



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos
peligrosos con incineración para disminuir el riesgo
ambiental en el norte del Perú**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR

Cesar RETUERTO MALPARTIDA

ASESOR

Dr. Alberto HUIMAN CRUZ

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

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

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Retuerto, C. (2024). *Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Cesar Retuerto Malpartida
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77532730
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8987-0560
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Alberto Huiman Cruz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41459167
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5507-9903
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Giuliana Patricia Becerra Celis
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40745335
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Zanhy Leonor Valencia Reyes
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40125804
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Nora Rosa Concepción Malca Casavilca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08129250

Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.2.8. Ingeniería y tecnologías del Medio Ambiente
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Ancash Provincia: Huaraz Distrito: Huaraz Latitud: -9.530100 Longitud: -77.528863 País: Perú Departamento: Cajamarca Provincia: Cajamarca Distrito: Cajamarca Latitud: -7.157047 Longitud: -78.517477 País: Perú Departamento: La Libertad Provincia: Trujillo Distrito: Trujillo Latitud: -8.111939 Longitud: -79.028668 País: Perú Departamento: Lambayeque Provincia: Lambayeque Distrito: Lambayeque Latitud: -6.704279 Longitud: -79.906227 País: Perú Departamento: Piura Provincia: Piura Distrito: Piura Latitud: -5.197128 Longitud: -80.626634 País: Perú Departamento: Tumbes Provincia: Tumbes Distrito: Tumbes Latitud: -3.5708294

	Longitud: -80.459631
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental y geológica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; el día 25 de Octubre del año 2024, siendo las 11:00 am, en presencia de los señores docentes designados como miembros del Jurado Calificador:

Dra. GIULIANA PATRICIA BECERRA CELIS	(Presidente del Jurado)
Mg. ZANHY LEONOR VALENCIA REYES	(Miembro del Jurado)
Dra. NORA ROSA CONCEPCION MALCA CASAVILCA	(Miembro del Jurado)

Reunidos para el acto académico público de colación del Tesista Bachiller CESAR RETUERTO MALPARTIDA quien sustentara la Tesis Titulada:

“ANÁLISIS DEL MERCADO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS CON INCINERACIÓN PARA DISMINUIR EL RIESGO AMBIENTAL EN EL NORTE DEL PERÚ” para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Los miembros del Jurado, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas:

A..... **SATISFACCIÓN**

El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue: **16 (DIECISEIS)**

APROBADO CON MENCIÓN HONROSA

Habiendo sido aprobada la Sustentación de Tesis por el Jurado Calificador, el presidente recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, proponga se le otorgue el



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL al
Bach. CESAR RETUERTO MALPARTIDA

Siendo las 12:30 horas se dio por concluido el acto académico,
expidiéndose dos (02) Actas Originales de la Sustentación de la Tesis.

Dra. GIULIANA PATRICIA BECERRA CELIS
PRESIDENTA DEL JURADO

Dra. NORA ROSA CONCEPCION MALCA CASAVILCA
MIEMBRO DE JURADO

Mg. ZANNHY LEONOR VALENCIA REYES
MIEMBRO DE JURADO

Dr. ALBERTO HUIMAN CRUZ
ASESOR



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Msc. Ing. Alberto Huiman Cruz, en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000710-2024-D-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es «Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú» presentado por el bachiller Cesar Retuerto Malpartida para optar el título de Ingeniero Ambiental, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 11% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 41459167

Nombres y apellidos del asesor: Alberto Huiman Cruz



Índice

Resumen	7
Abstract	9
I. Introducción	11
1.1. Situación Problemática:	13
1.2. Formulación del problema:	15
1.2.1. Problema General:	15
1.2.2. Problemas Específicos:	15
1.3. Justificación de la investigación	16
1.4. Limitaciones	17
1.5. Objetivos de investigación	18
1.5.1. Objetivo General:	18
1.5.2. Objetivos Específicos:	18
II. Marco Teórico	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	21
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Residuos sólidos peligrosos	22
2.2.2. Tratamiento de residuos sólidos peligrosos	23
2.2.3. Tratamiento de residuos mediante el sistema de incineración	23
2.2.4. Riesgo de exposición a residuos sólidos peligrosos	24
2.2.5. Incineración de residuos y reducción de riesgos ambientales	25
2.3. Definición de términos	26
III. Hipótesis y Variables	28
3.1. Hipótesis General	28
3.2. Hipótesis Específicas	28

3.3.	Identificación de Variables	28
3.3.1.	Variable independiente	28
3.3.2.	Variable dependiente	28
3.4.	Operacionalización de variables	29
3.5.	Matriz de consistencia	30
IV.	Materiales y Métodos	32
4.1.	Área de estudio	32
4.2.	Tipo de investigación	34
4.3.	Diseño de investigación	34
4.4.	Población de estudio	34
4.5.	Tamaño de muestra	34
4.6.	Selección de la muestra	35
4.7.	Procedimiento técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
4.7.1.	Procedimiento	35
4.7.2.	Técnicas de recolección de datos	38
V.	Resultados	40
5.1.	Identificación del tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en la zona norte del país	40
5.1.1.	Análisis de la demanda de residuos sólidos peligrosos	40
5.1.2.	Análisis de la oferta de residuos sólidos peligrosos	49
5.2.	Características de la preferencia en el uso de tecnologías de tratamiento por sectores	68
5.2.1.	Análisis de las encuestas	68
5.2.2.	Análisis de las entrevistas	76
5.3.	Factores que limitan la incorporación de la incineración para el tratamiento de residuos	84
5.3.1.	Costo	84
5.3.2.	Preocupaciones ambientales y de salud	87

