

HERRAMIENTA METODOLÓGICA PARA JERARQUIZACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS

Fernando Arboleda,* Jenny Artieda, Mirian Fernández

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

*Autor de correspondencia: fparboleda@espe.edu.ec

Recibido: de 2018 / Aceptado: de 2018

RESUMEN

La herramienta propuesta en el presente trabajo permite determinar un orden jerárquico, en lo que respecta a desechos peligrosos generados, dando atención a los desechos que presentan característica de peligrosidad física, para la salud, para el ambiente y un determinado nivel límite de exposición de los mismos en el ambiente, en tal caso, se puede apreciar la escala que alcanzan los desechos conforme el índice de peligrosidad que representan; por consecuencia también se descartan aquellos desechos que carecen de peligrosidad sea que los niveles de exposición al ambiente no sean lo suficientemente apreciable o que no se ha determinado características a fin. La metodología planteada es una ayuda para la toma de decisiones de los niveles administrativos y para la planificación del sistema de gestión ambiental que permita atenuar o reducir los riesgos ambientales.

Palabras clave: jerarquización, desechos peligrosos, salud, ambiente

ABSTRACT

The tool proposed in the present work allows the determination in a hierarchical order, regarding the hazardous waste generated; giving attention to waste that presents characteristics of physical hazard, for health, for the environment and a certain limit level of exposure of the same in the environment, in this case, you can see the scale that waste has reached according to the hazard index that they represent; consequently, waste that is not dangerous is also discarded, whether the levels of exposure to the environment are not sufficiently appreciable or characteristics have not been determined. The proposed methodology is a help for making the decision of administrating levels and for the planning of the environmental management system that allows mitigating or reducing environmental risks.

Keywords: hierarchy, hazardous waste, health, environment

INTRODUCCIÓN

El agregado de componentes y agentes químicos peligrosos en productos cotidianos y de uso especial en las diferentes industrias, ha permitido que persista uno de los riesgos ambientales de mayor trascendencia, siendo los accidentes producto de un manejo inadecuado de desechos peligrosos, el causante de múltiples pérdidas en lo que respecta a la salud, el ambiente y el patrimonio.

La presente investigación aborda una herramienta práctica para distinción de los desechos peligrosos y su relevancia en las industrias que los tratan y los generan, siendo útil aplicar a cualquier residuo a fin de saber si posee características especiales o de peligrosidad que permita diferenciarlos y darlos una gestión que en cierta medida contribuya a atenuar o reducir los riesgos ambientales producto del manejo inadecuado de estos desechos.

La evaluación de riesgos facilitará la posibilidad de ordenar y jerarquizar los desechos de acuerdo con la probabilidad y gravedad que representan. Esta etapa resulta importante puesto que nos permitirá la priorización de los esfuerzos y por tanto el éxito de los planes de minimización y otras gestiones relacionadas al manejo de desechos peligrosos.

El trabajo de Fernández & Lala (2017): “Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE” representa un documento que registra información de los desechos peligrosos y/o especiales generados en diferentes áreas de la Universidad de las Fuerzas Armadas, área de influencia que será tomada en cuenta para la demostración de resultados del presente trabajo.

METODOLOGÍA

La metodología de jerarquización de desechos se basa en el Programa de Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local (APELL) dado a conocer en Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos (2006). Sin embargo, la metodología en sí, lo que permite es analizar los riesgos mediante la cuantificación de consecuencias y probabilidades a fin de que puedan calcularse y plasmarse en una matriz de riesgos.

El planteamiento de utilizar la base APELL para una jerarquización de desechos surge a partir de la homogeneidad para identificar factores de gravedad como resultado de posibles consecuencias, el vínculo de probabilidad con los límites de exposición a determinados contaminantes y la adaptación al enfoque medio ambiental.

La metodología planteada propone el desarrollo de tres matrices, siendo los siguientes:

1. Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI;
2. Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos; y
3. Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales.

IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS CRTI

La primera matriz, Tabla 1, de identificación y valoración de desechos peligrosos Corrosivas, Reactivas, Tóxicas e Inflamables o por sus siglas CRTI, proporciona información que describe las características de gravedad y la probabilidad de incidencia derivados de la exposición a los desechos peligrosos y/o especiales, cuyo fin consiste en proporcionar una posición en la matriz de jerarquización de desechos peligrosos por detalle de desecho.

Tabla 1. Matriz de identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI

Información de los desechos											Posición en la matriz					
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m ³	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]	[j]	[k]	[l]				[m]	[n]

El matriz de identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI incluye los siguientes campos:

- a. **Código:** Codificación asignada a las diferentes categorías de desechos.
- b. **Descripción de desecho:** Categorización genérica de los desechos peligrosos conforme los listados nacionales o internacionales.
- c. **Detalle de desecho:** Nombre específico con el que se da a conocer el desecho peligroso.
- d. **Cantidad (toneladas):** Colocación de la cantidad anual de generación de desechos en toneladas.
- e. **Componente:** Identificación de la o las sustancias químicas peligrosas presentes en los desechos.
- f. **N° ONU:** Identificación relativa al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas.
- g. **CRTIB:** Son las siglas de las características peligrosas de los desechos (Corrosivas, Reactivas, Tóxicas, Inflamables, Biológico-infecciosos) colocando su letra según corresponda.
- h. **N° CAS:** Identificación única de producto asignada en la base de datos de la Sociedad Americana de Química o CAS por sus siglas en inglés.
- i. **Porcentaje (%):** Porcentaje de concentración de la sustancia o agente químico en el desecho peligroso.
- j. **VLA-ED (mg/m³):** Colocación del valor de referencia para la Exposición Diaria del agente químico en miligramos por metro cúbico (mg/m³) permisibles conforme a los *Límites de Exposición Profesional para Agentes químicos en España*.
- k. **Indicaciones de peligro (H):** Colocación de las indicaciones de peligro para los agentes químicos.
- l. **Gravedad:** Cuantificación promedio de acuerdo a los rangos de peligro.

La asignación de valores numéricos para el matriz se hace identificando la cuantificación de las indicaciones de peligro (H) respectivas del componente químico y obteniendo un promedio para un mismo rango (F, S, M) con la siguiente ecuación:

$$\bar{x}_H = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \times i)}{n} = \frac{(H_1 \times 1) + (H_2 \times 2) + (H_3 \times 3) + \dots + (H_n \times n)}{n} \quad (1)$$

Dónde:

\bar{x}_H : Promedio para un rango (F, S o M) en función de las indicaciones de peligro (H)

n : Número de indicaciones de peligro

Nota:

Es importante que en la ecuación, los indicadores de peligro sean ordenados de izquierda a derecha de menor a mayor cuantificación.

