

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Eficiencia de la hidrolavadora en el tratamiento de
contenedores peligrosos para uso industrial en una empresa
operadora de residuos solidos**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Paul Tsukahara Yang Chavez Mendoza
Jesús Alonzo Carbonero Zelada

Asesor:

Jackson Edgardo Pérez Carpio

Lima, Abril del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Jackson Edgardo Pérez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia de la hidrolavadora en el tratamiento de contenedores peligrosos para uso industrial en una empresa operadora de residuos sólidos”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres: Paul Tsukahara Yang Chavez Mendoza y Jesús Alonzo Carbonero Zelada, para obtener el título de Profesional de ingeniero ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 21 días del mes de abril del año 2021



Jackson Edgardo Pérez Carpio

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 13 días día(s) del mes de abril del año 2021 siendo las 20:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodríguez**, y los demás miembros: **Ing. Orlando Alan Poma Porras** y **Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas**, y el asesor **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Eficiencia de la hidrolavadora en el tratamiento de contenedores peligrosos para uso industrial en una empresa operadora de residuos sólidos"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **PAUL TSUKAHARA YANG CHAVEZ MENDOZA**

.....b) **JESUS ALONZO CARBONERO ZELADA**.....

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**
(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **PAUL TSUKAHARA YANG CHAVEZ MENDOZA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE


Candidato (b): **JESUS ALONZO CARBONERO ZELADA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga



Secretario
Mg. Iliana Del Carmen
Gutierrez Rodríguez

Asesor
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio

Miembro
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Miembro
Mg. Joel Hugo
Fernandez Rojas

Candidato/a (a)
Paul Tsukahara Yang
Chavez Mendoza

Candidato/a (b)
Jesus Alonzo
Carbonero Zelada

Candidato/a (c)

EFICIENCIA DE LA HIDROLAVADORA EN EL TRATAMIENTO DE
CONTENEDORES PELIGROSOS PARA USO INDUSTRIAL EN UNA EMPRESA
OPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS

*Efficiency of the pressure washer in the treatment of hazardous containers for industrial
use in a solid waste operating company*

Paul Tsukahara Chavez^{1*}, Alonzo Carbonero², Jackson Edgardo Pérez³

Resumen

En la actualidad, los contenedores IBC de mil litros de capacidad son utilizados para diferentes fines industriales, en especial para almacenar sustancias químicas peligrosas y poder ser transportadas con facilidad, al finalizar su uso como envases de almacenamientos estos contienen remanentes del producto almacenado por ende son considerados residuos peligrosos y estos deben cumplir un tratamiento de lavado para poder ser reutilizado en el sector químico industrial. El objetivo de esta investigación fue conocer la eficiencia de la hidrolavadora en el tratamiento de contenedores peligrosos para uso industrial en una empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS). Se utilizó la metodología del hidrolavado a alta presión con agua fría y caliente en contenedores contaminados con dos insumos peligrosos metionina y aditivo para concreto. Con este método para tratamiento de contenedores IBC contaminados con aditivo para concreto, se logró una eficiencia al 100 % para el parámetro de pH, 99.85% para color, y 48.9% para olor, mientras que para contenedores IBC contaminados con metionina se logró una eficiencia al 100% para el parámetro de pH, 97.53% para color, y 44.7% para olor. Por tanto, se recomienda usar este tipo de hidrolavadora por la eficiencia obtenida en el tratamiento de contenedores IBC, y también puede ser utilizado en otro tipo de envases contaminados.

Palabras Claves: Hidrolavadora, contenedor, residuo peligroso y tratamiento.

Abstract

¹ Empresa Operadora de Residuos Sólidos /Universidad Peruana Unión Lima-Perú, correo electrónico: tsukah9@gmail.com.

² Empresa Operadora de Residuos Sólidos / Universidad Peruana Unión Lima-Perú, correo electrónico: alonso.carbonero@gmail.com.

³ Universidad Peruana Unión Lima-Perú, correo electrónico: jacksonperez@upeu.edu.pe.

*Autor de correspondencia

Different anthropic activities generate types of waste daily as non-hazardous and dangerous; its presence in the environment is due to incorrect processing, treatment, lack of control, little control and final disposal, which represent a danger to human health and the environment. The objective of this study was to determine the efficiency of washing using a pressure washer in the treatment of hazardous containers for industrial use in a solid waste operating company (EO-RS). For this, the methodology of high pressure hydro-washing with hot and cold water was used in containers contaminated with two dangerous inputs, methionine and concrete additive. The first repetition was using a hot water pressure washer; the second was developed under the same temperature, time and pressure, adding biodegradable emulsion liquid detergents and the last repetition is rinsing with cold water for 3.5 minutes. The results obtained from the treatment were efficient by means of the T-Student test for related samples, with a confidence level of 95%, because the percentage of removal of the pH for containers contaminated with concrete additives had an efficiency of 100%; for color of 99.85% and odor of 48.9%. For containers contaminated with methionine, an efficiency in pH was achieved at 100%, for the color of 9.53% and odor of 44.7%. For EO-RS it is recommended to use this pressure washer due to the efficiency obtained in the treatment of containers and it can also be used in other types of containers.