5.3.3. Normativa y fiscalización	87
5.4. Medidas que incrementarían el uso del sistema de incineración como tratamiento de residuos	88
5.4.1. Revisión y fortalecimiento normativo	88
5.4.2. Incentivos económicos	89
5.4.3. Fortalecimiento de la Supervisión y Fiscalización	89
5.4.4. Programas de Capacitación y Difusión	90
5.4.5. Investigación y Desarrollo	90
5.4.6. Waste to Energy	90
5.5. Revisión por pares	91
VI. Discusión de resultados	93
VII. Conclusiones	97
VIII. Recomendaciones	99
IX. Referencias Bibliográficas	100
Anexo N° 01: Encuesta	105
Anexo N° 02: Validación de expertos	107
Anexo N° 03: Validación de resultados	120

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Operacionalización de variables	29
Tabla N° 2: Matriz de consistencia	30
Tabla N° 3: Cantidad de empresas generadoras por sector	36
Tabla N° 4: Cantidad de residuos generados por departamento	40
Tabla N° 5: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Ancash.....	41
Tabla N° 6: Generación de residuos peligrosos en el departamento de La Libertad....	43

Tabla N° 7: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Piura	45
Tabla N° 8: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Lambayeque ..	46
Tabla N° 9: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Cajamarca	47
Tabla N° 10: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Tumbes.....	48
Tabla N° 11: Listado de infraestructuras de tratamiento de residuos peligrosos	50
Tabla N° 12: Toneladas de residuos tratados en el año 2023.....	51
Tabla N° 13: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Ancash	52
Tabla N° 14: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de La Libertad	53
Tabla N° 15: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Piura	55
Tabla N° 16: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Lambayeque	57
Tabla N° 17: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Cajamarca.....	58
Tabla N° 18: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Tumbes	59
Tabla N° 19: Cantidad de residuos peligrosos tratados por incineración	61
Tabla N° 20: Método de tratamiento de residuos según cada sector.....	62
Tabla N° 21: Listado de infraestructuras de disposición final de residuos peligrosos ..	66
Tabla N° 22: Toneladas de residuos dispuestos en el año 2023.....	67
Tabla N° 23: Costo de disposición por tipo de residuo	84
Tabla N° 24: Costo por servicio de EO-RS.....	86

Índice de Figuras

Figura N° 1: Mapa de departamentos del área de estudio	33
Figura N° 2: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Ancash	53
Figura N° 3: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de La Libertad ...	55
Figura N° 4: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Piura	56
Figura N° 5: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Lambayeque.	58
Figura N° 6: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Cajamarca	59
Figura N° 7: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Tumbes.....	60
Figura N° 8: EO-RS que brindan el tratamiento en la zona norte de Perú.....	60
Figura N° 9: Mapa de distribución de infraestructuras de disposición final en el Perú.	65
Figura N° 10: ¿Está familiarizado con el concepto de incineración como método de tratamiento de residuos peligrosos?	69
Figura N° 11: ¿Con qué EO-RS disponen sus residuos?	70
Figura N° 12: ¿Por qué trasladan sus residuos a aquella infraestructura de disposición?	71
Figura N° 13: ¿Estaría dispuesto a emplear el sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos?.....	72
Figura N° 14: ¿Su empresa presenta limitantes para usar la tecnología de incineración?	72
Figura N° 15: ¿Cuáles son sus preocupaciones asociadas al tratamiento de residuos peligrosos mediante incineración?	73
Figura N° 16: Si no está interesado en el tratamiento por incineración ¿qué otra tecnología desea usar?.....	74
Figura N° 17: ¿Estaría dispuesto a pagar más por el servicio de incineración en comparación a la disposición tradicional en relleno de seguridad?	75
Figura N° 18: ¿Cuál sería un precio razonable que estaría dispuesto a pagar por el servicio?	75

Resumen

Actualmente, se ha identificado la presencia de 57,210.12 hectáreas de áreas degradadas por residuos sólidos no municipales a nivel nacional, cifra que evidencia un serio panorama del sistema de tratamiento y disposición por parte de los generadores asociados. Esta situación demanda modificaciones en las normativas, regulaciones, de conciencia y otros aspectos que se encuentran involucrados en la gestión de residuos. El objetivo de la investigación es analizar el mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para contribuir a la reducción del riesgo ambiental en el norte del Perú.

Para alcanzar los objetivos planteados, se empleó una metodología descriptiva no experimental. Se recolectaron datos proporcionados por el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) No Municipal sobre la oferta y demanda en el manejo de residuos peligrosos, complementados con la realización de encuestas y entrevistas a los generadores de dichos residuos. Estas herramientas permitieron identificar preferencias, limitaciones y motivaciones relacionadas con el uso de tecnologías de incineración.

Los resultados obtenidos indicaron una serie de limitaciones en la adopción de la incineración como método de tratamiento de residuos. Uno de los principales obstáculos es el costo, que resulta casi el doble, o incluso más, en comparación con el método tradicional de disposición en rellenos de seguridad. Además, se identificaron otros factores influyentes como la contaminación ambiental, las afectaciones a la salud, la normativa vigente y la fiscalización.

Se concluye que existe una necesidad urgente de promover la adopción de tecnologías avanzadas y sostenibles como la incineración en el tratamiento de residuos peligrosos. Superar las barreras actuales requiere mejoras normativas, incentivos económicos, fortalecimiento de la supervisión, así como una mayor difusión y capacitación sobre los beneficios de estas tecnologías.

Se recomienda implementar políticas que incentiven el uso de tecnologías más sostenibles, como la incineración, mediante la actualización de la normativa, la creación de incentivos económicos, el refuerzo de la fiscalización y la promoción de campañas de capacitación dirigidas a los generadores de residuos.

Palabras clave: residuos peligrosos, incineración, generadores, tratamiento de residuos

Abstract

At present, 57,210.12 hectares of land nationwide have been identified as being degraded by non-municipal solid waste, a figure that highlights a serious issue within the waste treatment and disposal system by the associated generators. This situation necessitates modifications in waste management.

The objective of the research is to analyse the hazardous solid waste treatment market using incineration, with the aim of contributing to the reduction of environmental risk in northern Peru.

To achieve the stated objectives, a descriptive, non-experimental methodology was employed. Data provided by the Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) No Municipal on supply and demand in hazardous waste management, supplemented by surveys and interviews with waste generators. These tools enabled the identification of preferences, limitations, and motivations related to the use of incineration technologies.