Rangos:

- Rango F: peligros físicos, tabla 2. Corresponde a las características de peligrosidad por Corrosión (a materiales), Reactividad e Inflamabilidad (CRI).

Tabla 2. Indicación de peligros físicos (F). Fuente: Elaboración propia en base a INEN (2013)

Clase	Cuantificación	Características por liberación
Gases inflamables	4	H220 Gas extremadamente inflamable.
	2	H221 Gas inflamable.
Aerosoles	4	H222 Aerosol extremadamente inflamable; y/o H229 Contiene gas a presión: puede reventarse si se calienta.
	2	H223 Aerosol inflamable.
Líquidos inflamables	4	H224 Líquido y vapores extremadamente inflamables.
	3	H225 Líquido y vapores muy inflamables.
	2	H226 Líquidos y vapores inflamables.
	1	H227 Líquido combustible.
Sólidos inflamables	2	H228 Sólido inflamable, categoría 1.
	1	H228 Sólido inflamable, categoría 2.
Gases inflamables (incluidos gases químicamente inestables)	4	H230 Puede explotar incluso en ausencia de aire.
	3	H231 Puede explotar incluso en ausencia de aire, la presión y/o temperaturas elevadas.
Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente; y peróxidos orgánicos	4	H240 Peligro de explosión en caso de calentamiento, tipo A
	3	H241 Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento, tipo B.
	2	H242 Peligro de incendio en caso de calentamiento, tipo C y D.
	1	H242 Peligro de incendio en caso de calentamiento, tipo E y F.
Líquidos y Sólidos pirofóricos	3	H250 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.

Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	2	H251 Se calienta espontáneamente; puede inflamarse.
	1	H252 Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse.
Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	3	H260 En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse, categoría 1.
	2	H261 En contacto con el agua desprende gases inflamables, categoría 2.
	1	H261 En contacto con el agua desprende gases inflamables, categoría 3.
Gases concurrentes	3	H270 Puede provocar o agravar un incendio; comburente.
Líquidos concurrentes; Sólidos concurrentes	3	H271 Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.
	2	H272 Puede agravar un incendio; comburente, categoría 2. H272 Puede agravar un incendio; comburente, categoría 3.
Gases a presión	4	H280 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
	2	H281 Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
Sustancias y mezclas corrosivas para los metales	2	H290 Puede ser corrosivo para los metales.

Rango S: peligros para la salud, tabla 3. Corresponde a las características de peligrosidad por Corrosión y Toxicidad (C, T).

Tabla 3. Indicación de peligros para la salud (S). Fuente: Elaboración propia en base a INEN (2013)

Clase	Cuantificación	Características por liberación
Toxicidad aguda por ingestión	5	H300 Mortal en caso de ingestión.
	3	H301 Tóxico en caso de ingestión.
	1	H302 Nocivo en caso de ingestión.
	0	H303 Puede ser nocivo en caso de ingestión.
Peligro por aspiración	5	H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias.
	3	H305 Puede ser nocivo en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias.
Toxicidad aguda por vía cutánea	5	H310 Mortal en contacto con la piel.
	3	H311 Tóxico en contacto con la piel.
	1	H312 Nocivo en contacto con la piel.
	0	H313 Puede ser nocivo en contacto con la piel.

Corrosión / irritación cutáneas	5	H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
	3	H315 Provoca irritación cutánea.
	1	H316 Provoca una leve irritación cutánea.
Sensibilización cutánea	3	H317 Puede provocar una reacción cutánea alérgica.
Lesiones oculares graves/irritación ocular	3	H318 Provoca lesiones oculares graves.
	1	H319 Provoca irritación ocular grave.
	0	H320 Provoca irritación ocular.
Toxicidad aguda por inhalación	5	H330 Mortal si se inhala.
	3	H331 Tóxicos y se inhala.
	1	H332 Nocivo si se inhala.
	0	H333 Puede ser nocivo si se inhala.
Sensibilización respiratoria	3	H334 Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias y se inhala.
Toxicidad específica de órganos Diana; irritación de las vías respiratorias	3	H335 Puede irritar las vías respiratorias.
Toxicidad específica de órganos Diana; efecto narcótico	1	H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.
Mutagenicidad en células germinales	5	H340 Puede provocar defectos genéticos.
	3	H341 Susceptible a provocar defectos genéticos.
Carcinogenicidad	5	H350 Puede provocar cáncer.
	3	H351 Susceptible a provocar cáncer.
Toxicidad para la reproducción	5	H360 Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.
	3	H361 Susceptible de perjudicar fertilidad o dañar al feto.
	1	H362 Puede ser nocivo para los lactantes.
Toxicidad específica de órganos Diana (exposición única)	5	H370 Provoca daños en los órganos.
	3	H371 Puede provocar daños en los órganos.
Toxicidad específica de órganos Diana (exposiciones repetidas)	3	H372 Provoca daños en los órganos.
	1	H373 Puede provocar daños en los órganos.

- Rango M: peligros para el medio ambiente; Tabla 4.

Tabla 4. Indicación de peligros para el medio ambiente (M). Fuente: Elaboración propia en base a INEN (2013)

Clase	Cuantificación	Características por liberación
Peligro para el medio ambiente acuático (peligro agudo)	5	H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos.
	3	H401 Tóxico para los organismos acuáticos.
	1	H402 Nocivo para los organismos acuáticos.
Peligro para el medio ambiente acuático (peligro a largo plazo)	5	H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	3	H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	1	H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
	0	H413 Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
Peligros para la capa de ozono	5	H420 Causa daños a la salud pública y el medioambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior.

- Rango G: tipo de generadores, tabla 5.

El valor numérico para el rango tipo de generador (G), a diferencia de los rangos F, S y M, se asigna directamente la cuantificación de su clase en base a la generación anual del detalle de desecho (columna C).