Keywords: Pressure washer, container, hazardous waste and treatment

1. INTRODUCCIÓN

Diversas actividades antrópicas generan y liberan diferentes tipos de residuo sólidos diariamente, los cuales pueden encontrarse en diferentes estados (sólidos, líquidos y /o gaseosos). Su presencia en el medio ambiente es provocada por su incorrecto procesamiento, tratamiento, falta de control, poca fiscalización y disposición final. Entre estos se encuentran sustancias corrosivas, explosivas, reactivas, biológicas, tóxicas, e inflamables los cuales representan un peligro a la salud humana y medio ambiente (Tovar et al., 2015; Cubillos et al., 2015; ONU, 2011).

Actualmente en el desarrollo de sector químico ha ido asociado a los materiales plásticos como sustituto de materiales tradicionales como el metal, vidrio, cerámica y madera, usados en la industria para productos químicos peligrosos dicha herramienta está siendo medio de estudio debido a que pocas empresas hacen tratamiento de los contenedores en el Perú (Nacional & Trabajo, 2004).

Es necesario mencionar que la fiscalización y control de residuos en el Perú ha tenido un devenir reciente en los últimos años, ya que existe ausencia de conocimientos sobre aspectos técnicos y legales por parte de los generadores, comercializadores, receptores, autoridades y comunidad en general (Inés & Durán, 2013).

Técnicas o estudios para el tratamiento de contenedores contaminados por diferentes residuos peligrosos carece de información y existe un desconocimiento de poder realizarse, actualmente en Perú solo existe la técnica de triple lavado que lo practica el sector agrícola con el fin de reusar los envases sin embargo esta técnica no es lo suficiente confiable para la determinación residuos peligrosos en los envases , es por ello que el tratamiento con una hidrolavadora industrial nace como alternativa para este tipo de tratamiento.

En el Perú, según el Ministerio del Ambiente - (MINAM, 2016) mediante el Decreto Legislativo 1278 menciona que las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) se encargan en el tratamiento, valorización y disposición final de los residuos sólidos y en el presente estudio de investigación propone a determinar la eficiencia de lavado usando hidrolavadora empleado por las EO-RS siendo la manera que ayudara a minimizar la cantidad de nocividad de los residuos peligrosos (Lucia et al., 2005).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en una empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS) ubicada en el distrito de Ate, Lima Perú, esta EO-RS, está dedicada a la comercialización de envases industriales que recibieron un tratamiento óptimo y

servicios generales, todos ellos destinados a diversos sectores de la industria especialmente sector químico.

2.2. Materiales utilizados

Para la ejecución de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales principales: hidrolavadora HDS 12/18-4S Classic de marca KARCHER la función principal de este equipo es inyectar agua (caliente o frío) a una alta presión que facilitara el tiempo de lavado (tratamiento) de los contenedores IBC contaminados por productos químicos peligrosos. Esta hidrolavadora tiene componentes imprescindibles para su eficaz función una de ellas es la lanza flexible HD de marca KARCHER que se utiliza para direccionar el agua a alta presión a 360° de rotación para poder llegar a todas las paredes del contenedor IBC. Los insumos utilizados en el método de hidrolavado a alta presión son dos principales RM110 ASF son detergentes biodegradables para limpiadores de alta presión. El segundo insumo que utiliza el equipo es el Plastic Cleaner KARCHER que se utiliza para neutralizar el valor de pH.

2.3. Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se siguió la metodología del hidrolavado de alta presión que es propia de la EO-RS, este método está compuesto por las siguientes etapas y procesos, tal como se observa en la Figura 1.

