ambiente (NC, 2014).

La etiqueta de identificación del producto químico deberá contener la información siguiente:

- Las denominaciones comerciales.
- La identificación del producto químico.
- La identificación del proveedor.
- Los símbolos e identificaciones de peligro.
- Los riesgos particulares que entrañen la utilización del producto químico, inscribiendo las frases normalizadas de riesgos (frases R).
- Los consejos de prudencia (frases S). En la NC 229 se puede encontrar la lista de frases normalizadas (R y S) de riesgos y consejos de prudencia y precauciones de acuerdo al tipo de sustancia con su símbolo (NC, 2014).

b) Información de seguridad: todas las personas que tengan relación directa o indirecta con productos químicos, deben tener acceso a la información de seguridad, que incluya las precauciones para el manejo seguro de los productos asociados a los diferentes procesos.

c) Prevención: enfocar todas las acciones de prevención cubriendo todo el ciclo de vida de los productos químicos en la entidad (desde su compra, manipulación, uso y disposición final), involucrando a los trabajadores, contratistas, proveedores y visitantes.

d) Emergencias: toda persona que manipule productos químicos debe conocer las acciones de seguridad para atender emergencias, para lo cual se deben implementar planes de atención basados en todos los posibles escenarios que se deriven de los procesos internos.

e) Mejores Alternativas: siempre que los procesos y actividades lo permitan, se deben buscar alternativas de sustitución de productos químicos por otros menos peligrosos para la salud, la seguridad y menos contaminantes para el medio ambiente.

CRITERIOS RECTORES DEL MANEJO DE DESECHOS

En el cuadro 1 se presenta una síntesis de los principales criterios que integran las políticas de gestión de residuos peligrosos en el marco del desarrollo sostenible (Martínez et al., 2005).

Cuadro 1. Principios de las Políticas de Gestión de Residuos Peligrosos
Table 1. Principles of Hazardous Waste Management Policies

Criterio	Concepto
Responsabilidad del generador	El generador será responsable de su adecuada gestión en todo el ciclo de vida, independientemente que en las diferentes etapas hayan intervenido otros actores. Se incluye el concepto de responsabilidad extendida aplicado a los importadores o productores de bienes de consumo.
Prevención	Se debe prevenir la generación de los residuos en la fuente, tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación, involucrando en consecuencia sistemas productivos más eficientes, sustitución de materias primas por otras de menos peligro o cambios tecnológicos.
Precaución	Se deben aplicar medidas para prevenir los riesgos aun cuando no existieran pruebas concluyentes sobre el posible daño, pero siempre y cuando existieran antecedentes razonables para presumir el mismo
Autosuficiencia	Se debe procurar que la gestión de residuos se realice dentro del territorio donde se generan, siempre y cuando ello sea posible desde el punto de vista ambiental, social y económico.
Proximidad	Los residuos deberán ser gestionados preferentemente lo más cerca de su origen, tanto por razones de seguridad, como por razones de costo. Se asocia al principio de autosuficiencia.
Equidad	En la distribución de tareas, deberes y derechos se deberá mantener el principio de equidad y solidaridad social.
Participación pública	Establecer mecanismos para que los diferentes sectores de la sociedad puedan tener acceso a la información y oportunidades de participación en la toma de decisiones.
Transparencia	Debe basarse en un adecuado manejo de la información con el objetivo de asegurar su disponibilidad y accesibilidad por parte de cualquier actor interesado.
Eficacia y eficiencia	Deben desarrollarse sobre la base de criterios de eficacia y eficiencia ambientales y económicas.
Gradualismo y mejora continua	Implicará una aplicación gradual, en un proceso de mejora continua, que permita la efectividad de las acciones y acompañe el desarrollo del conocimiento y el avance tecnológico.
Aceptación social	Deberá ser un elemento adicional a tener en cuenta en la selección de alternativas de gestión.
Compensación	Se aplicarán instrumentos que permitan compensar los impactos aceptables no mitigables.
Flexibilidad	La heterogeneidad de situaciones hace necesario que los instrumentos de política sean flexibles a efectos de poder dar solución a casos específicos y viabilizar la aplicación efectiva.

PRINCIPIOS DE JERARQUÍA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

En el marco de una política de gestión integral de residuos acorde con el desarrollo sostenible, es necesario definir jerarquías en las estrategias de gestión, las que tendrán como primera prioridad evitar la generación de residuos en la fuente, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo.

Prevenir y minimizar la generación: se encuentra como primera en la escala. Promover la minimización en la generación de residuos y prevenir los riesgos inherentes a su manejo involucra establecer una política de producción más limpia.