Tabla 5. Clasificación según el tipo de generadores por categorías de desechos (G). Fuente: Elaboración propia en base a SEMARNAT (2009, pág. 12)

Clase	Cuantificación	Generación anual
Micro generadores	5	Más de 1 tonelada al año
Pequeños generadores	3	Entre 0.1 y 1 tonelada al año
Grandes generadores	1	Menos de 0.1 toneladas al año

m. Prioridad: La prioridad se determina de la siguiente manera:

- Conocer la gravedad del componente químico o sustancia contaminante (columna D) en sus respectivos rangos.
- Calcular el promedio de la gravedad del componente químico o sustancia contaminante con la siguiente ecuación (3):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{4} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4} \quad (2)$$

Dónde:

\bar{x} : Promedio de la gravedad para los rangos F, S, M y G.

x_1 : valores numéricos para F

x_2 : valores numéricos para S

x_3 : valores numéricos para M

x_4 : valores numéricos para G

- Cuando están presentes en los desechos varios componentes químicos o sustancias contaminantes, es el de mayor concentración e indicadores de peligro el de consideración preferente, para lo cual, solamente se tomará un componente referente, siendo necesario resaltarlo en el matriz.
- Determinar la estimación de la prioridad asignando una letra conforme al promedio resultante de los valores de gravedad en referencia a la tabla 6.

Tabla 6. Determinación de la prioridad para desechos CRTI

Prioridad	Asignación de letra
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E

n. Probabilidad: La probabilidad se determina de la siguiente manera:

- Conocer el VLA-ED del componente químico o sustancia contaminante (columna I).
- Calcular el volumen de la sustancia contaminante (V_c) en el desecho peligroso generado, multiplicando 1.000.000.000 que representa el equivalente de una tonelada a miligramos.

$$V_c = V_d \times \% \times 1.000.000.000 \quad (3)$$

Dónde:

V_d : Volumen del desecho peligroso generado

%: Porcentaje del volumen de la sustancia contaminante

- Comparar el VLA-ED con el volumen de la sustancia contaminante, la comparación con el VLA-ED debe hacerse calculado en unidad de toneladas o m^3 .

$$\frac{V_c}{VLA - ED} \quad (4)$$

- Cuando están presentes en los desechos varios componentes químicos o sustancias contaminantes, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente, para lo cual, la comparación con los valores límite debe hacerse calculado la sumatoria de los valores límite respectivos.

$$\sum \frac{V_c}{VLA - ED} \quad (5)$$

- Determinar la estimación de probabilidad de riesgo asignando una cuantificación a la valoración del nivel de exposición resultante de la comparación con el valor límite en referencia a la tabla 7.

Tabla 7. Valoración del nivel de la exposición para contaminantes químicos

Clase	Cuantificación	Nivel de exposición
Improbable	1	Entre 1 a 10 veces cada m ³
Poco probable	2	Entre 10 a 100 veces cada m ³
Probable	3	Entre 100 a 1000 veces cada m ³
Bastante probable	4	Entre 1.000 a 10.000 veces cada m ³
Muy probable	5	Más de 10.000 veces cada m ³

2. Identificación y valoración de desechos peligrosos biológico-infecciosos

La segunda matriz, tabla 8, de identificación y valoración de desechos peligrosos biológico-infecciosos, proporciona información que incluye las categorías de sustancias infecciosas y la probabilidad de incidencia derivados del nivel de exposición a los agentes infecciosos, cuyo fin consiste en proporcionar una posición en la matriz de jerarquización de desechos peligrosos por detalle de desecho.

Tabla 8. Matriz de identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos

Información de los desechos								Posición en la matriz	
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Categoría sustancia infecciosa	N° ONU	CRTIB	Nivel de exposición	Prioridad	Probabilidad
[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]

El matriz de identificación y valoración de desechos peligrosos biológico-infecciosos incluye los siguientes campos:

- Código:** Codificación asignada a las diferentes categorías de desechos.
- Descripción de desecho:** Categorización genérica de los desechos peligrosos conforme los listados nacionales o internacionales.
- Detalle de desecho:** Nombre específico con el que se da a conocer el desecho peligroso.
- Cantidad (toneladas):** Colocación de la cantidad anual de generación de desechos en toneladas.

- e. **Categoría sustancia infecciosa:** Categorización de las sustancias infecciosas presentes en los desechos peligrosos relativa al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas u ONU.
- f. **N° ONU:** Identificación relativa al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas u ONU.
- g. **CRTIB:** Son las siglas de las características peligrosas de los desechos (Corrosivas, Reactivas, Tóxicas, Inflamables, Biológico-infecciosos) colocando su letra según corresponda.
- h. **Nivel de exposición:** Identificación del nivel de exposición. En la Figura 1 se analizan tres factores: la generación de aerosoles, la frecuencia de contacto y las cantidades manejadas. También se equiparan algunos ejemplos de actividades en función de la posibilidad de exposición y factores.

BAJA		
Generación de bioaerosoles	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa • Moderada pero esporádica 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de análisis clínicos • Trabajos de investigación
Frecuencia de contacto	< 20% jornada	<ul style="list-style-type: none"> • Clínicas veterinarias • Industria alimentaria
Cantidad manejada	Pequeña	<ul style="list-style-type: none"> • Industria biotecnológica
MEDIA		
Generación de bioaerosoles	<ul style="list-style-type: none"> • Moderada pero discontinua • Elevada pero esporádica 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza sistemas ventilación • Manejo de animales y/o sus productos
Frecuencia de contacto	< 75% jornada	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución materiales humedecidos • Asistencia sanitaria
Cantidad manejada	Media	<ul style="list-style-type: none"> • Industria biotecnológica • Tareas agrícolas
ALTA		
Generación de bioaerosoles	<ul style="list-style-type: none"> • Moderada pero continua • Elevada 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección residuos urbanos • Tratamiento aguas residuales
Frecuencia de contacto	> 75% jornada	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de cereales • Asistencia sanitaria
Cantidad manejada	Grande	<ul style="list-style-type: none"> • Asistentes sociales – Fuerzas de seguridad

Figura 1. Niveles de exposición para sustancias infecciosas. Fuente: (INSHT, 2009, pág. 4)

La exposición se considera BAJA cuando la generación de bioaerosoles es escasa o moderada pero esporádica, cuando la frecuencia de contacto es menor que el 20% de la jornada laboral o cuando se manejan pequeñas cantidades de materiales.

La exposición se considera MEDIA, cuando la generación de bioaerosoles es moderada y no continua o elevada pero esporádica, la frecuencia de contacto no supera el 75% de la jornada o cuando se manejan medias cantidades de materiales.

La exposición se considera ALTA, cuando la generación de bioaerosoles es elevada o moderada pero continua, cuando la frecuencia de contacto supera el 75% de la jornada o se manejan grandes cantidades de materiales.

La cantidad manejada de los niveles de exposición es secuencial a la clasificación según el tipo de generadores (tabla 5).

- i. Prioridad:** La prioridad se determina en base a la categoría respectiva de las sustancias infecciosas (columna D) conforme a lo asignado en la Tabla 9.