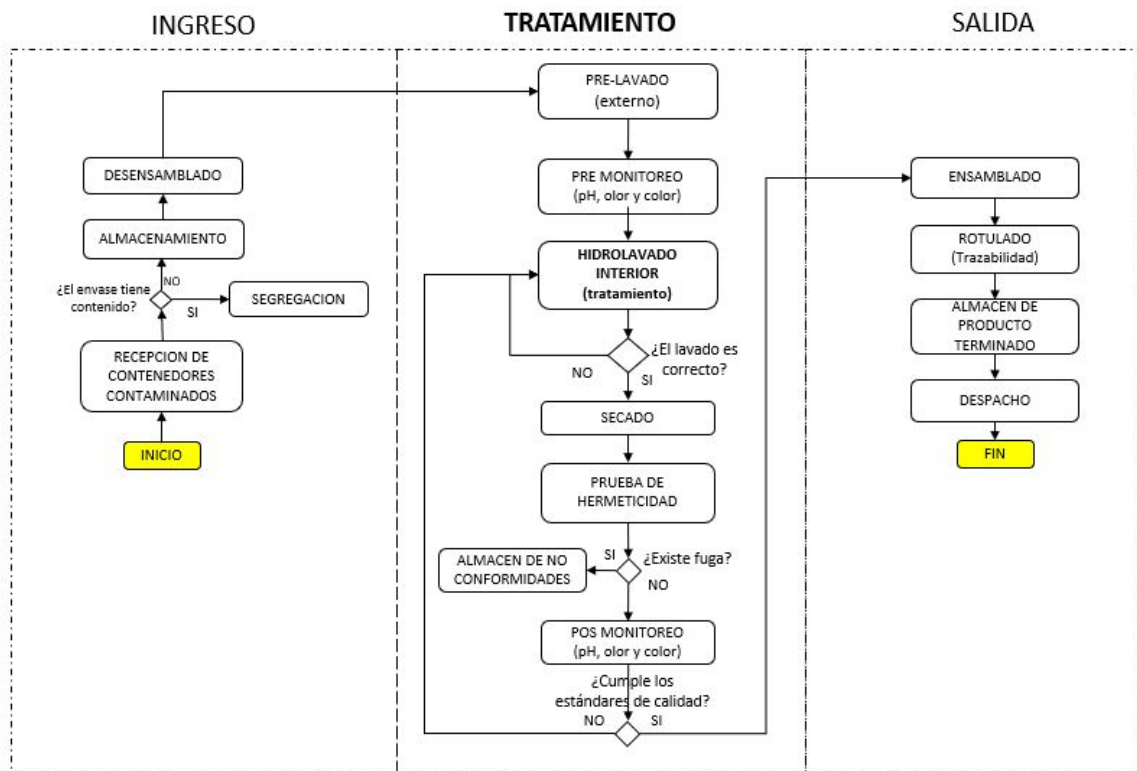


Figura 1. Diagrama de proceso de la metodología del hidrolavado de alta presión

Etapa de ingreso

En esta etapa se inspeccionó el estado en el que llegaron los contenedores contaminados con diferentes tipos de remanentes de insumos peligrosos. El proceso de segregación es fundamental en el inicio de todo el método, porque se seleccionaron todos los contenedores que llegaron a planta considerando aspectos físicos (estado de la reja y del cubo de plástico) y según el tipo de insumo químicos peligrosos que almacenaron para determinar en qué lugar será almacenado siguiendo las sugerencias de la matriz de compatibilidad de almacenamiento de sustancias químicas, elaborada según la (ONU, 2011). En nuestra investigación se tomaron como muestras siete contenedores IBC contaminados con remanentes de aditivo para concreto (plastificantes) y siete contenedores contaminados con metionina (aminoácidos).

Luego de realizar la etapa de ingreso, se retiró manualmente con una herramienta tipo cucharón los remanentes de los productos químicos que contenían estos contenedores IBC.

Análisis de muestras pre tratamiento

Se realizaron monitoreos in situ antes del tratamiento mediante el hidrolavado de alta presión que se ha realizado a los contenedores IBC contaminados inicialmente con aditivo y metionina, se desarrollaron en tres pasos:

Paso 1. Pre monitoreo, consistió en seleccionar las muestras de los contenedores contaminados, seleccionar dos tipos de insumos peligrosos metionina y aditivo para concreto.

Paso 2. Monitoreo, se realizó el enjuague con agua y se recogió la muestra en balde de veinte litros, luego de eso se llenaron los frascos de polietileno para el análisis de pH y color, en envases de vidrio para el análisis de olor.

Paso 3. Pos monitoreo, una vez llenada las muestras en los frascos para cada parámetro estas muestras son almacenadas en envases cooler y refrigeradas hasta llegar al laboratorio.

Los métodos utilizados por el laboratorio CERTIMIN acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) para las pruebas y análisis se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Metodología de ensayo de análisis de laboratorio

Ensayo	Denominación	Norma o referencia (1)
pH	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-H+ B. pH value. Electrometric Method.
Color	Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2120 C. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method.
Olor	Olor	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2150 B. Threshold Odor test.

Etapa de tratamiento

Se desarrolló la etapa de tratamiento compuesta por procesos principales del método (hidrolavado y monitoreos insitu). El proceso de hidrolavado (tratamiento) se desarrolló utilizando la hidrolavadora HDS 12/18-4S con todos sus componentes (lanza flexible 360°, manguera de presión 340 bar, y boquilla turbo 050) en tres repeticiones cada una por 3.5 minutos de duración inyectando en movimiento circular de 360° con la lanza flexible y su boquilla turbo. La primera consistió en inyectar a manera de enjuague agua caliente (60°C) a alta presión (3000 psi) sin adicionar ningún insumo de emulsión. La segunda repetición se desarrolla bajo la misma temperatura, tiempo y presión, pero esta vez adicionando detergentes líquidos de emulsión biodegradables (RM 110 – karcher).

