

GESTION DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS DE LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNSCH - 2017

Cronwell E. Alarcón Mundaca, César A. Vargas Lindo

Instituto de Investigación e Innovación de Ingeniería Química y Metalurgia
Programa de investigación en procesos industriales - Área de protección y control ambiental
E-mail: cronwelleduardo@gmail.com

RESUMEN

Es propósito del presente trabajo identificar las características de los residuos líquidos generados en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con la finalidad de establecer una categorización que facilite el diseño de procedimientos de etiquetado, envasado y acopio para recomendar tipos de recipientes y lugares de almacenamiento apropiados para los residuos de los laboratorios.

Palabras clave: Gestión, residuos líquidos, laboratorio.

MANAGEMENT OF WASTE LIQUIDS FROM THE FACULTY OF CHEMISTRY OF THE UNSCH ENGINEERING LABORATORIES – 2017

ABSTRACT

Is purpose of this work to identify the characteristics of the liquids waste generated in the laboratories of the Faculty of chemical engineering at the National University of San Cristóbal de Huamanga, with the purpose of establishing a categorization that facilitate the design of labelling, packaging and collection procedures to recommend types of containers and storage places suitable for laboratories waste.

Key words: management, liquids waste, laboratory.

INTRODUCCIÓN

A diferencia de lo que sucede con la actividad industrial, los residuos generados en los laboratorios se caracterizan por presentar un reducido volumen y una gran variedad; en consecuencia las prácticas de almacenamiento y eliminación se deben enfocar hacia las etapas iniciales de generación, por medio de la identificación de sus características y estableciendo criterios de compatibilidad que permitan su almacenamiento seguro, hasta que se alcance un volumen de acumulación tal que justifique la contratación de un operador externo habilitado para su transporte y eliminación.

En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia se manipulan diferentes materiales líquidos y sólidos que contribuyen a la generación de residuos especiales, la mayoría de los cuales están incluidos en los listados de sustancias sometidas a control y que generan algún tipo de contaminación.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diagnóstico Situacional

Para conocer el estado general del manejo de los residuos en los laboratorios de docencia, investigación y extensión, se debe realizar un diagnóstico formulado para detectar falencias comunes. Se debe elaborar una encuesta orientada a la identificación de los tipos de sustancias utilizadas y de los residuos generados. Dicha encuesta se dividirá en tres secciones; la primera

dedicada a la identificación de las características de los residuos generados en los laboratorios, la segunda orientada hacia la identificación de las actividades realizadas en cada uno de ellos y la tercera relacionada con el manejo y consumo de reactivos para análisis. La encuesta se distribuirá entre los responsables de los laboratorios que integran la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

La información recopilada se complementará con la realización de un programa de visitas a los laboratorios con el propósito de establecer otros aspectos relevantes como los siguientes: modalidades operativas, capacitación y formación del personal, distribución espacial del equipamiento y superficie afectada a la realización de las tareas habituales.

El análisis y evaluación de las respuestas permitirá mejorar el conocimiento de las actividades específicas desarrolladas en los laboratorios y facilitará la diferenciación de los residuos por grupos o categorías basadas en su estado físico, composición y compatibilidad química. Esa diferenciación se utilizará para proponer un método de clasificación de residuos a partir de la identificación de los mismos por medio de rótulos o etiquetas y en la definición de las propiedades de los contenedores para su almacenamiento en los lugares más adecuados para dicho fin. Dicho método se utilizará para el diseño de un procedimiento general para el registro de los residuos generados en los laboratorios.

Finalmente se elaborará un programa conformado por un conjunto de etapas sucesivas y para lograr una amplia difusión entre los actores involucrados, se propondrá la realización de jornadas de capacitación.

Durante los recorridos de reconocimiento en las instalaciones de los laboratorios de la FIQM, se observará que gestión de los residuos se realiza por cada uno de los Laboratorios, Centros de Investigación y Talleres; considerando la mayor relevancia iniciar un cuidadoso análisis de las corrientes residuales producidas por cada sector con el objeto de identificar falencias comunes a todos y elaborar alternativas de mejora que incluirán aspectos organizacionales, de gestión, de seguridad, de economía y ambientales.