Tabla 9. Asignación de la prioridad para desechos biológico-infecciosos

Prioridad	Asignación de letra
Categoría A	D
Categoría B	B

Nota:

Si existe o se sospecha la existencia de alguna sustancia infecciosa de categoría A almacenado en un mismo recipiente, basta para que todo el tipo de desecho sea considerado de esa categoría.

- j. Probabilidad:** La probabilidad se determina en base al nivel de exposición respectivo (columna G) conforme a la cuantificación de la Tabla 10.

Tabla 10. Valoración del nivel de exposición para sustancias infecciosas

Clase	Cuantificación	Nivel de exposición
Improbable	1	Baja
Probable	3	Media
Muy probable	5	Alta

3. Jerarquización de los desechos peligrosos

Una vez llenado los matrices de identificación y valoración de los desechos peligrosos, se procede a identificar la posición que ocupan dichos desechos en la matriz de jerarquización de acuerdo a la Figura 2.

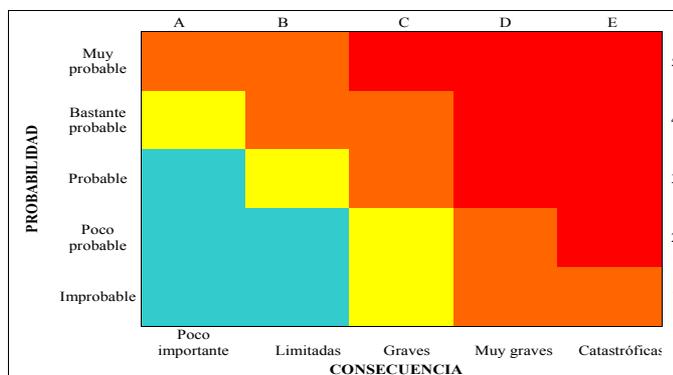


Figura 2. Matriz de jerarquización de desechos peligrosos. Fuente: Elaboración propia en base a (Universidad de Nariño, 2012)

La Tabla 11 es la matriz en el cual únicamente se ubica jerárquicamente los desechos dando prioridad a aquellos cuya probabilidad y consecuencia sean los más altos del grupo, ubicándolos desde los que tienen la posición en la matriz más alta hasta los de menor impacto conforme a la matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la Figura 2.

Tabla 11. Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
[A]	[B]	[C]	[D]	[E]

El matriz de jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales incluye los siguientes campos:

- a. **Número (No.):** Identificación numérica, de mayor a menor posición, en que los desechos son ordenados en secuencia jerárquica conforme a su nivel de probabilidad y consecuencia identificado en la matriz de matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la Figura 8 conforme al detalle de desecho.
- b. **Código:** Codificación asignada a las diferentes categorías de desechos en los listados nacionales o internacionales.
- c. **Detalle de desecho:** Especificación de los desechos generados que contienen componentes peligrosos.
- d. **Posición en la matriz:** Ubicación que ocupa determinado detalle de desecho en la matriz de matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la Figura 8. Ejemplo de llenado: A1
- e. **Color:** Representa el color del casillero en que el desecho ocupa una determinada ubicación en la matriz de matriz de jerarquización de desechos peligrosos de la Figura 2.

RESULTADOS

A continuación se aplicarán las diferentes matrices que describe la metodología para obtener datos e información referente a la jerarquización de desechos peligrosos generados, pudiendo identificar como estos constituyen diferentes grupos de actuación, lo que facilita la toma de decisiones en un proceso o sistema de gestión de los desechos peligrosos y/o especiales.

Partiendo de la información que las matrices de identificación y valoración de desechos peligrosos proporcionan, se podrá reconocer la naturaleza que poseen estos desechos y el nivel de riesgos asociados al manejo de desechos peligrosos, pudiendo reconocerlos en diferentes categorías (desde el punto de vista del receptor de los posibles efectos adversos) como riesgos para la salud humana, riesgos para el ecosistema, riesgos de afectación de compartimentos ambientales y riesgos patrimoniales (Martínez, 2005, p. 32).

1. Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI

Tabla 12. Identificación y valoración de desechos peligrosos CRTI

Información de los desechos											Posición en la matriz						
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m³	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad	
											F	S	M	G			
M.71.01	Aguas residuales sin tratamiento generados en laboratorios de ensayos y análisis, que contienen sustancias peligrosas	Mezcla agua/reactivo químico	0,1755	Óxido de hierro	N/A	N/A	1309-37-1	2-5	5	N/A	-	-	-	3	A	5	
				Cloruro de calcio	N/A	N/A	10043-52-4	1-2	N/A	N/A	-	-	-				
				Agua	N/A	N/A	7732-18-5	>95	N/A	N/A	-	-	-				
M.71.02	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Reactivo químico	0,0160	Ácido sulfúrico	1830	C	7664-93-9	100	5	314	-	5	-	1	B	5	
		Reactivo químico	0,0015	Cobre	N/A	N/A	7440-50-8	15	N/A	N/A	-	-	-	1	A	-	
		Reactivo químico	0,0007	Ácido fosfórico	1809	C	7664-38-2	85	1	314	-	5	-	1	B	5	
		Reactivo químico	0,0007	Metóxido	N/A	N/A	231-107-2	10	10	N/A	-	-	-	1	A	4	
		Reactivo químico	0,0002	Cloruro de hierro	1773	C	7705-08-0	100	0,5	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0005	Antimonio	3141	T	7440-36-0	100	0,5	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0003	Manganeso	N/A	N/A	7439-96-5	100	0,2	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0004	Titanio	2546	I	7440-32-6	100	N/A	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0004	Arsénico	1558	T	7440-38-2	100	0,01	331-301-400-410	-	4,5	7,5	1	C	5	
		Reactivo químico	0,0004	Pentóxido de vanadio	2862	T	215-239-8	100	0,05	302-332-341-361-372-335-411	-	9,5	3	1	C	5	
		Reactivo químico	0,0005	Piridina	1282	I	110-86-1	100	3	225-332-312-302	3	2	-	1	B	5	
Reactivo químico	0,0001	Azafre	1350	I	7704-34-9	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-			
Reactivo químico	0,0001	Coal Sulfur	N/A	N/A	N/A	2,5	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-			
Reactivo químico	0,0003	Nitrato férrico	1486	R	13476-08-9	100	N/A	319-315-372	-	4,3	-	1	A	-			
Reactivo químico	0,0003	Cloruro de magnesio	N/A	N/A	7786-30-3	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-			