La última repetición es de enjuague con agua fría durante 3.5 minutos. Después de realizar el hidrolavado se procedió a secar internamente el contenedor tratado para realizar la prueba de hermeticidad, esta prueba consiste en descartar si el envase tiene fugas o es totalmente hermético, se inyecta aire hasta llegar a 4 psi de presión durante 5 min/envase, se golpea con comba de goma todas las esquinas de cubo de plástico para verificar si existe resequedad, finalmente se adiciona burbujas de agua con detergente en las partes de unión y accesorios de contenedor IBC (zona de válvula, zona de tapas y zona de unión de fábrica). Los contenedores conformes seguirán al siguiente proceso que es de nuestro pos tratamiento, aquellos que son no conformes quedaran almacenados en evaluación y redirección.

Análisis de muestras Post tratamiento

Se realizaron monitoreos in situ después del tratamiento, a todos los contenedores IBC seleccionados, se desarrollaron en tres pasos:

Paso 1. Pre monitoreo, consistió en preparar los envases tratados por el hidrolavado de alta presión identificándolos por la rotulación que se le da a cada contenedor tratado.

Paso 2. Monitoreo, se realizó el enjuague con agua y se recogió la muestra en balde de veinte litros, luego de eso se llenaron los frascos de polietileno para el análisis de pH y color, en envases de vidrio para el análisis de olor.

Paso 3 Post monitoreo, una vez llenada las muestras en los frascos para cada parámetro estas muestras son almacenadas en envases cooler y refrigeradas hasta llegar al laboratorio.

Los métodos utilizados por el laboratorio se detallan en la Tabla 1.

Etapa de salida

En esta etapa ya se conocen los resultados del monitoreo y la prueba de hermeticidad de los contenedores IBC que recibieron tratamiento, y solamente podrán salir a despacho todos los contenedores que hayan cumplido con los estándares de calidad mínimos solicitados por los clientes de acuerdo al insumo químico peligroso a almacenar.

3. RESULTADOS

Los datos obtenidos en el muestreo corresponden a los análisis pre y pos tratamiento de cada tipo de contaminante (aditivo para concreto y metionina) mediante el método del hidrolavado a alta presión de los contenedores IBC contaminados con productos o insumos químicos peligrosos, la EO-RS tiene parámetros fisicoquímicos definidos en sus estándares de calidad que son el pH, color y olor, con rangos de parámetros que tienen que cumplir estrictamente para que pueda ser considerados conformes y pueda ser reinsertados nuevamente en el sector industrial químico. Los resultados de esta investigación se dividen en dos según los productos químicos estudiados el primero es el aditivo para concreto.

3.1. Producto Químico – Aditivo para Concreto

Los siguientes datos para Aditivo para concreto mostradas en la tabla 1, donde presenta el nivel de pH promedio pre lavado y post lavado 10.2 y 8 pH respectivamente, en este parámetro se esperó estabilizar a parámetros de 7 y 8 de pH el nivel correspondiente para no diferir respecto al blanco. Asimismo, se analizó el nivel promedio de color pre lavado y post lavado de 4232.14 y 6.2 respectivamente, por lo cual muestra cambios en su estado físico en este caso se espera bajar a valores cercano a 0 en el cual el color debe estar estabilizado en la misma condición que al momento de fabricación representa. Finalmente, en los datos promedio de olor pre lavado y olor post lavado son 33.14 y 17.42 respectivamente, en este parámetro se esperará baja a valores cercano a 0, en el cual el olor desprendido será leve y no desagradable y similar a condiciones de fabricación según Sierra et al., (2010).

Tabla 2. Resultados de pH, olor y color de los contenedores con aditivo para concreto en post lavado y pre lavado

CODIGO	PH pre lavado	PH post lavado	Color pre lavado	Color post lavado	Olor pre lavado	Olor post lavado
A1	10.1	8.5	4715	5.7	30	15
A2	9.9	7.9	4235	6.4	35	19
A3	10.5	8.2	3975	5.9	34	18
A4	10.2	8.3	4289	7.9	28	16
A5	9.5	7.2	4577	5.9	29	14

A6	10.5	8	3956	5.7	39	18
A7	9.5	7.9	3878	5.9	37	22
PROMEDIO DE DATOS	10.03	8.00	4232.14	6.2	33.14	17.43

En la tabla 3 específicamente en los resultados de Shapiro Wilk son > 0.05 donde se acepta la hipótesis nula y afirmando que los datos siguen una distribución normal, se procede a analizar y comparar las medias con la Prueba de T para muestras relacionadas vistas en la Tabla 4, dando como resultado el nivel de significancia (bilateral) por ser menor 0.05 de la medición de pre y post tratamiento de los parámetros pH, olor y Color por lo cual el proceso de lavado tiene efectos significativos y se comprueba que si funciona el lavado de envases

Tabla 3. Prueba de normalidad para muestras de los envases de plástico con aditivo para concreto pre y post lavado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
pH inicial	,890	7	,273
pH final	,914	7	,424
Color inicial	,912	7	,413
Color final	,923	7	,491
Olor inicial	,933	7	,575
Olor final	,960	7	,822