1.1 Contenido De La Encuesta

A. Identificación de los residuos generados

Para la identificación de los residuos se tendrá en cuenta las materias primas empleadas en cada actividad, su transformación y la mezcla con otros productos. La información relevada se compara con la aportada por las reglamentaciones vigentes, teniendo en cuenta tanto las propiedades fisicoquímicas como las características de incompatibilidad. Este procedimiento concluirá con la determinación de grupos diferentes de reactivos: A propuesta se podría clasificar como sigue, dependiendo del laboratorio:

- Grupo I : Disolventes orgánicos halogenados
- Grupo II : Disolventes orgánicos no halogenados
- Grupo III : Disoluciones acuosas
- Grupo IV : Ácidos
- Grupo V : Hidrocarburos. Aceites usados
- Grupo VI : Tóxicos especiales. No identificados

B. Actividades Realizadas

La naturaleza de las actividades desarrolladas por los diferentes laboratorios, permitirá obtener información adicional que se utilizará para identificar diversas necesidades relacionadas con aspectos tales como la capacitación del personal y la disponibilidad de recipientes adecuados a los tipos de residuos generados.

C. Manejo y Consumo de Reactivos

Se debe de evaluar el empleo de algún método de clasificación de residuos, modalidad e instrucción del personal responsable del manejo de reactivos en el laboratorio sobre las particularidades de los mismos y su disposición luego de las prácticas.

2. Localización

La parte experimental se desarrollará en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la UNSCH ubicados en la ciudad universitaria en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga.

3. Recursos Humanos

- Investigador: Ing. Cronwell Eduardo Alarcón Mundaca
- Revisión de literatura y Materiales y Métodos
 - Publicación de los informes.

- Investigador: Ing. César Aurelio Vargas Lindo.
- Desarrollo de la técnica experimental

4. Requerimiento Logístico:

- Materia prima residuos generados en los laboratorios.
- Materiales Didácticos: Formatos estructurados para el análisis
- Utensilios y equipos: las indicadas líneas arriba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Diagnóstico preliminar

Durante los recorridos de reconocimiento realizados en las instalaciones de los laboratorios de la F.I.Q.M., se observó que la gestión de los residuos era realizada por cada uno de los Laboratorios, Centros de Investigación y Talleres; en algunos casos con el empleo de procedimientos más o menos normalizados y en otros con cierto grado de desorden. Bajo tales circunstancias, se consideró de la mayor relevancia iniciar un cuidadoso análisis de las corrientes residuales producidas por cada sector con el objeto de identificar falencias comunes a todos y elaborar alternativas de mejora que incluyeran aspectos organizacionales, de gestión, de seguridad, de economía y ambientales.

Para la realización del diagnóstico sobre un total de 24 laboratorios se seleccionaron 13, teniendo en cuenta el tipo de muestras sobre las que se realizan análisis, ensayos o determinaciones y el empleo de reactivos químicos.

Laboratorios Seleccionados para el Diagnóstico:

- Laboratorios de Química General (A, B, C)
- Laboratorio de Química Inorgánica
- Laboratorios de Química Orgánica (A, B)
- Laboratorio de Físicoquímica
- Laboratorio de Química Analítica
- Laboratorio de Química Instrumental
- Laboratorio de Concentración y Procesos metalúrgicos
- Laboratorio de Biotecnología Industrial
- Laboratorio de Procesos Agroindustriales
- Laboratorio de Análisis de Alimentos

Las conclusiones obtenidas relacionadas con la gestión de los residuos, se resumen a continuación:

Tabla 1. Conclusiones del diagnóstico

Descriptor	Detalle
Registros	Existencia parcial de registros de cantidades, procedencia, estado físico y químico, compatibilidad química, lugar de acopio y destino final, entre otros
Responsable	Necesidad de designar responsables del manejo intra y extra institucional.
Identificación	Precaria, insuficiente, incompleta o heterogénea de los residuos de laboratorio.
Envasado	Empleo de recipientes inadecuados, rebalse del contenido, cierres deficientes.
Almacenamiento	Carencia de sectores acondicionados para el acopio. Salvo tachos de basura normal.
Eliminación	Sin control, mezcla de corrientes residuales.
Capacitación	Ausencia de programas de capacitación.

2. Actividades realizadas por todos los laboratorios

Con relación a las actividades realizadas, se pudo determinar que la cantidad de laboratorios que imparten prácticas a los alumnos supera el 81% del total de unidades encuestadas; el 68% de los laboratorios realizan actividades de extensión que involucran el análisis de muestras de terceros.

En cuanto a la gestión de los residuos generados, el análisis de la información recopilada reveló que sólo 4 laboratorios del total emplean algún método de clasificación de residuos; sin embargo la cantidad de laboratorio que manifestó emplear recipientes para cada tipo de residuos, duplicó el número de los que emplean algún método de clasificación.

Seis (6) laboratorios manifestaron que el empleo de reactivos no se aplica a su actividad y ocho (8) expresaron que se lleva un registro para el ingreso de reactivos y que disponen de lugares específicos de acopio. De estos últimos, sólo 5 mantienen procedimientos de documentación y 3 aplican rótulo a los envases con residuos.