Esta etapa de gestión está orientada a la autogestión y dependerá en gran parte del cambio de conducta del generador. Dentro de este concepto también se incorpora el concepto de consumo sustentable, donde el consumidor final es clave para minimizar la generación de residuos peligrosos generados como resultado del final de vida útil de un bien de consumo. La aplicación de campañas de educación y sensibilización tendientes a modificar hábitos de consumo es esencial para atender este aspecto. Sin perjuicio de ello es necesario también incorporar una política de producción de bienes que apunte a disminuir, entre otras cosas, la cantidad de materiales peligrosos presente en los mismos.

Aprovechamiento y valorización de residuos: como segundo orden jerárquico se debe fomentar la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. Para su efectiva implementación es necesario que se desarrollen los mercados de materiales reciclados.

Tratamiento: ubicado en el tercer lugar en el orden jerárquico, involucrará procesos de transformación ambientalmente aceptables, que tienen como objetivo reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos.

Disposición final: última opción en la escala jerárquica, involucra la práctica de disponer residuos en un lugar, diseñado y operado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental. Dada las características de los residuos peligrosos, esta modalidad involucra el almacenamiento de largo plazo de los residuos. Es por esta razón que se debe asegurar que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos.

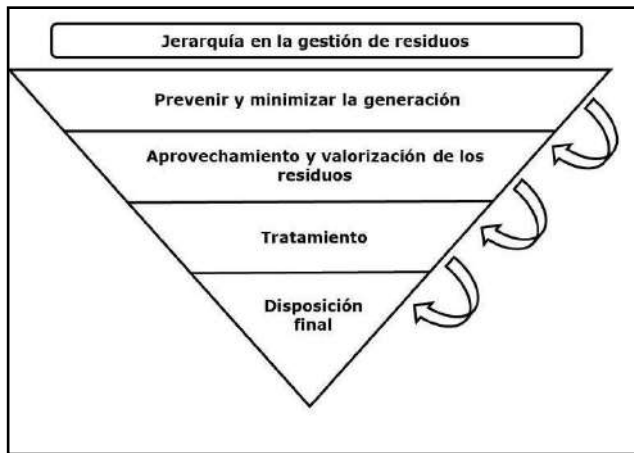


Figura 1. Jerarquía en la Gestión de Residuos
Figure 1. Hierarchy in Waste Management

ALTERNATIVAS DE MANEJO

Las alternativas de manejo serán ejecutadas teniendo en cuenta cada una de las etapas del ciclo de vida de los productos químicos y los principios de jerarquía en la gestión de residuos. Las acciones serán de carácter preventivo que incluye la minimización de residuos y de carácter correctivo que están encaminadas a acciones de minimización o eliminación de los inventarios de productos químicos en desuso y caducados.

Acciones de carácter preventivo

- a) Minimización de Residuos (figura 2): consiste en reducir el volumen y la peligrosidad de residuos generados, basándose en dos formas fundamentales:
- Reducción en la fuente
 - Reciclado

En este caso el reciclado es una opción a aplicar antes de que los productos químicos se conviertan en caducados. Siempre debe preferirse la reducción en la fuente. (Martínez et al., 2005).



Figura 2. Minimización de Residuos
Figure 2. Waste Minimization

Cambio de productos

La eliminación de riesgos e impactos debidos al manejo de una sustancia química peligrosa se logra sustituyendo ese insumo químico o el producto que lo contiene por otro que presente un riesgo menor. Aunque la sustitución es el método más directo para la reducción de peligro, no siempre es práctica. Se debe realizar una evaluación cuidadosa antes de llevar a cabo cualquier plan de sustitución para asegurar que un químico nuevo alternativo no posea un peligro mayor que el producto que se usa en la actualidad.

La metodología para el desarrollo de un proceso de sustitución incluye una serie de pasos lógicos que hacen parte de un ciclo de mejoramiento continuo. Los pasos metodológicos básicos se describen a continuación:

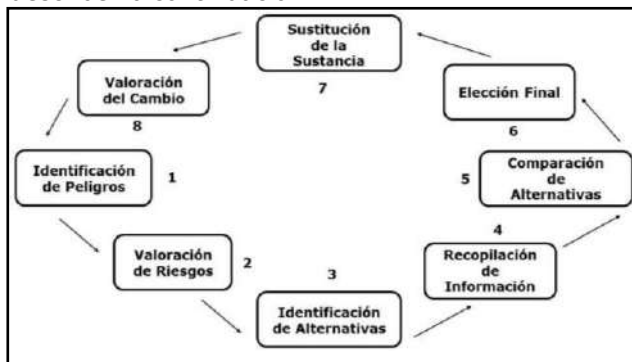


Figura 3. Pasos Metodológicos para la sustitución de un producto químico.
Figure 3. Methodological steps for the substitution of a chemical product.