Tabla 4. Prueba de T-Student para muestras relacionadas en los envases de plástico con aditivo para concreto pre y post lavado

	Sig. Bilateral
Part1 pH inicio - pH final	.000001980
Part2 Olor inicio - Olor final	.000000038
Part3 Color inicio - Color final	.000004643

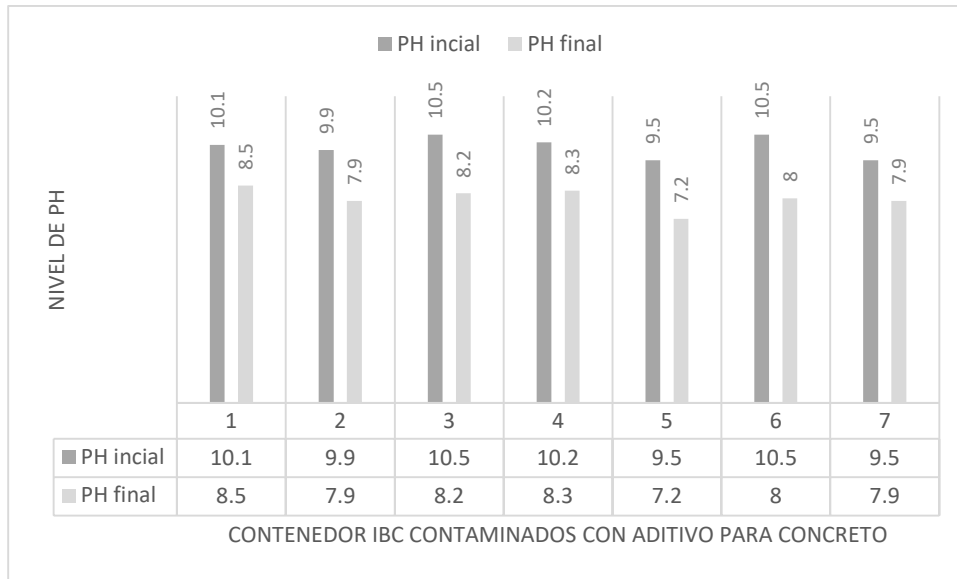


Figura 2. Gráfica de nivel de pH de los envases de plásticos con aditivo para concreto pre y post lavado

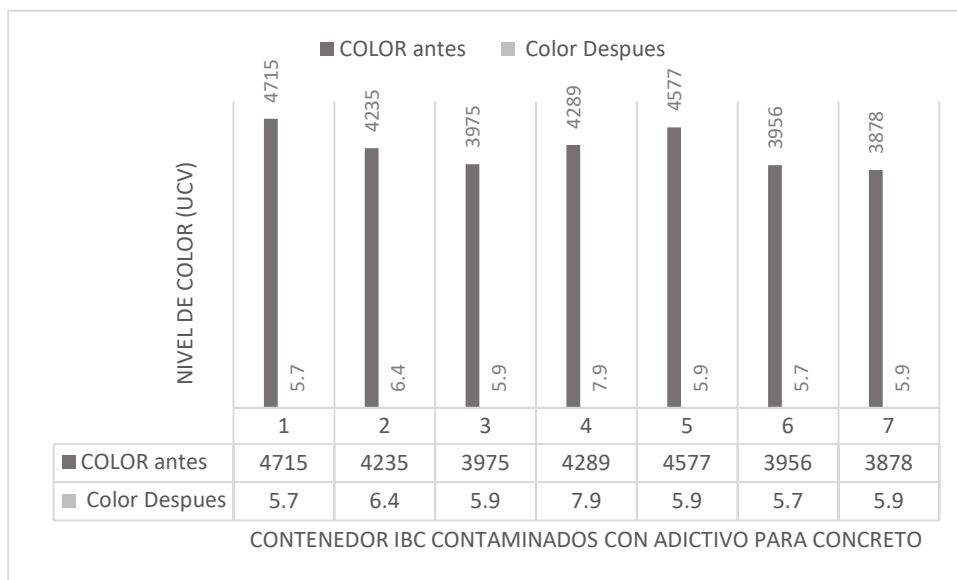


Figura 3. Gráfica de nivel de color de los envases de plásticos con aditivo para concreto pre y post lavado