De los 13 laboratorios encuestados, 7 expresaron que los materiales peligrosos se guardan en pequeñas cantidades y otros 5 manifestaron que la situación no es aplicable a la actividad del laboratorio.

La práctica relacionada con el registro de muestras para análisis es utilizada por 11 de los 13 laboratorios y sólo 5 necesitan mantenerlas refrigeradas.

3. Actividades realizadas por los laboratorios seleccionados

Los resultados referidos a los laboratorios seleccionados en función del tipo de muestras que procesan, indican que todos ellos realizan actividades de docencia, investigación y extensión.

De estos, todos registran el ingreso de reactivos; 13 emplean algún procedimiento para la documentación del ingreso y 6 cuentan con lugares específicos para el acopio de residuos.

Con relación al rotulado de envases, la encuesta arrojó los siguientes resultados: 15 laboratorios rotulan los envases de reactivos vacíos, 4 manifestaron que rellenan los envases con otros productos o residuos y con respecto al destino que se da a los envases no rotulados, 13

expresaron que su contenido siempre es desechado.

Solamente 2 laboratorios declararon recibir instrucciones por parte del proveedor de reactivos para el manejo de los residuos; 3 expresaron que emplean algún método de clasificación de residuos y que se instruye al personal sobre el método adoptado.

La totalidad de las respuestas relacionadas con el tamaño o la cantidad de las muestras ingresadas a los laboratorios por parte de los usuarios, resulta coincidente en todos los casos: no existen procedimientos instructivos que limiten la cantidad o el tamaño de las muestras.

4. Características de los residuos generados

Para la identificación de los residuos se tuvo en cuenta las materias primas empleadas en cada actividad, su transformación y la mezcla con otros productos. La información relevada se comparó con la aportada por las reglamentaciones vigentes, teniendo en cuenta tanto las propiedades fisicoquímicas como las características de incompatibilidad. Este procedimiento concluyó con la determinación de seis grupos diferentes:

Grupo I: Disolventes orgánicos halogenados

- Tetracloruro de carbono
- Cloroformo
- Bromo benceno
- Yodoformo
- Dicloroetano

Grupo II: Disolventes orgánicos no halogenados

- Etanol
- Metanol
- Acetona
- Bencina comercial

Grupo III: Disoluciones acuosas

- Soluciones de todos los tipos de sales orgánicas
- Soluciones de sales inorgánicas

Grupo IV : Ácidos y Bases y sus disoluciones:

- Ácido Sulfúrico
- Ácido Nítrico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Acético
- Acido Benzoico
- Ácido Fosfórico
- Ácido Cítrico
- Hidróxido de sodio
- Hidróxido de potasio

<ul style="list-style-type: none"> - Hidróxido de amonio <p>Grupo V : Hidrocarburos. Aceites usados</p> <ul style="list-style-type: none"> - N-hexano - Benceno - Tolueno - Ciclo hexano 	<ul style="list-style-type: none"> - Mezclas de hidrocarburos (gasolina, petróleo, etc.) <p>Grupo VI : Tóxicos especiales. No identificados</p> <p>El número de Grupos se consideró aceptable, ya que una cantidad mayor dificulta los procesos de separación y clasificación.</p>
---	---

Tabla 2. Residuos generados por los laboratorios.

Residuos	Descripción
GRUPO I	3 laboratorios con residuos que contienen disolventes orgánicos halogenados
GRUPO II	6 laboratorios con residuos que contienen disolventes orgánicos NO halogenados
GRUPO III	5 laboratorios con residuos que contienen disoluciones ácidas de metales
GRUPO IV	3 laboratorios con residuos que contienen disoluciones básicas de metales
GRUPO V	6 laboratorios con residuos que contienen hidrocarburos
GRUPO VI	5 laboratorios con residuos que contienen tóxicos especiales.

5. Recipientes para el almacenamiento de residuos

El método propuesto para el manejo de los residuos peligrosos, corresponde a la gestión interna y el objetivo a alcanzar es la definición de un procedimiento general unificado para la identificación y selección de recipientes, que pueda ser extendido a la totalidad de los laboratorios.

Se tuvo en cuenta la necesidad de garantizar tanto la integridad de los envases, como la contención segura los productos o materiales almacenados. Se concluyó que la estrategia de gestión más aconsejable corresponde a la situación en la que cada laboratorio almacene temporalmente una reducida cantidad de los residuos generados, de esta manera se consigue trabajar con recipientes de menor tamaño y se facilita su retiro y traslado.