Identificación de peligros y valoración de riesgos: estos pasos involucran la decisión de que sustancia o proceso actual representa un riesgo. Un peligro se define como el potencial inherente a una sustancia o un proceso que puede afectar las personas o el medio ambiente. El riesgo tiene que ver con la probabilidad de que esto ocurra.

Identificación de alternativas: búsqueda de opciones de las sustancias químicas que se han identificado con nivel de riesgos significativo para la salud y/o el ambiente. La búsqueda puede hacerse utilizando fuentes de información disponibles (incluyen autoridades ambientales y de salud, organizaciones no gubernamentales, universidades, centros de investigación y proveedores de insumos químicos) o a través de bases de datos especializados en los procesos industriales específicos.

Recopilación de información: este paso es indispensable para hacer comparaciones objetivas de las alternativas identificadas. Es importante tener la información a disposición ya que la elección de una sustancia química alternativa puede requerir cambios en aspectos como:

- La forma como se realiza el trabajo.
- El tipo de equipo o partes de equipos necesarios para hacer compatible el proceso con el químico sustituto.
- El sistema de ventilación que se puede requerir.
- Los métodos de disposición de residuos.
- Los requerimientos regulatorios que puedan aplicar.

Comparación de alternativas: en este paso se comparan las alternativas entre sí y con la sustancia o proceso que se usa actualmente. En casos específicos, es difícil comparar los riesgos de un químico muy inflamable con los de uno muy tóxico. Se recomienda pensar en los efectos en términos simples. Además de las implicaciones ambientales y a la salud, se debe evaluar el grado de impacto que tendrá la nueva sustancia sobre el proceso.

Decisión: este paso representa la mayor dificultad. Se debe recordar que el cambio en un proceso puede afectar muchos otros. Se recomienda consultar con los trabajadores que estarán encargados de la manipulación directa. Es conveniente verificar el comportamiento del sustituto a escala de laboratorio y de planta piloto antes de su introducción a la actividad o proceso.

Introducción del sustituto: se debe planear el cambio del material o proceso considerando las

medidas de seguridad necesarias. Se debe entrenar a los trabajadores involucrados.

Valoración del cambio: se debe verificar el proceso para ver si la sustitución ha producido los resultados esperados y las valoraciones basarse en el análisis de monitoreos de tipo ambiental y ocupacional.

La sustitución debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Efectividad: El material sustituto deberá cumplir con los requerimientos técnicos para el trabajo o proceso (por ejemplo, solubilidad, tiempo de secado).
- Compatibilidad: El material sustituto no debe interferir con el proceso, o reaccionar con los otros materiales o el equipo.
- Control de proceso: Los métodos de control de los procesos existentes deben aceptar al material sustituto. En caso contrario, se debe evaluar la posibilidad de realizar cambios en ellos, ya sea reemplazándolos o ajustando los equipos y/o las variables de control.
- Manejo de residuos: El sistema de control y disposición de residuos de la instalación debe responder ante los requerimientos técnicos y regulatorios cuando se trabaje con cualquier residuo creado por el uso del material sustituto.

Acciones de carácter correctivo

Entre las acciones de carácter correctivo se encuentran:

- a) Estabilización del lugar: considera el reenvasado de productos, limpieza de derrames, envasado de materiales contaminados.
- b) Identificación de usuarios potenciales: esta actividad considera la transferencia de productos químicos en desuso y caducados, a otras entidades externas con potencial de utilización de estos productos. Es considerado también un reciclaje, pero a diferencia del anterior se aplica cuando los productos químicos han pasado a la categoría de en desuso y caducados.
- c) Recuperación de productos químicos para los usos previstos: esta acción considera la posibilidad de recuperar productos químicos que han sufrido un daño reversible, como resultado de las deficientes condiciones de almacenamiento. Bajo esta alternativa se