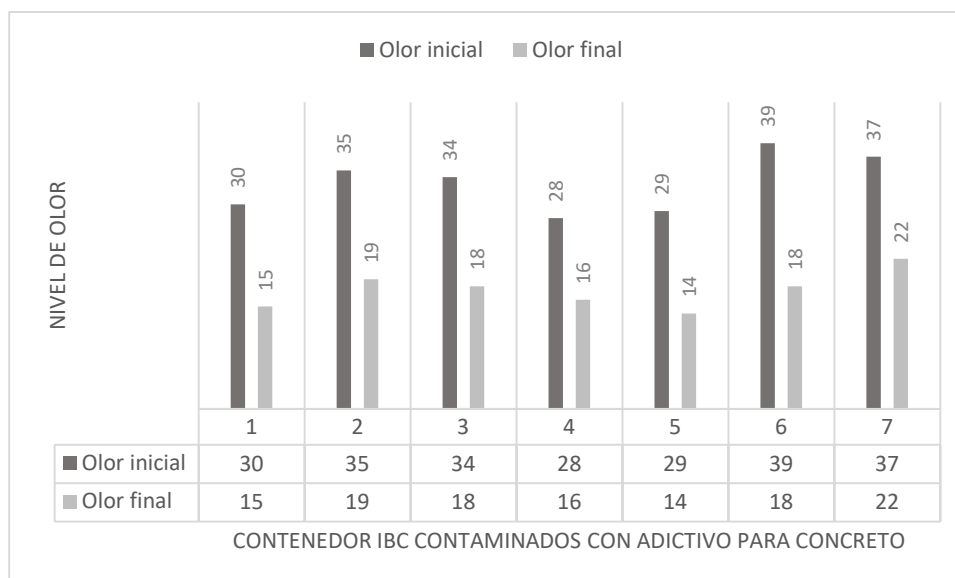


Figura 4. Gráfica de nivel de olor de los envases de plásticos con aditivo para concreto pre y post lavado

3.2. Producto Químico – Metionina

Los siguientes datos para Aditivo químico – Metionina mostradas en la tabla 4, donde presenta el nivel de pH promedio pre lavado y post lavado 3.8 y 7.4 respectivamente, en este parámetro se esperó estabilizar a parámetros de 7 y 8 de pH el nivel correspondiente para no diferir respecto al blanco. Asimismo, se analizó el nivel promedio de color pre lavado y post lavado de 144.85 y 3.57 respectivamente, por lo cual muestra cambios en su estado físico en este caso se espera bajar a valores cercano a 0 en el cual el color debe estar estabilizado en la misma condición que al momento de fabricación representa. Finalmente, en los datos promedio de olor pre lavado y olor post lavado son 32 y 18 respectivamente, en este parámetro se esperará baja a valores cercano a 0, en el cual el olor desprendido será leve y no desagradable y similar a condiciones de fabricación (Sierra et al., 2010).

Tabla 5. Resultados de pH, olor y color de los contenedores con metionina en post y pre lavado

CODIGO	PH pre lavado	PH post lavado	Color pre lavado	Color post lavado	Olor pre lavado	Olor post lavado
B1	4.5	7	150	3.8	34	21
B2	5	8.1	134	3.5	35	22
B3	3.3	7	152	3.9	28	20
B4	3.4	7.2	112	3.7	38	19
B5	4.5	7.5	134	3.5	37	15
B6	3	7.5	164	3.2	27	16
B7	3.2	7.9	168	3.4	25	14

PROMEDIO DE DATOS	3.84	7.46	144.86	3.57	32.00	18.14
-------------------	------	------	--------	------	-------	-------

En la tabla 5 específicamente en los resultados de Shapiro Wilk son > 0.05 donde se acepta que los datos siguen una distribución normal, se procede a analizar y comparar las medias con la Prueba de T-Student para muestras relacionadas dando como resultado el nivel de significancia (bilateral) por ser menor 0.05 de la medición de pre y post tratamiento de los parámetros pH, olor y Color por lo cual el proceso de lavado tiene efectos significativos y se comprueba que si funciona el lavado de envase

Tabla 6. Prueba de normalidad para muestras de los envases de plástico con metionina pre y post lavado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
pH inicial	,849	7	,120
pH final	,945	7	,686
Color inicial	,940	7	,638
Color final	,939	7	,625
Olor inicial	,838	7	,094
Olor final	,885	7	,250

Tabla 7. Prueba de T-Student para muestras relacionadas en los envases de plástico con metionina pre y post lavado

	Sig. Bilateral
Part1 pH inicio - pH final	.000132
Part2 Olor inicio - Olor final	.000001
Part3 Color inicio - Color final	.000201