The results indicated several limitations in the adoption of incineration as a waste treatment method. One of the main obstacles is the cost, which is nearly double, or even higher, compared to the traditional method of disposal in secure landfills. Additionally, other influential factors were identified, such as environmental pollution, health impacts, existing regulations, and enforcement.

It is concluded that there is an urgent need to promote the adoption of advanced and sustainable technologies, such as incineration, in hazardous waste treatment. Overcoming the current barriers requires regulatory improvements, economic incentives, strengthened supervision, and greater dissemination and training on the benefits of these technologies.

It is recommended to implement policies that encourage the use of more sustainable technologies, such as incineration, through the updating of regulations, the creation of

economic incentives, the reinforcement of enforcement, and the promotion of training campaigns aimed at waste generators.

Keywords: hazardous waste, incineration, generators, waste treatment

I. Introducción

La gestión de residuos sólidos de carácter peligroso es hoy en día un reto para diferentes países que limita lograr la sostenibilidad, pues manejar y reducir los niveles de peligro que representan a las personas y al entorno natural requieren del empleo de tecnologías a la vanguardia y del compromiso de las empresas generadoras por tomar medidas contra ello. (Vásquez, 2022).

El territorio peruano es una clara representación de limitaciones o bajos niveles de fomento del empleo de medidas que contribuyan a la mejora en la gestión de residuos sólidos; sin embargo, según los datos reportados en la plataforma del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) se evidencia que existe una problemática aún no tratada y que en las soluciones que se proponen como país no se contempla la eliminación del peligro, sino aumentar las infraestructuras de confinamiento.

Es por ello que la presente investigación trata de evaluar la presencia del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en el mercado y el vínculo que tiene con la reducción de riesgos ambientales para el territorio norte del Perú.

Para lograrlo es necesario analizar la oferta y demanda que existe en el mercado del tratamiento de residuos peligrosos mediante el análisis estadístico de la generación de residuos por parte de diferentes sectores industriales, así como también los volúmenes tratados y dispuestos con su respectiva empresa operadora.

Seguido de ello, será necesario evaluar la predisposición por parte de las principales empresas generadoras de residuos sólidos peligrosos en relación al uso de alguna tecnología de tratamiento de residuos, haciendo énfasis al sistema de incineración a fin de conocer intereses, limitaciones o barreras que se puedan presentar para la incorporación de la tecnología.

Finalmente, serán evaluadas, analizadas y propuestas algunas medidas aplicables que incrementen el uso del sistema de incineración como tecnología eficiente en el tratamiento de residuos sólidos peligrosos.

1.1. Situación Problemática:

En la actualidad, diferentes países, entre desarrollados y emergentes, presentan el desafío de lograr la adopción de tecnologías y sistemas de gestión de residuos más eficientes y adecuados de acuerdo a su posibilidad de instalación y manejo del mismo con el objetivo de facilitar y optimizar la recepción, clasificación, aprovechamiento y eliminación de la patogenicidad de los residuos generados en el día a día. (Segura *et al*, 2020)

Este desafío se presenta debido a que según la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2024) se estima que la generación mundial de residuos para el 2020 fue de 2.1 billón de toneladas por año, lo cual es un llamado de emergencia para la adopción de correctas tecnologías que puedan hacerle frente a esta evidente problemática e implique lograr la disminución de los efectos sociales y ambientales que representan los residuos sólidos.

Como parte del grupo de tecnologías aplicables para combatir esta problemática se tiene al sistema de incineración de residuos, el cual es una tecnología de tratamiento que consiste en incrementar la temperatura de los residuos con el objetivo de minimizar el volumen y los niveles de patogenicidad que representan para el humano y el entorno natural; al realizar este proceso se generan emisiones conformadas principalmente por dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua (H₂O), siendo una tecnología controversial debido a la preocupación que generan tales emisiones al ser relacionadas con la contaminación atmosférica (Vásquez, 2022).

Una zona crítica del Perú es la zona norte, delimitada para la presente investigación para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash y Cajamarca. Los sectores objeto de análisis son: Pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas; los cuales fueron seleccionados en función de la disponibilidad de información proporcionada por la plataforma SIGERSOL, identificándose como los principales generadores de residuos no municipales cuya data

se tiene registrada. No obstante, el sector salud ha sido excluido del presente análisis, a pesar de su relevancia debido a la patogenicidad y el volumen de residuos que produce, dado que no se dispone de información accesible que permita evaluar de manera adecuada su gestión

Bajo ese enfoque, se tienen los datos reportados en la base de datos del Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) al 2023, los cuales tienen mayor nivel de detalle y estima que para el mismo año, según el reporte de generadores, la cantidad de residuos sólidos únicamente peligrosos totales anuales ascienden a 5467938.02 t; sin embargo, esta información no se encuentra desglosada por todos los sectores existentes, lo cual es fundamental al momento de tomar decisiones y planificar de forma efectiva las medidas contra ello.

Esta carencia es notable en relación a los residuos no municipales y de carácter peligroso, donde la información es escasa y fragmentada. A ello se le adiciona que, a la fecha de la presente investigación, únicamente el Sector Vivienda cuenta con un dispositivo legal y específico: el D.S. N° 002-2022-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición, orientado a regular el manejo de residuos sólidos de quienes administra. La carencia de datos reportados y normativas sectoriales específicas vienen a ser un gran obstáculo en la gestión integral y eficaz de los residuos sólidos peligrosos en territorio nacional.

Es por ello que emerge como opción la implementación de la tecnología de tratamiento, denominada incineración, que consiste en la quema a altas temperaturas de los residuos a tratar, su aplicación toma relevancia en diferentes sectores generadores como salud e industrias, ya que brinda seguridad y la reducción de riesgos en el manejo de residuos de carácter peligroso. (Esteban *et al*, 2022).