Información de los desechos											Posición en la matriz					
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m³	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
M.71.02	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Reactivo químico	0,5718	Glicerina	N/A	N/A	56-81-5	100	N/A	N/A	-	-	-	3	A	-
		Reactivo químico	0,0009	Ftalato de dietilo	N/A	N/A	84-66-2	100	5	N/A	-	-	-	1	A	5
		Reactivo químico	0,0003	Ácido clorhídrico	1789	C	7647-01-0	5	7,6	331-314	-	6,5	-	1	B	4
		Reactivo químico	0,0004	Azul de metileno	N/A	N/A	7220-79-3	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0001	Carburo de calcio	1402	I	75-20-7	100	N/A	260	3	-	-	1	A	-
		Reactivo químico	0,0005	Hexametáfosfato de sodio	N/A	N/A	10124-96-8	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0001	Ácido oleico	N/A	N/A	112-80-1	100	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0008	Cloruro de calcio	N/A	N/A	10043-52-4	1-2	N/A	N/A	-	-	-	1	-	-
		Reactivo químico	0,0005	Formaldehído	1198	I	50-00-0	37	0,37	341-301-311-331-317-330-314	-	15,7	-	1	D	5
		Reactivo químico	0,0001	Dicromato de potasio	1288	T	7778-50-9	100	0,05	272-372-330-301-334-317-350-340-360-312-314-400-410	2	24,3	7,5	1	E	5
		Reactivo químico	0,0001	Hidróxido de sodio	1824	C	1310-73-2	3-5	N/A	314	-	5	-	1	B	-
		Reactivo químico	0,0001	Cobalto	N/A	N/A	7440-48-4	100	0,02	334-317-413-302-319351-361-331-372-315	-	4,5	0	1	A	5
		Reactivo químico	0,0020	Cloroforno	1888	T	67-66-3	100	10	351-372-317	-	11,1	-	1	C	5
		Baño de cromo	0,0050	Cromo	N/A	N/A	7440-47-3	100	2	N/A	-	-	-	1	A	5
		Baño de cobre alazino	0,0040	Cobre	N/A	N/A	7440-50-8	100	N/A	N/A	-	-	-	1	A	-
		Baño de níquel	0,0010	Níquel	N/A	N/A	7440-02-0	100	1	351-372-317	-	6	-	1	B	5
		Disolvente	0,0010	Aguares	1268	I	8052-41-3	40-30	N/A	350-304	-	7,5	-	1	B	-
				Nafta	1268	I	64741-65-7	60-70	N/A	350-304	-	7,5	-	1	B	-

Información de los desechos											Posición en la matriz					
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m³	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
M.71.02	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Revelador negativo	0.0195	Carbonato de potasio	N/A	N/A	584-08-7	5-10	N/A	N/A	-	-	-	1	C	5
				Hidroquinona	2662	T	123-31-9	1-5	2	302-331-341-318-317-600	-	8.6	5			
				Dianilglicol	N/A	N/A	111-46-6	1-5	N/A	302	-	-	-			
				1-Fenil-4-metil-3-pirazolona	2811	T	2654-57-1	1-5	N/A	301	-	3	-			
		Revelador de placas	0.155	Hidróxido de sodio	1824	C	1310-73-2	2-5	N/A	314	-	5	-	3	B	4
				Glicolato sódico	N/A	N/A	527-07-1	1-2	N/A	N/A	-	-	-			
				Glicol	N/A	N/A	107-21-1	0.1-0.2	52	302	-	1	-			
				Silicato de sodio	N/A	N/A	6834-92-0	1-2,25	N/A	302	-	-	-			
		Activador	0.0038	Resina	1866	I	111-96-6	4	N/A	226-360	2	5	-	1	B	4
				2-Etanol	1171	I	110-80-5	0.95	8	226-332-312-302-360	2	6.5	-			
Colorante	N/A			N/A	60-11-7	0.65	N/A	N/A	-	-	-					
Aluminio	N/A			N/A	7629-90-5	95	N/A	N/A	-	-	-					
M.71.04	Muestras retendidas que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	Residuos de Cloroforno y Hexano	0.004	Cloroforno	1888	T	67-66-3	8-9	10	302-319-351-361-331-372-315	-	11.1	-	1	D	5
				Hexano	1208	I	110-54-3	6-10	72	373-336-225-361-304-315-411	3	9.8	3			
		Residuos de solventes orgánicos	0.004	Isobutanol	1212	I	78-83-1	2-3	154	226-335-315-318-336	-	7	-	1	D	5
				Éter	1179	I	60-29-7	7	308	224-302-336	4	3.5	-			
				Metanol	1230	LT	67-56-1	10	266	225-331-311-301-370	-	9.5	-			
		Tetracloruro de carbono	1846	T	56-23-5	12-13	32	351-331-311-301-372-412-420	-	9	5.5					
		Residuos de Benceno	0.001	Benceno	1114	I	71-43-2	14-26	3.25	225-319-315-372-304-259-340-304	3	18	-	1	E	5
Residuos de Acetonitrilo	0.0025	Acetonitrilo	1648	I	75-05-8	28-32	68	225-332-312-302-319	3	2.5	-	1	B	5		

Información de los desechos											Posición en la matriz					
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m³	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
M.75.04	Fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones	Medicamentos	0.1000						\$1							
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	Aceites	1.5724	Aceite mineral	1268	I	N/A	100	5	350-304	-	7.5	-	3	C	5
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd, u otros materiales peligrosos y que exhiben otras características de peligrosidad	Pilas	0.0200	Dióxido de manganeso	N/A	N/A	1313-33-9	15-45	0.2	332-302	-	1.5	-	1	B	5
				1,2-Dimetoxietano	2252	I	110-71-4	5-10	N/A	225-332-360	3	5.5	-			
				Carbonato de propileno	N/A	N/A	108-32-7	1-10	N/A	319	-	1	-			
				Litio	1415	I	7439-93-2	1-5	N/A	260-3143	3	5	-			
				Trifluorometanosulfonato de litio	N/A	N/A	33454-82-9	0-5	N/A	N/A	-	-	-			
				Negro de humo/carbón	1361	I	1333-86-4	0-5	3.5	N/A	-	-	-			
Carbonato de estireno	N/A	N/A	96-49-1	0-5	N/A	N/A	-	-	-							
Gráfico	N/A	N/A	7782-42-5	0-5	2	N/A	-	-	-							
NE-21	Desechos que contienen mercurio	Reactivo químico	0.0112	Mercurio	2809	C,T	7439-97-6	100	0.02	360-330-372-400-410	-	9.3	7.5	1	E	5
NE-28	Envases vacíos de agroquímicos sin triple lavado	Envases vacíos	0.1000	Atrazina	2588	T	1912-24-9	>50	5	373-317-410	-	-	-	3	A	5
NE-32	Filtros usados de aceite mineral	Filtros metálicos	0.0315	Aceite mineral	1268	I	N/A	>1	5	350-304	-	7.5	-	1	B	5
NE-35	Hidrocarburos vacíos o contaminados con otras sustancias	Mezcla de aceite con combustible	0.1893	Diesel	1202	I	68334-30-5	16-17	N/A	351	-	3	-	3	C	5
				Gasolina	1203	I	86200-81-5	16-17	N/A	350-340-304	-	10	-			
				Aceite mineral	1268	I	N/A	16-17	5	N/A	-	-	-			
Petróleo	0.2135	Petróleo	1267	I	64741-80-6	>50	N/A	350	-	5	-	3	B	-		