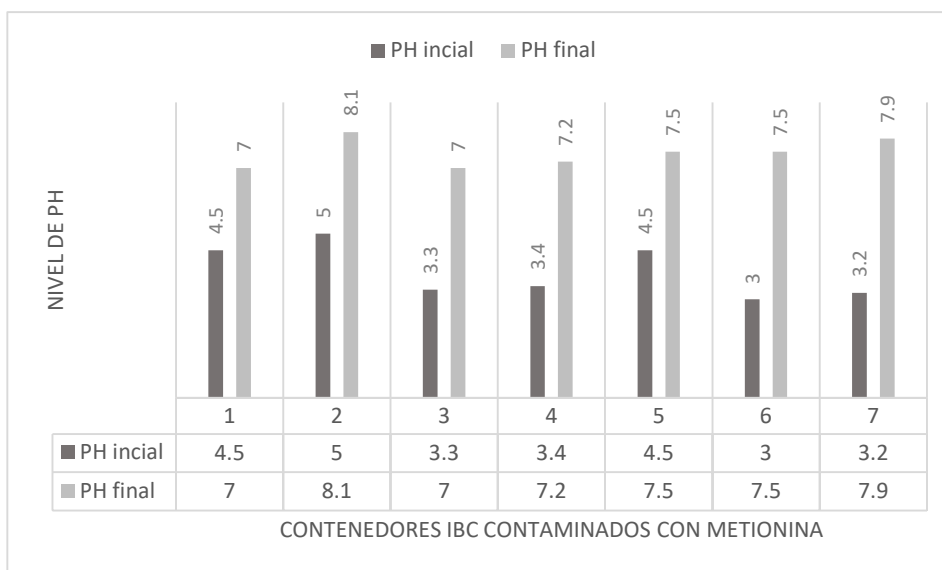


Figura 5. Gráfica de nivel de pH de los envases de plásticos con metionina pre y post lavado

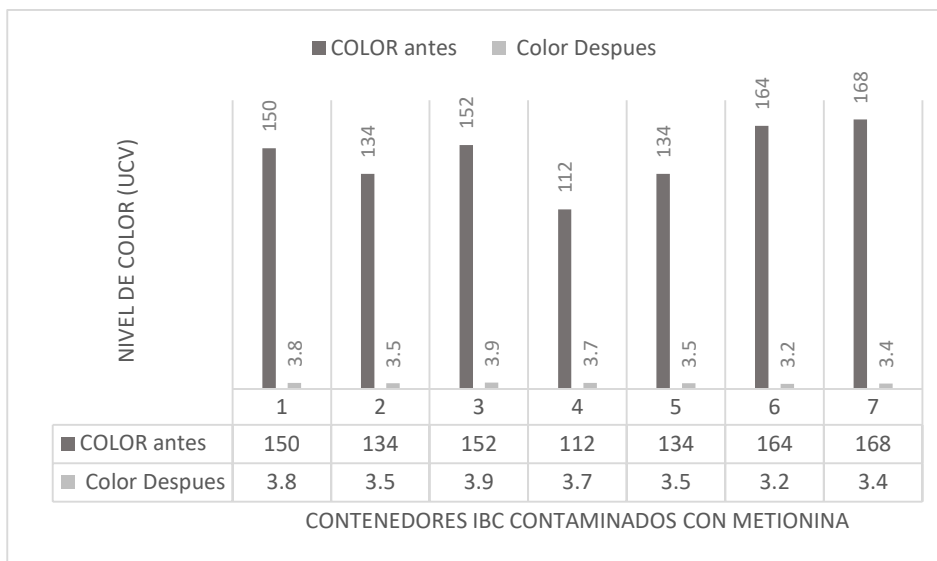


Figura 6. Gráfica de nivel de color de los envases de plásticos con metionina pre y post lavado

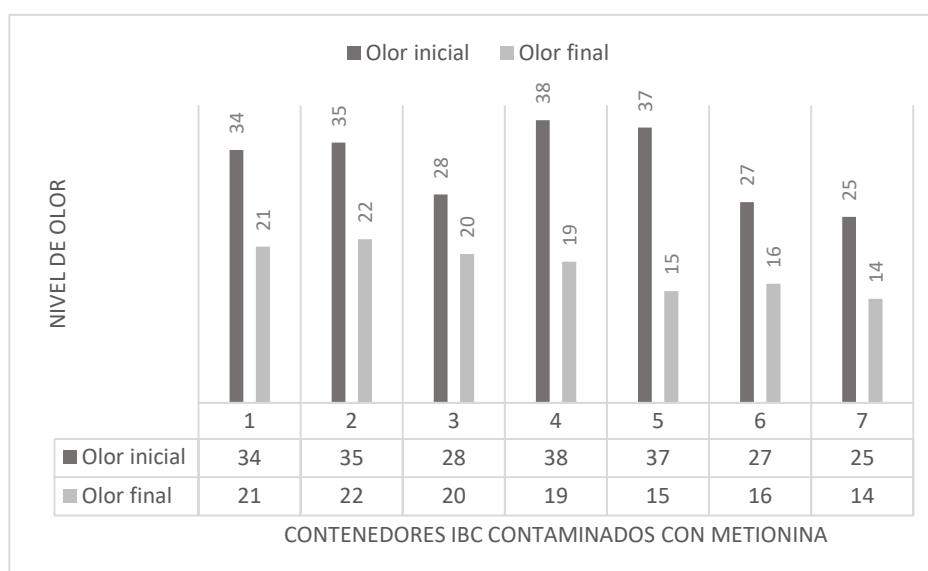


Figura 7. Gráfica de nivel de olor de los envases de plásticos con metionina pre y post lavado

4. DISCUSIÓN

Para el desarrollo del método de hidrolavado a alta presión en agua fría y caliente se usaron envases IBC contaminados, anteriormente usados almacenando productos nocivos para la salud, el método nos ayuda a realizar su recuperación del envase disminuyendo considerablemente su nocividad inicial.