Según Cruzado (2019), la incineración es efectiva en Perú para manejar residuos sólidos peligrosos, ofreciendo beneficios como la reducción de riesgos biológicos, la disminución del volumen de residuos y el uso de tratamientos localmente viables, con

bajos consumos energéticos y costos. No obstante, su adopción ha sido lenta en comparación con países latinoamericanos como Chile, Brasil, México y Colombia.

Lo cual queda en manifiesto debido a que la ciudad de Lima cuenta únicamente con dos incineradoras de propiedad privada, mientras que en el norte del Perú se presenta otro también privado. Esto resalta necesidad de investigar el motivo por el cual existe una limitada presencia de sistemas de tratamiento de residuos peligrosos bajo el método incineración en Perú.

En este contexto, es fundamental explorar las potenciales ventajas que presenta hacer uso de este sistema de tratamiento y evaluar cuál es la predisposición de diferentes sectores para incorporar a esta tecnología en el manejo integral de sus residuos a fin de reducir tanto el volumen como los niveles de patogenicidad que representan.

Por lo tanto, frente a una notable problemática derivada de la débil regulación, los altos niveles de patogenicidad y el posible riesgo ambiental asociado a los residuos sólidos no municipales, además de la baja celeridad por la toma y desarrollo de medidas contra ello, la tecnología de tratamiento de residuos mediante el sistema de incineración se presenta como opción viable. Debido a que entre sus beneficios destacan la reducción de la patogenicidad, disminución del volumen de residuos y el fortalecimiento del uso de tecnologías de tratamiento en diversos sectores generadores; sin embargo, su presencia y desenvolvimiento sigue mostrándose limitada.

1.2. Formulación del problema:

1.2.1. Problema General:

¿De qué manera el inadecuado tratamiento de los residuos peligrosos en el norte del Perú ocasiona riesgo ambiental?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Qué tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos se aplican en los sectores pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas; y por qué?
- ¿Cuáles son los principales factores que limitan la incorporación del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos?
- ¿En qué medida puede incrementarse el empleo del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos?

1.3. Justificación de la investigación

Conveniencia: La presente tesis constituye un instrumento capaz de analizar el mercado de las tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos y proponer medidas que contribuyan al aumento de empleo del sistema de incineración en territorio peruano a fin de establecer a dicha tecnología como una medida efectiva en la disminución de volumen y patogenicidad residuos sólidos peligrosos en norte del Perú.

Relevancia para la sostenibilidad: La generación de residuos sólidos es hoy en día uno de los problemas que más somete al territorio peruano por la lenta toma de acciones y el limitado empleo de tecnologías capaces de hacerle frente, por ello la presente investigación es relevante porque plantea, en el aspecto ambiental, potenciar el manejo de residuos sólidos para disminuir el volumen y patogenicidad que representan. De igual forma es relevante en lo social porque propone la disminución del riesgo por exposición a residuos peligrosos producto de la contaminación. Finalmente, en lo económico plantea el entendimiento de la dinámica del mercado de tecnologías de tratamiento y su potencial empleo para reducir los niveles de peligrosidad de los residuos sólidos.

Valor teórico: A pesar de la existencia de estudios previos que evalúan el desempeño de diversas tecnologías de tratamiento en la gestión de residuos sólidos peligrosos, la presente investigación se distingue por abordar variables no estudiadas con mayor detalle para el contexto considerado, como el mercado de las tecnologías de tratamiento

disponibles y aplicadas en el territorio, además por profundizar en la interrelación y relevancia de estas para el manejo eficiente de residuos en el territorio peruano. Esta carencia de información específica y aplicable a la realidad nacional subraya la necesidad, que no solo pretende llenar dicho vacío, sino también proponer medidas concretas y potencialmente implementables en Perú.

Valor metodológico: El análisis mediante encuestas dirigidas a las empresas generadoras de residuos peligrosos permite evaluar su inclinación hacia el uso de tecnologías de tratamiento. Asimismo, se examinan la presencia y las limitaciones del sistema de incineración como medida para contrarrestar la acumulación de residuos en Perú, así como los riesgos de contaminación que ello conlleva. Por ello, esta tesis desarrolla elementos cruciales de investigación a través del empleo de instrumentos de recolección de datos como entrevistas y encuestas, y propone soluciones ordenadas y lógicas para analizar y explicar el dinamismo del mercado de la incineración.

1.4. Limitaciones

La presente investigación se basa en datos reportados por la plataforma SIGERSOL como parte de su fuente bibliográfica en el análisis de mercado. Esta plataforma proporciona información sobre la generación y manejo de residuos por sectores y departamentos. Sin embargo, la disponibilidad de datos no es uniforme en todas las áreas. Además, el periodo evaluado se limita a los años 2020-2022 debido a la disponibilidad de la información suministrada, la cual se encuentra enmarcada en el contexto de pandemia por COVID-19. Este lapso puede considerarse atípico, ya que las cifras relacionadas con la generación y manejo de residuos podrían haber experimentado variaciones en comparación con periodos no afectados por la pandemia.

1.5. Objetivos de investigación

1.5.1. Objetivo General:

Analizar el mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para contribuir a la reducción del riesgo ambiental en el norte del Perú.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Determinar el tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos que se aplican y explicar las razones de su uso en los sectores pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas.
- Identificar los principales factores que limitan la incorporación del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.
- Proponer medidas que incrementen el empleo del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Llivichuzca (2021) en su investigación titulada «Estudio de la factibilidad de la incineración como alternativa para el tratamiento de desechos sólidos no peligrosos urbanos» buscó identificar el nivel de factibilidad que representa implementar el proceso de incineración dentro del proceso integral de gestión de residuos sólidos como tecnología no convencional de tratamiento en Ecuador mediante la recopilación de datos teóricos y estudios de caso, debido a la ausencia de un prototipo referido en el problema a investigar para la localidad. De lo que se obtuvo que, particularmente en este caso se carece de factibilidad, debido a que la implementación del sistema supone altos costos no contemplados y que no se compensan por la venta de energía generada en el proceso.