- incluye la posibilidad de recuperar productos químicos que se han hidratado.
- d) Otros usos posibles: considera la posibilidad de identificar otros usos, tanto en el plano interno como externo a la empresa.
- e) Almacenamiento temporal/confinamiento: considera el almacenamiento temporal de un producto químico y desechos peligrosos, que, en base a sus características particulares, requiere de determinados requisitos de seguridad para la ejecución de esta práctica y para los cuáles se reconocen alternativas de tratamiento que no resultan posible ejecutar, dada la ausencia de capacidades nacionales con los requisitos técnicos necesarios. Especial atención debe prestarse a reactivos de laboratorio o productos químicos destinados a otros usos que contienen cianuro, plomo, vanadio, estroncio, cadmio, cromo, mercurio y arsénico. En el caso de los desechos de este tipo que contengan metales pesados se clasifican en correspondencia al metal que corresponda. En esta opción hay que tener en cuenta que en el almacenamiento solo se pueden poner en contacto entre sí o mezclarse cuando sean de naturaleza compatible. Al efecto se puede utilizar como referencia la tabla de incompatibilidades del reglamento integral para el manejo de desechos peligrosos (CITMA, 2009).
- f) Soluciones de tratamiento o eliminación: esta actividad considera soluciones derivadas de estudios y/o evaluaciones, con el fin de determinar las alternativas más viables para el tratamiento, destrucción o eliminación final de las existencias de un producto químico determinado.
- g) Estas soluciones pueden incluir procesos de neutralización, tratamientos físicos-químicos, incineración, dilución y degradación biológica. Las que deben ser evaluadas de forma particular para cada sustancia, en dependencia del tipo, cantidad, peligrosidad y características particulares y teniendo en cuenta las condiciones técnicas disponibles para su aplicación, las que deberán ser aprobadas por la autoridad ambiental correspondiente mediante la licencia ambiental (Navarro et al., 2017). En los procesos de tratamiento y disposición final hay que tener en cuenta que los efectos

que se generan de las reacciones, pueden ser controlados (CITMA, 2009).

CONCLUSIONES

Al proponer alternativas para el manejo de productos químicos en desuso y caducados, hay que tener en cuenta las regulaciones ambientales sobre el tema y los criterios y principios para el manejo de este tipo de sustancias, así como los principios de las políticas y jerarquía en la gestión de residuos. Las acciones serán de carácter preventivo y correctivo, siendo las primeras las que representan los mejores resultados ambientales y económicos. Estas alternativas propuestas sirven de guía para el manejo de este tipo de productos lo que permitirá disminuir los riesgos al ser humano y al medio ambiente y tiene como novedad que resume los criterios a tener en cuenta y el orden lógico de aplicación.

REFERENCIAS

- Decreto Ley 309.2013. De la Seguridad Química. Gaceta Oficial 015 Ordinaria. Raúl Castro Ruz, Presidente del Consejo de Estado. Febrero de 2013.p. 561-569. https://www.gacetaoficial.gob.cu/sites/default/files/go_o_015_2013.pdf
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F.). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México, Distrito Federal, 2 del mes de junio de 2006.p. 1-40. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNAT/SEMARNAT.htm>
- Martínez J., Mallo, M., Rosario L., Alvarez Y., Salvarrey A. y Gristo P.. 2005. Guía para la Gestión Integral de Desechos peligrosos. Fundamentos Tomo I. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo. Uruguay. 163 p. <https://bit.ly/3xsEiKJ>
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).2009. Resolución 136/2009 Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos. Gaceta Oficial No. 037 Ordinaria de 28 de septiembre de 2009. Ministerio de Justicia. La Habana, Cuba. p. 1288-1303. <https://bit.ly/3HtU4cN>
- Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). 2006. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Productos Químicos y Desechos Peligrosos. Habana. Cuba. 14 p.

Navarro-Sosa Y., L. Rivas, C. Cañete, R. Romero y M. Soroa. Documento descriptivo del Proyecto 9005 "Manejo de Productos Químicos en la Industria Petrolera Cubana". Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). La Habana. Cuba. 2015. 10 p.

Navarro-Sosa Y., L. Rivas, C. Cañete, R. Romero y M. Soroa. 2016a. Informe Etapa 01 Búsqueda de información sobre el manejo de sustancias químicas. Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). La Habana. Cuba. 12p

Navarro-Sosa Y., L. Rivas, C. Cañete, R. Romero y M. Soroa. 2017. Informe Etapa 05 Propuesta general de alternativas de manejo para los productos químicos ociosos y caducos. Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). La Habana. Cuba. 24 p

Oficina Nacional de Normalización (NC). 2014. NC 229:2014 Seguridad y salud en el trabajo — productos químicos peligrosos — medidas para la reducción del riesgo. Habana. Cuba. 31p.
<https://bit.ly/39wHFIL>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (UNEP/EA). 2019. Perspectivas el Medio Ambiente (UNEP/EA). 2019. Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial II: de las herencias a las soluciones innovadoras. UNEP/EA.4/21.
<https://www.unep.org/es/resources/perspectivas-del-medio-ambiente-mundial-6>