Mediante el tratamiento de envases usados, es posible encontrar una lógica similar en proceso de minimización de toxicidad y nocividad del envase mediante un proceso

manual como es el triple lavado, método usado cuando no se dispone de un equipamiento de lavado mecánico y se puede utilizar en envases de capacidad hasta doscientos litros. En el presente estudio el lavado es a alta presión, utilizando hidrolavadora en el cual la inyección de agua (fría o caliente) golpean las superficies internas del envase, por lo cual los autores demuestran su efectividad al comparar resultados antes y después del tratamiento (WHO & FAO, 2008).

Asimismo se reconoce que puede existir mejores resultados en el parámetro de olor si adicionamos un lavado con soluciones químicas en el proceso de tratamiento de este tipo de contenedores según lo explica Li et al.,(2020).

En la actualidad en el Perú, no existen estándares o indicadores que puedan validar si el envase esta correctamente tratado y liberado de toxicidad, la EO-RS valida el tratamiento mediante sus estándares de calidad ya definidos entre ellos pH, color y olor, para proceder con el tratamiento de los envases es necesario siempre contar con una hoja MSDS del producto anterior almacenado (WHO & FAO, 2008).

5. CONCLUSIONES

Hay una diferencia significativa en las medias de parámetros de olor color y pH de los envases en pre y post tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento de envases contaminados con el método del hidrolavado a alta presión, utilizando la hidrolavadora (con todos sus componentes e insumos) sí tiene efectos significativos sobre los parámetros.

En la actualidad aún no existen normas o referencias de rangos de parámetros para envases reacondicionados (tratados) que puedan validar si los niveles de pH, color y olor cumplen lo estandarizado.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a la empresa operadora de residuos sólidos ubicada en el distrito de Ate, Lima, por el apoyo brindado en permitirnos realizar las pruebas necesarias en su planta de valorización de envases industriales. También se agradece a nuestros tutores y profesores de la Universidad Peruana Unión, quienes en todo momento nos apoyaron y fomentaron en realizar investigaciones de este tipo y poder culminar con éxito el proceso de la formulación, redacción y publicación de esta investigación. A nuestros queridos padres quienes son motivadores de nuestro desarrollo como investigadores.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Cubillos, J., Moreno, Y., Ruiz, A., Vélez, M., & Paredes, D. (2015). Estrategias de Producción Más Limpia para el Adecuado Manejo y Reducción en el Origen de Residuos Peligrosos: Caso de Estudio Industrias Litográficas y Tintorerías Cleaner production strategies to correct management and source reduce of hazardous waste: s. *Scientia et Technica. Año XXI, 20(04)*, 396–405.
- Inés, M., & Durán, A. (2013). La Fiscalización Ambiental en el Perú: Orígenes, Estado Actual y Perspectivas Futuras. *Derecho & Sociedad, 0(41)*, 323–340.
- Li, K. W., Chiu, Y. C., Jiang, W., Jones, L., Etienne, X., & Shen, C. (2020). Comparing the Efficacy of Two Triple-Wash Procedures With Sodium Hypochlorite, a Lactic–Citric Acid Blend, and a Mix of Peroxyacetic Acid and Hydrogen Peroxide to Inactivate Salmonella, Listeria monocytogenes, and Surrogate Enterococcus faecium on Cucumbe. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 4(March)*, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00019>
- Lucia, M., Farfán, C., Técnico, A., Fabián, A., Nieto, R., Fernando, D., Blanco, P., Acercar, R., Pardo, M. B., Garzón, L. E., Marie, J., Robinson, M., Alberto, O., Moreno, V., Ambiental, G., Gestión, P., Más Productividad G G A A P P + +, A., Salgado Aramendez, J., Alfredo, J., ... Velez, L. M. (2005). *Buenas prácticas de operación en el lavado de plantas y equipos*. 1–62.
- MINAM. (2016, December 23). Ley de Gestion Integral de Residuos Sólidos- Decreto Legislativo 1278. *Diario Oficial El Peruano*, 56–67. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N°-1278.pdf>
- Nacional, C., & Trabajo, D. E. C. D. E. (2004). *Documentación NTP 381 : Envases plásticos : condiciones generales de seguridad (I)*. I, 1–14.
- ONU. (2011). *Transporte de mercancías peligrosas (ONU)*. ONU.
- Sierra, N., Plazas, C., Guillén, L., & Rodríguez, P. (2010). Protocolo para el control de calidad de envases de plástico, utilizados en la industria farmacéutica, de cosméticos y de alimentos. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas, 39(2)*, 149–167.
- Tovar, M., Losada, G., & García, T. (2015). Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos. *Ingenierías USBMed, 6(2)*, 46–50.

<https://doi.org/10.21500/20275846.1731>

WHO, & FAO. (2008). *Código Internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas. Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas*. 45.

http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Codigo/SP_Advertisingfinal10.pdf

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1. Proceso principal del método de hidrolavado.



8.2. ANEXO 2. Hidrolavadora HDS 12/18-4s