Oquendo (2023) en su tesis de maestría denominada «Plan de adopción tecnológica de un Sistema «Waste to Energy» como alternativa sostenible en el tratamiento de residuos sólidos urbanos aplicable a Medellín» propone la elaboración del plan en cuestión a fin hacer de esta tecnología una alternativa sostenible en la ciudad. El estudio destaca la importancia de alinear el plan con análisis bibliométrico, vigilancia estratégica y adopción del mismo. Los resultados indican que, aunque el mercado global de Waste to Energy está en diferentes etapas, en Medellín es factible desarrollar esta tecnología debido a la legislación favorable, la generación de residuos aprovechables y el objetivo de reducir emisiones contaminantes y CO₂. Se espera un crecimiento del mercado para estas tecnologías en la localidad.

Inga & Vera (2021) mediante la elaboración de su tesis titulada «Revisión Bibliográfica: Gestión de Residuos Peligrosos en Sudamérica», para obtener el título de Ingeniero Ambiental, analizan la gestión de residuos peligrosos en Argentina, Chile, Colombia, Perú y Venezuela empleando una investigación teórica cualitativa basada en

documentación oficial e identifican que la generación de residuos varía por país: en Perú está asociada al sector transporte, en Colombia al petrolero y en Chile al minero. La tecnología de tratamiento también difiere según el país y el tipo de residuo, destacando los tratamientos térmicos en Perú, Chile y Argentina. Se concluye que la gestión de residuos varía significativamente entre países debido a los sectores involucrados y la normativa local, que influye en la eficacia del tratamiento.

Carlos *et al.* (2024) con la publicación de su artículo «Incineración de Residuos Sólidos Urbanos como Solución Energética-Ambiental en Santa Cruz» pretenden evaluar la viabilidad y beneficios de implementar esta tecnología de incineración en Santa Cruz, Bolivia. Para lograrlo utilizan una revisión exhaustiva de literatura, estudios de caso e informes técnicos; y concluyen que, con una generación de 0.582 kg/hab./día de residuos, la incineración es conveniente. Esta tecnología podría producir 8619.79 MWh de energía eléctrica anualmente y ofrecer rentabilidad económica con un periodo de retorno estimado de 13 años, evidenciando que la implementación de la planta de incineración podría abordar los desafíos actuales en el manejo de residuos en Santa Cruz.

Vega (2019) con su publicación «Estudio comparativo económico y medioambiental de la gestión de RSU en vertedero e incineración» investiga qué método reduce mejor el impacto ambiental y se adapta al entorno natural, así como su rentabilidad económica. Mediante un análisis descriptivo de bibliografía y conceptos clave, se concluye que la disposición en vertedero es más contaminante que la incineración debido a factores como escorrentías y olores transportados por el viento. Además, los costos de manejo del vertedero son mayores, debido a impuestos más altos por disposición. En consecuencia, la incineración se presenta como una opción viable desde las perspectivas ambiental y social.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Carrasco & Rodríguez (2022) a través de su tesis con título «Incineración de residuos peligrosos. Revisión sistemática 2022» plantea evaluar a los procesos que incineran residuos sólidos de carácter peligroso en territorio peruano empleando una metodología de tipo teórica y bibliográfica, recopilando e interpretando información documental. Resultando en cifras de generación de residuos peligrosos procedentes de hogares, negocios e industrias capaces de afectar el entorno natural en el extranjero, al igual que la normativa que rige el proceso de incineración en tales países y la comparativa con el territorio peruano. Obteniendo que el proceso de incineración es una tecnología favorable en diferentes localidades de acuerdo a las condiciones operativas y que en Perú se debe mejorar factores de uso.

Díaz (2021) haciendo uso de la presentación de su tesis denominada «Análisis técnico-económico de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos para la generación de energía eléctrica en la región de Lambayeque utilizando recuperación de calor» propone la viabilidad de una planta de tratamiento térmico en Lambayeque mediante el uso de una metodología cuantitativa y experimental, basada en datos estadísticos e informes, se encontró que la eficiencia térmica de la planta es del 26%, generando 27.12 MW y suministrando 216.92 GWh anuales. Además, la planta podría tratar 360,000 toneladas de residuos anuales actualmente dispuestos en vertederos, demostrando efectividad ambiental, social y operativa. En conclusión, esta tecnología, aunque no convencional, tiene un potencial significativo para el norte de Perú.

Arellano & Vargas (2022) por medio de la presentación de su tesis titulada «Determinación de Residuos Sólidos Peligrosos y la Calidad del Suelo en el Botadero del Distrito de Los Órganos-Talara-Piura» busca identificar la presencia de este tipo de residuos y la calidad del suelo en el botadero Los Órganos. De tal modo que para lograrlo se empleó una investigación aplicativa no experimental tomando muestras en cuatro puntos del botadero y del vivero municipal. Con el resultado de que, aunque los

niveles no superan los Estándares de Calidad Ambiental para el suelo, se detectaron metales en las muestras, con altos niveles de cadmio y bario en el vivero. Esto sugiere que los residuos sólidos peligrosos pueden afectar el suelo en los botaderos y potencialmente impactar áreas destinadas a la producción alimentaria, como el vivero municipal.

Huiman (2016) en su investigación «Estrategias aplicadas en el cierre de 30 vertederos en el Perú» analiza que los botaderos se agravan e intensifican por el principal motivo del crecimiento poblacional y la variabilidad en la calidad de los residuos, los cuales dependen de los productos consumidos por las personas. De ello se infiere que es necesario tomar medidas urgentes en los botaderos por el alto impacto negativo en el medio ambiente y en la salud pública. Un botadero puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, el suelo y el aire; además, genera olores desagradables y es un foco de proliferación de insectos y roedores que transmiten enfermedades.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Residuos sólidos peligrosos

Los residuos sólidos de carácter peligroso son todos aquellos que presentan propiedades de peligrosidad, tales como corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, entre otras; que en conjunto o de forma individual representa un riesgo significativo contra la salud humana y el ambiente según lo establecido en la normativa para cada país en donde estos se generan y manejan (Guachi, 2024).