Información de los desechos											Posición en la matriz					
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Componente	N° ONU	CRTIB	N° CAS	%	VLA-ED mg/m ³	Indicaciones de peligro	Gravedad				Prioridad	Probabilidad
											F	S	M	G		
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos usados que contengan mercurio	Tubos fluorescentes	0.0700	Mercurio	2025	T	7439-97-6	0.5-1	0.02	360-330-372-490-410	-	9.3	7.5	1	E	5
				Piomo	2791	T	7439-92-1	0.2-2	0.15	302-332-411	-	1.5	3			
				Antimonio	1549	T	7600-36-0	0.5-1	0.5	N/A	-	-	-			
				Alcalinotérreos	1391	I	7600-36-3	0-1	0.5	N/A	-	-	-			
NE-42	Material absorbente contaminado con hidrocarburos... materiales sólidos absorbentes	Material absorbente	0.0050	Acete mineral	1268	I	N/A	>1	5	350-304	-	4.5	-	1	A	4
NE-46	Partes de equipos eléctricos y electrónicos... o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	Chatarra eléctrica y electrónica	0.0150	Cadmio	2570	T	7440-43-9	N/A	0.01	332-312-302-400-410	-	3	7.5	1	E	5
				Mercurio	2025	T	7439-97-6	N/A	0.02	360-330-372-400-410	-	9.3	7.5			
				Piomo	2291	T	7439-92-1	>0.5	0.5	302-332-411	-	1.5	3			
				Bifenilos policlorados sólidos	3432	T	92-52-4	N/A	1.3	319-335-315-410	-	5.3	5			
ES-04	Neumáticos usados o partes de los mismos	Lianas	1.0800	Caucho natural	N/A	N/A	N/A	14	N/A	N/A	-	-	-	5	A	5
				Caucho sintético	N/A	N/A	N/A	27	N/A	N/A	-	-	-			
				Negro de humo	1361	I	1333-86-4	28	3.5	N/A	-	-	-			
				Acero	N/A	N/A	N/A	14-15	N/A	N/A	-	-	-			

En donde:

CRTIB: Corrosivo (C); Reactivo (R); Tóxico (T); Inflamable (I); Biológico-infeccioso

(B)

VLA-ED: Valor límite de exposición diaria

F: peligros físicos; **S:** peligros para la salud; **M:** peligros para el medio ambiente; **G:** tipo de generadores.

S/A: Sin asignación de datos específicos; **S/I:** Sin información del desecho

2. Identificación y valoración de desechos peligrosos biológico-infecciosos

Tabla 13. Identificación y valoración de desechos biológico-infecciosos

Información de los desechos								Posición en la matriz	
Código	Descripción de desecho	Detalle de desecho	Cantidad (toneladas)	Categoría sustancia infecciosa	N° ONU	CRTIB	Nivel de exposición	Prioridad	Probabilidad
M.72.04	Desechos de investigaciones biológicas que contienen agentes patógenos activados	Sangre	0.0060	Cat. A	2814	B	Baja	D	1
M.75.01	Cadáveres o partes anatómicas de animales enfermos o que ha sido expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de investigación	Partes anatómicas de ratas	0.1000	Cat. A	2900	B	Media	D	3
M.75.02	Desechos biológicos infecciosos no desactivados: gases, líquidos y guantes	Productos desechables médicos	0.0285	Cat. B	3291	B	Baja	B	1
M.75.03	Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones	Productos médicos cortopunzante	0.1000	Cat. B	3291	B	Media	B	3
Q.86.01	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas, cajas petri, placas de frotis, y todos los instrumentos utilizados para manipular, mezclar o inocular microorganismos	Cultivos con microorganismo, geles de agarosa, poliacrilamida	0.0458	Cat. A	2814	B	Media	D	3
Q.86.05	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos	Productos médicos cortopunzante	0.4777	Cat. A	2814	B	Media	D	3
Q.86.07	Materiales e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Productos desechables médicos	0.5747	Cat. A	2814	B	Media	D	3

En donde:

CRTIB: Corrosivo (C); Reactivo (R); Tóxico (T); Inflamable (I); Biológico-infeccioso (B)

En las tabla 12 y 13, los desechos son evaluados su nivel de peligrosidad y la probabilidad de ocurrencia, esto es conocido como evaluación de riesgos, cuyos resultados refiere en que los desechos que cuentan con Valores Límite Ambientales de Exposición Diaria (VLA-ED), en sus componentes químicos, son propensos a provocar daño/s para la salud, el ambiente y, de existir vulnerabilidad por ausencia o carencia de sistemas de protección física, daños patrimoniales por compuestos químicos que poseen características de peligrosidad física.

3. Jerarquización de los desechos peligrosos

En la tabla 14, los desechos peligrosos y/o especiales con VLA-ED, indicadores de peligro (H) y cantidad de generación bajo de los límites considerados, son jerarquizados de acuerdo a su posición en la matriz, permitiéndonos vislumbrar los desechos que constituyen una gestión prioritaria, tanto para minimización, así como un sistema de gestión particular.