6. Lugares para el acopio de residuos

Estos se diferenciaron en función del sitio en el que se realiza la actividad y según la extensión temporal del almacenamiento, lo que permitió establecer dos situaciones posibles:

- a) Almacenamiento en laboratorio: con énfasis en las propiedades de los materiales residuales, considerando la generación de pequeñas cantidades y almacenamiento de corta duración; disponibilidad de un sector claramente señalado, provisto de carteles de advertencia, separado de eventuales fuentes de ignición, provisto barreras físicas que impidan el contacto con otros recipientes y que permitan la contención de fugas o derrames. Cada recipiente debe exhibir de manera clara y visible el rótulo de identificación del Grupo al que pertenece su contenido.
- b) Almacenamiento común: corresponde a los sectores que reúnen mayores cantidades de residuos por períodos temporales prolongados, requieren iluminación y ventilación adecuadas al tipo de materiales almacenados, limitación del ingreso al personal habilitado, registro de identificación de la fecha, procedencia, capacidad y contenido de los recipientes admitidos para el ingreso. Existencia de un plan de contingencias para situaciones extraordinarias, equipamiento y elementos

necesarios para la intervención inmediata, resguardo de las distancias de seguridad y, en el caso de resultar necesario, la correspondiente habilitación municipal.

7. Procedimiento general para el registro de residuos

Se inicia con el inventario de residuos, que comprende la determinación de la cantidad generada por unidad de medida (determinaciones efectuadas; cantidad de reactivo empleado; por día de trabajo) y composición. A continuación se procede a clasificarlos según las especificaciones que describen los materiales residuales de cada Grupo.

La generación de residuos se registra en una ficha particular -que se completa por duplicado- para cada corriente residual, quedando el original en poder del laboratorio responsable de la generación y la copia en el área de almacenamiento común (ambas debidamente firmadas). La información mínima que debe constar en cada ficha se indica a continuación:

Centro generador. Nombre del Director del Centro, Instituto / Laboratorio / Grupo. Teléfono de contacto. Sustancias que contiene el recipiente. Grupo al que pertenece el residuo contenido. Proporción de la mezcla (cuando corresponda). N° de registro y Fecha.

Se aconseja que la identificación de los recipientes con residuos en su interior, se realice con rótulos adhesivos que resuman la información de la ficha.

Conclusiones

El desarrollo metodológico empleado para la evaluación de la generación de residuos en los laboratorios de la FIQM de la UNSCH, permitió detectar un conjunto de carencias comunes a todos ellos.

En la elaboración del modelo de gestión para los residuos de los laboratorios, se tuvo en cuenta el almacenamiento, manejo interno, requerimientos de envases, sectores de acopio temporal, rotulado, elementos para el movimiento interno y de gestión externa (transporte y eliminación).

Una de las primeras tareas cuya implementación se propone, consiste en la revisión de los pedidos de materiales y

reactivos referidos al tamaño y cantidad de muestra requerida para cada tipo de análisis. Esta medida permitirá reducir en más de 32% la cantidad de residuos a gestionar en los laboratorios.

El conocimiento de las actividades de cada laboratorio, permitirá reducir los tamaños de los recipientes para el almacenamiento temporal de los residuos y evitar el empleo de envases no identificados.

La implementación de las mejoras expresadas se puede lograr en 4 meses de trabajo con el personal de los laboratorios y a partir de la difusión de instructivos breves para cada actividad.

Recomendaciones

Es de urgente necesidad que la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, así como cada uno de los laboratorios de la misma, inicien con el proceso del manejo adecuado de los residuos generados en las prácticas de laboratorio y en las actividades diarias que se realizan dentro de sus ambientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca-Guerrero, Lilliana; Maas, Ger; Hogland, William (1 de junio de 2015). «Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo». *Revista Tecnología en Marcha* 28 (2):141-168. ISSN2215-3241. Consultado el 22 de diciembre de 2015.

Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable (CMDSD), organizada por las Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992.

Llamas, S.*; Mercante, I. Metodología para la Gestión de Residuos de Laboratorios Instituto de Medio Ambiente. Facultad de Ingeniería. 2009. Universidad Nacional de Cuyo Casilla de Correos 405 (5500). Ciudad, Mendoza - Argentina.

Parsons (1906), Sistematizar la caracterización y evacuación de residuos sólidos.

Puig Ventosa, I. (2007). Fiscalidad verde y residuos. *Daphnia* 43. Guía sobre gestión de residuos en la industria alimentaria Edición: Octubre de 2010.

“Río+10”, Tokio 2002.

Tchobanoglous y otros, 1994, *Integrated Solid Waste Management (ISWM)*.