Es así que, en la normativa ambiental del territorio peruano se contempla que, según el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; define a los residuos peligrosos como «aquellos que, por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente»

2.2.2. Tratamiento de residuos sólidos peligrosos

El tratamiento de residuos sólidos peligrosos se orienta a reducir los niveles de peligrosidad y/o el volumen que presentan los residuos previo a su disposición final a través de la aplicación de variadas tecnologías desarrolladas y que se encuentren disponibles en el mercado a costo razonable, además de que su realización suponga un conjunto de prácticas ambientalmente sostenibles, a fin de que la disposición en relleno sea solo de aquellos residuos no aprovechables o cuya valorización no sea rentable. (Casanova, 2020).

Por su parte, según Gómez y Maldonado (2020) el tratamiento de residuos, dentro del proceso de la gestión integral, es de carácter obligatorio por parte del generador (empresa privada) de residuos peligrosos, por ello se deben analizar inicialmente para definir qué método de tratamiento es más atribuible según sus características de peligrosidad a fin de disminuir el nivel de riesgo.

Siendo así que, en territorio peruano, a través del dispositivo legal del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y sus modificatorias; se plantea que el tratamiento de residuos peligrosos «Son los procesos, métodos o técnicas que permiten modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente»

2.2.3. Tratamiento de residuos mediante el sistema de incineración

La incineración de residuos sólidos es una tecnología moderna que se encarga de aumentar la temperatura de residuos a fin de eliminarlos y junto con ello el riesgo de patogenicidad que representan, no obstante, esta tecnología genera residuos y gases, donde se presentan a las cenizas, vapor de agua y dióxido de carbono; los cuales, en conjunto, son motivo de controversia por las preocupaciones ambientales que pueden

generar y que limita, en cierto grado, la incorporación de la tecnología en la gestión integral de los residuos sólidos. (Velázquez, 2022).

De igual modo, Romero (s.f.) considera que esta tecnología emplea procesos térmicos aplicables para la neutralización de los residuos sólidos a fin de evitar riesgos por contaminación, no obstante, lo heterogéneos que resultan ser los residuos obliga a la adopción de tecnologías eficientes y específicas como parte del tratamiento.

Sin embargo, no solo existe controversias por el empleo de la tecnología de tratamiento, debido que Cardenal (2020) estipula que la incineración es una técnica altamente eficiente, pues es capaz de reducir grandes niveles de residuos sólidos y tiene el potencial de generar energía para posteriormente comercializarla o emplearla en el mismo proceso; por lo que, aunque los costos de instalación, mantenimiento y operatividad puedan parecer elevados existe la posibilidad de recuperar parte de la inversión mediante la producción energética, además de ser una herramienta de transición hacia la circularidad.

2.2.4. Riesgo de exposición a residuos sólidos peligrosos

La exposición humana a los residuos sólidos peligrosos y a los daños que ellos puedan generarles son posibles de existir bajo diferentes escenarios, donde destacan: los sitios de producción, donde el humano es parte del proceso y se mantiene bajo exposición ocupacional o de accidentes; mediante el transporte de residuos, donde la exposición es el riesgo de que ocurra un accidente o falla e implique el derrame o vertido de los residuos; y finalmente, por la cercanía de los centros donde se depositan o tratan los residuos (Cervantes, 2019).

2.2.4.1. Riesgo de exposición a residuos sólidos peligrosos en Perú

En el territorio peruano se apreció a detalle la problemática de exposición a los residuos peligrosos e infecciosos, pues según Vera (2020) a raíz de la pandemia y al colapso de los hospitales por el exceso de pacientes con COVID-19, se descubrió que las bolsas

rojas, destinadas para residuos biocontaminados según la normativa, estaban ocultas dentro de bolsas negras, clasificadas como residuos comunes. Esto resultó en que los residuos peligrosos e infecciosos fueran tratados como no peligrosos y dispuestos en rellenos sanitarios, poniendo en riesgo la salud de los trabajadores de recolección y transporte, así como de cualquier persona en contacto con estos residuos.

De igual forma, se tiene registrado que en otros contextos la problemática de residuos peligrosos se mantiene, pues debido a la elevada atención médica estos son generados en grandes volúmenes procedentes de hospitales de la región de Arequipa, los cuales son puestos al aire libre a la espera de la posterior recolección y transporte por parte de la Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) encargada de la gestión, lo cual incrementa el riesgo debido a que la basura biocontaminada se encuentra próximo al personal de trabajo y a externos, además que las condiciones del entorno propician el aumento de los microorganismos patógenos (El pueblo, 2023).

No obstante, el riesgo de exposición a residuos sólidos peligrosos en el Perú no se limita únicamente a los generados en establecimientos de salud, realmente son diferentes sectores los cuales pueden presentar deficiencias en el manejo, ejemplo de ello se tiene el caso controversial de Choropampa, pues según Arana (2009) el derrame de mercurio metálico ocurrido en la localidad fue la materialización de un riesgo que afectó notablemente la salud de más de mil campesinos y al entorno natural, pues producto del accidente se generaron residuos derivados de esta sustancia química peligrosa no manejados de forma eficiente.

2.2.5. Incineración de residuos y reducción de riesgos ambientales

La problemática de la generación y acumulación de residuos sólidos se puede contrarrestar, a la actualidad se presentan variadas tecnologías que plantean tratar los residuos a fin de reducir los riesgos que estos supongan, así como también otras tecnologías plantean eliminar definitivamente el residuo; entre ello se considera a la

incineración, la cual se centra en brindar una solución factible a la problemática que actualmente existe en diferentes países posicionándose en el mercado como una tecnología eficiente no solo en el manejo de residuos, sino en el rubro energético añadiendo un valor económico y estableciéndose como una transición hacia la sostenibilidad (Barrera *et al*, 2017).