Tabla 14. Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales por detalle de desecho

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
1	M.71.02	Reactivo químico: (Dicromato de potasio)	E5	Rojo
2	M.71.04	Residuos de Benceno	E5	Rojo
3	M.71.04	Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	E5	Rojo
4	NE-21	Reactivo químico	E5	Rojo
5	NE-40	Tubos fluorescentes	E5	Rojo
6	NE-46	Chatarra eléctrica y electrónica	E5	Rojo
7	M.71.02	Reactivo químico: (Formaldehído)	D5	Rojo
8	M.71.04	Residuos de Cloroformo y Hexano	D5	Rojo
9	M.71.04	Residuos de solventes orgánicos	D5	Rojo
10	M.71.02	Reactivo químico: (Arsénico)	C5	Rojo
11	M.71.02	Reactivo químico: (Pentóxido de vanadio)	C5	Rojo
12	M.71.02	Reactivo químico: (Cloroformo)	C5	Rojo
13	M.71.02	Revelador negativo	C5	Rojo
14	NE-03	Aceites	C5	Rojo
15	NE-35	Mezcla de aceite con combustible	C5	Rojo
16	M.75.01	Partes anatómicas de ratas	D3	Rojo
17	Q.86.01	Cultivos con microorganismo, geles de agarosa, poliacrilamida	D3	Rojo
18	Q.86.05	Productos médicos cortopunzante	D3	Rojo
19	Q.86.07	Productos desechables médicos	D3	Rojo
20	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido sulfúrico)	B5	Naranja
21	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido fosfórico)	B5	Naranja

22	M.71.02	Reactivo químico: (Piridina)	B5	Naranja
23	M.71.02	Reactivo químico: (Níquel)	B5	Naranja
24	M.71.04	Residuos de Acetonitrilo	B5	Naranja
25	NE-08	Pilas	B5	Naranja
26	NE-32	Filtros metálicos	B5	Naranja
27	M.71.01	Mezcla agua/reactivo químico	A5	Naranja
28	M.71.02	Reactivo químico: (Ftalato de dietilo)	A5	Naranja

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
29	M.71.02	Reactivo químico: (Cobalto)	A5	Naranja
30	M.71.02	Baño de Cromo	A5	Naranja
31	M.71.04	Óxido de síntesis de grafeno	A5	Naranja
32	NE-28	Envases vacíos	A5	Naranja
33	ES-04	Llantas	A5	Naranja
34	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido clorhídrico)	B4	Naranja
35	M.71.02	Revelador de placas	B4	Naranja
36	M.71.02	Activador	B4	Naranja
37	M.72.04	Sangre	D1	Naranja
38	M.71.04	Residuos de Diclorometano	A4	Amarillo
39	NE-42	Material absorbente	A4	Amarillo
40	M.75.03	Productos médicos cortopunzante	B3	Amarillo
41	M.75.02	Productos desechables médicos	B1	Celeste

Los desechos que cuentan únicamente con indicadores de peligro (H), consideran una determinada prioridad para su gestión. Sin embargo, la probabilidad de daños para la salud y el ambiente es relativamente nula al estar en espacios confinados. Estos desechos son visualizados jerárquicamente de acuerdo al detalle de desecho en la tabla 15.

Tabla 15. Desechos sin valoración de probabilidad

No.	Código	Detalle de desecho	Consecuencia
1	M.71.02	Diluyente	B
2	M.71.02	Reactivo químico: (Hidróxido de sodio)	B
3	M.71.04	Desechos de Cloruro de paladio	B
4	M.71.04	Solución de Ácido nítrico	B
5	NE-35	Petróleo	B
6	M.71.02	Reactivo químico: (Nitrato férrico)	A
7	M.71.02	Reactivo químico: (Glicerina)	A
8	M.71.02	Reactivo químico: (Carburo de calcio)	A

La existencia de desechos sin cuadro de peligrosidad también se halla presentes en el inventario de desechos peligrosos y/o especiales, estos son identificados como tal debido a la inexistencia de VLA-ED, indicadores de peligro (H) y cantidad de generación bajo de los límites considerados, lo que constituye un esfuerzo poco necesario su gestión ya que carecen de prioridad y probabilidad. Estos desechos son identificados en la tabla 16.

Tabla 16. Desechos sin cuadro de peligrosidad

No.	Código	Detalle de desecho
1	M.71.02	Reactivo químico: (Cobre)
2	M.71.02	Reactivo químico: (Molibdeno)
3	M.71.02	Reactivo químico: (Antimonio)
4	M.71.02	Reactivo químico: (Manganeso)
5	M.71.02	Reactivo químico: (Cloruro de hierro)
6	M.71.02	Reactivo químico: (Titanio)
7	M.71.02	Reactivo químico: (Azufre)
8	M.71.02	Reactivo químico: (Coal Sulfur)
9	M.71.02	Reactivo químico: (Cloruro de magnesio)
10	M.71.02	Reactivo químico: (Azul de metileno)
11	M.71.02	Reactivo químico: (Hexametfosfato de sodio)
12	M.71.02	Reactivo químico: (Ácido oleico)
13	M.71.02	Reactivo químico: (Cloruro de calcio)
14	M.71.02	Baño de cobre alcalino
15	M.71.04	Sulfur Analyser Tyrant
16	M.71.04	Solución equivalente de arena

La falta de información de los desechos inventariados también ha sido un factor determinante que ha afectado al proceso de jerarquización debido a que se desconoce sus componentes químicos o sustancias contaminantes, así como concentración de los mismos, esto dificulta cualquier esfuerzo de gestión que se plantee para los desechos en mención (tabla 17).

Tabla 17. Desechos sin información

No.	Código	Detalle de desecho
1	M.71.04	Residuos orgánicos desconocidos
2	M.71.04	Ácidos orgánicos desconocidos
3	M.71.04	Desechos de HAP's
4	M.75.04	Medicamentos

En la tabla 18, se procede a enlistar jerárquicamente los desechos por código conforme al Anexo B y C del Acuerdo Ministerial 142, conforme los resultados de la identificación y valoración de desechos peligrosos y/o especiales, así como su jerarquización por detalle de desecho, depurando aquellos que carecen un cuadro de peligrosidad y que no posean la información preliminar respectiva.

Los desechos sin cuadro de peligrosidad no son tomados en cuenta para planes de minimización o gestión debido a que su tratamiento no aplica para el presente trabajo. Los desechos en mención corresponderían a una gestión de desechos comunes o residuos no peligrosos.

Los desechos sin información preliminar no pueden ser considerados dentro de planes de minimización o gestión debido a que se desconoce sus características de peligrosidad, por tal razón no es factible clasificarlos hasta poseer resultados de análisis físico-químico para sustancias desconocidas.

Tabla 18. Jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales por código de desecho

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
1	M.71.02	Reactivos químicos: Dicromato de potasio	E5	Rojo
		Formaldehído	D5	Rojo
		Arsénico Pentóxido de vanadio Cloroformo Revelador negativo	C5	Rojo
		Ácido sulfúrico Ácido fosfórico Piridina Baño de níquel	B5	Naranja
		Ftalato de dietilo Cobalto Baño de cromo	A5	Naranja
		Ácido clorhídrico Revelador de placas Activador	B4	Naranja
		Diluyente Hidróxido de sodio	B	S/C
		Nitrato férrico Glicerina Carburo de calcio	A	S/C

2	M.71.04	Residuos de Benceno Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	E5	Rojo
		Residuos de Cloroformo y Hexano Residuos de solventes orgánicos	D5	Rojo
		Residuos de Acetonitrilo	B5	Naranja
		Óxido de síntesis de grafeno	A5	Naranja
		Residuos de Diclorometano	A4	Amarillo
		Desechos de Cloruro de paladio Solución de Ácido nítrico	B	S/C
3	NE-21	Reactivo químico (Mercurio)	E5	Rojo
4	NE-40	Tubos fluorescentes	E5	Rojo
5	NE-46	Chatarra eléctrica y electrónica	E5	Rojo
6	NE-03	Aceites	C5	Rojo
7	NE-35	Mezcla de aceite con combustible	C5	Rojo
		Petróleo	B	S/C
8	M.75.01	Partes anatómicas de ratas	D3	Rojo
9	Q.86.01	Cultivos con microorganismo, geles de agarosa, poliacrilamida	D3	Rojo
10	Q.86.05	Productos médicos cortopunzante	D3	Rojo
11	Q.86.07	Productos desechables médicos	D3	Rojo
12	NE-08	Pilas	B5	Naranja
13	NE-32	Filtros metálicos	B5	Naranja
14	M.71.01	Mezcla agua/reactivo químico	A5	Naranja
15	NE-28	Envases vacíos	A5	Naranja
16	ES-04	Llantas	A5	Naranja
17	M.72.04	Sangre	D1	Naranja
18	NE-42	Material absorbente	A4	Amarillo
19	M.75.03	Productos médicos cortopunzante	B3	Amarillo
20	M.75.02	Productos desechables médicos	B1	Celeste

Dentro de los resultados de los procesos de jerarquización de desechos peligrosos y/o especiales, tenemos los siguientes datos:

- a. Se han enlistado jerárquicamente 20 desechos peligrosos y/o especiales de 21.
- En el código M.71.02 (*Productos químicos caducados o fuera de especificaciones*) se enlista 21 reactivos químicos como desechos peligrosos.
 - En el código M.71.04 (*Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos*) se enlista 9 diferentes desechos como peligrosos.
 - En el código NE-35 (*Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias*) se enlista 2 diferentes desechos como peligrosos.
 - En el resto de los 17 códigos de desechos se enlista un detalle por cada una.
- b. Por posición y color en la matriz de jerarquización, se puede apreciar la siguiente cantidad de desechos (tabla 19): 19 rojos, 18 naranjas, 2 amarillos y 1 celeste, dando un total de 41 desechos que constan en el listado de jerarquización de desechos peligrosos por detalle de desecho. Los 8 desechos sin valoración de probabilidad, están excluidos por no poseer ubicación jerárquica en la matriz.

Tabla 19. Cantidad de desechos por posición y color en la matriz de jerarquización

Color	Rojo	Naranja	Amarillo	Celeste
Cantidad por posición	6 en rojo – E5 3 en rojo – D5 4 en rojo – D3 6 en rojo – C5	1 en naranja – D1 7 en naranja – B5 3 en naranja – B4 7 en naranja – A5	1 en amarillo – B3 2 en amarillo – A4	1 en celeste – B1
Total	19	18	3	1

- c. Los desechos peligrosos que ocupan mayor relevancia para el desarrollo del plan de minimización y el desarrollo de programas de implementación son los ubicados en el color rojo de la matriz de jerarquización.
- d. Para reducir la lista de jerarquización de desechos peligrosos y/o especiales, se filtrará para consideración a aquellos que consten en las posiciones E5 y D5, siendo los desechos de mayor posición jerárquica (tabla 20).

Tabla 20. Desechos peligrosos y/o especiales de mayor posición jerárquica.

No.	Código	Detalle de desecho	Posición en la matriz	Color
1	M.71.02	Reactivo químico: (Dicromato de potasio)	E5	Rojo
2	M.71.04	Residuos de Benceno	E5	Rojo
3	M.71.04	Soluciones acuosas de ácidos inorgánicos	E5	Rojo
4	NE-21	Reactivo químico	E5	Rojo
5	NE-40	Tubos fluorescentes	E5	Rojo
6	NE-46	Chatarra eléctrica y electrónica	E5	Rojo
7	M.71.02	Reactivo químico: (Formaldehído)	D5	Rojo
8	M.71.04	Residuos de Cloroformo y Hexano	D5	Rojo
9	M.71.04	Residuos de solventes orgánicos	D5	Rojo

CONCLUSIONES

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE es una institución generadora de desechos peligrosos y/o especiales, siendo ineludible impulsar el desarrollo de un plan de gestión que abarque los componentes relacionados con la gestión de desechos peligrosos, como parte fundamental del quehacer universitario y señal del compromiso con la sociedad y el medio ambiente.

La jerarquización de los desechos peligrosos y/o especiales generados en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE indica que se deberá tomar especial atención a los desechos posicionados en escalas de color rojo de acuerdo a la matriz de jerarquización, siendo estos 19 rojos de 41 desechos (a detalle) jerarquizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernandez, M., & Lala, H. (2017). *Registro Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE*. Sangolquí.
- INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2013. *Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos*.(1). Quito, Ecuador.
- INSHT. (2009). Notas Técnicas de Prevención 833. Madrid, España.
- INSHT. (Febrero de 2017). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2017. Madrid, España.
- MAE. (2012). Acuerdo Ministerial No. 142. *Listado de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales*. Quito.
- Martínez, J. (Septiembre de 2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos - Fundamentos*. Montevideo, Uruguay.
- ONU. (2015). Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas - Reglamentación Modelo. I(19). New York y Ginebra.
- SEMARNAT. (2009). *Guía para el cumplimiento de obligaciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento*. Recuperado el 14 de Febrero de 2018, de Biblioteca SEMARNAT Web site: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD002173.pdf>
- Universidad de Nariño. (23 de Enero de 2012). *Formatos SGC-FR 06 Análisis de Riesgos; SGC-FR-07 Plan de Acción para el Tratamiento de las Causas del Riesgo; SGC-FR-12 Valoración de los Riesgos; SGC-FR-15 Política de Administración del Riesgo*. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de Acciones preventivas: http://calidad.udenar.edu.co/?page_id=758