Es así que se presenta otra visión sobre lo que implica el uso de un tratamiento térmico como la incineración, lo que es reforzado según UTD Suzano (2023), pues se plantea que la gestión óptima de residuos sólidos es una prioridad en la actualidad y el empleo de una tecnología eficiente y ecológica como la incineración es parte del camino para satisfacer la necesidad de preservar el entorno natural y promover el uso de prácticas sostenibles, pues con responsabilidad y consideraciones ambientales establecidas es parte fundamental en la transición hacia una gestión de residuos sostenibles y eficientes.

2.3. Definición de términos

- a) Economía de mercado:** Asignación de la producción y el consumo de bienes y servicios, resulta del dinamismo entre la oferta y demanda. (UNIDO, 2023)
- b) Incineración:** Tecnología de tratamiento térmico que implica el aumento de los niveles de calor para eliminar residuos. (DIGESA, 2010)
- c) Industria:** Es la encargada de la transformación de materias primas en productos elaborados, en esta actividad generan residuos peligrosos y no peligrosos. (UNIDO, 2023)
- d) Residuos municipales:** Los residuos de ámbito municipal comprenden aquellos provenientes de domicilios, de limpieza pública, y otras actividades que generan residuos con características similares (D.L. N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016)

- e) **Residuos no municipales:** Los residuos del ámbito no municipal comprenden aquellos generados en las actividades productivas, extractivas y de servicios (D.L. N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016)
- f) **Riesgo ambiental:** Posibilidad de que ocurra la materialización de un peligro que produzca un daño o catástrofe sobre el entorno natural. (CENEPRED, s.f.)
- g) **Sostenibilidad:** Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987)

III. Hipótesis y Variables

3.1. Hipótesis General

El conocimiento del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración contribuye a plantear alternativas de reducción del riesgo ambiental en el norte del Perú.

3.2. Hipótesis Específicas

- Existen diversos tipos de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos aplicadas por los sectores pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas, que priorizan el factor económico.
- Hay factores económicos y de información que limitan la incorporación del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.
- Concurren medidas capaces de incrementar el empleo del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos

3.3. Identificación de Variables

3.3.1. *Variable independiente*

Alternativas de reducción de riesgos ambientales

3.3.2. *Variable dependiente*

Mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración.

-

3.4. Operacionalización de variables

Tabla N° 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Alternativas de reducción de riesgos ambientales	Conjunto de propuestas orientadas a reducir la probabilidad de que se materialice una catástrofe por residuos peligrosos sobre el entorno natural	Enfocado en el empleo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos, con particular interés en el sistema de incineración a través de propuestas que promuevan su empleo	Riesgo ambiental	○ Áreas degradadas por residuos sólidos (botaderos) ○ Cantidad de botaderos. ○ Casos de deterioro a la salud por residuos peligrosos
Variable dependiente: Mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración	Estado del flujo de oferta y demanda dentro del funcionamiento e intereses de las empresas en la gestión integral de sus residuos peligrosos	Referente a cifras reportadas de generación y el estado de manejo de residuos sólidos peligrosos por parte de las medianas y grandes empresas,	Mercado de incineración de residuos	○ Volumen de residuos generados ○ Volumen de residuos tratados ○ Tipos de residuos peligrosos generados ○ Volumen de residuos en rellenos de seguridad ○ Número de empresas operadoras de tratamiento ○ Distribución espacial de generadores

3.5. Matriz de consistencia

Tabla N° 2: Matriz de consistencia

Problema General (P.G.)	Objetivo General (O.G.)	Hipótesis General (H.G.)	Variables Dependientes (VD) y Variable Independiente (VI)	Metodología y diseño	Técnicas e instrumentos
P.G.: ¿De qué manera el inadecuado tratamiento de los residuos peligrosos en el norte del Perú ocasiona riesgo ambiental?	O.G.: Analizar el mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para contribuir a la reducción del riesgo ambiental en el norte del Perú.	H.G.: El conocimiento del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración contribuye a plantear alternativas de reducción del riesgo ambiental en el norte del Perú.	V.D.: Mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración. V.I.: Alternativas de reducción del riesgo ambiental	Metodología: El tipo de investigación es descriptivo ya que no se ejercen influencias sobre las variables y se describen a detalle las mismas, además de correlacional, debido a que se pretende determinar la existencia de un vínculo entre dichas variables.	Técnica: Análisis de contenido, donde fueron aplicados los siguientes instrumentos. ○ Encuestas ○ Entrevistas a detalle Consulta bibliográfica y de base de datos proporcionadas por plataformas nacionales.
Problemas Específicos (P.E.)	Objetivos Específicos (O.E.)	Hipótesis Específica (H.E.)	Variables Dependientes (VD) y Variable Independiente (VI)		
P.E. 1: ¿Qué tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos se aplican en los sectores pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas; y por qué?	O.E. 1: Determinar el tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos se aplican y explicar las razones de su uso en los sectores pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas.	H.E. 1: Existen diversos tipos de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos aplicas por los sectores pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas, que priorizan el factor económico.	V.D.: Niveles de efectividad. V.I.: Criterios de elección de tecnologías.	Diseño: El diseño de investigación, debido a la nula intervención sobre las variables de estudio y la limitación a solo observar el comportamiento del fenómeno, se trata de un no experimental con enfoque mixto a fin de ampliar la comprensión de la situación.	
P.E. 2: ¿Cuáles son los principales factores que limitan la incorporación del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos?	O.E. 2: Identificar los principales factores que limitan la incorporación del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.	H.E. 2: Hay factores económicos y de información que limitan la incorporación del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.	V.D.: Tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos. V.I.: Factores económicos y de información.		

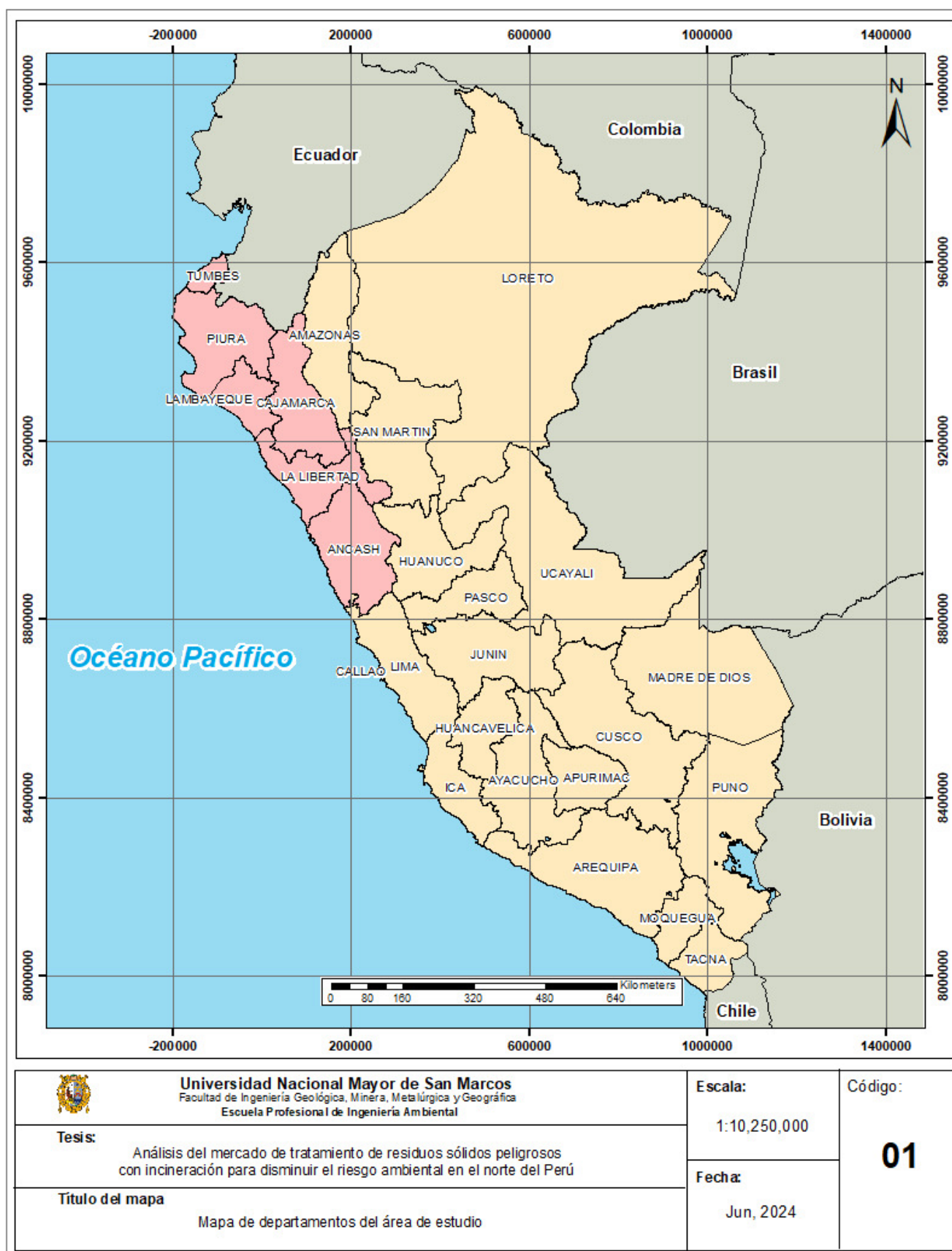
P.E. 3: ¿En qué medida puede incrementarse el empleo del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos?	O.E. 3: Proponer medidas que incrementen el empleo del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.	H.E. 3: Concurren medidas capaces de incrementar el empleo del sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos	V.D.: Medidas capaces de incrementar el empleo del sistema de incineración. V.I.: Tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos
--	--	---	---

IV. Materiales y Métodos

4.1. Área de estudio

La zona de estudio se encuentra delimitada por los departamentos de: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash y Cajamarca. Asimismo, los sectores a considerar en el análisis son: Pesquero, minero, hidrocarburos, agrario, y alimentos y bebidas durante el periodo de 2020 a 2022 por disponibilidad de información.

Figura N° 1: Mapa de departamentos del área de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2024

4.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva, porque detalla las características o propiedades del objeto de estudio sin llegar a manipular las variables; sin embargo, también es correlacional, pues busca identificar el vínculo que existe entre las variables a estudiar. (Guevara *et al.*, 2020).

4.3. Diseño de investigación

La investigación es de tipo No Experimental, porque no interviene de forma intencional las variables, limitándose a observar fenómenos en su estado natural a fin de poder analizarlos a detalle. (Baptista *et al.*, 2014).

4.4. Población de estudio

La población de estudio son las empresas generadoras de residuos sólidos peligrosos, cuyos datos de generación sean reportados en la plataforma SIGERSOL No Municipal y se encuentren en los departamentos de: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash y Cajamarca.

4.5. Tamaño de muestra

Se considera como muestra una cantidad representativa de empresas de mediano y gran tamaño de los departamentos de: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash y Cajamarca; estas fueron encuestadas a fin de conocer su predisposición e interés en el uso de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.

4.6. Selección de la muestra

Se tiene considerado la aplicación de un muestreo probabilístico con tipo de aleatorio simple, el cual se encuentra definido bajo la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

- n = Tamaño de la muestra
- Z = Nivel de confianza (atribuido al valor crítico de la distribución normal estándar que se emplea para calcular el intervalo de confianza)
- p = Proporción estimada de la población con una característica específica (si se desconoce se asume 0.5 para maximizar el tamaño)
- q = (1 – p)
- E = Margen de error permitido

Tiempo: Considerando el periodo

4.7. Procedimiento técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.7.1. Procedimiento

La investigación ha sido desarrollada en las siguientes fases:

4.7.1.1. Elaboración del estudio de mercado del tratamiento de residuos peligrosos

Se solicitó información de manejo del manejo de residuos del ámbito no municipal al SIGERSOL a fin de evaluar la oferta y demanda del tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos en los departamentos del área de estudio.

Con base en la información obtenida se buscó recopilar y sintetizar los siguientes aspectos:

- Toneladas de generación de residuos por departamento.
- Cifras de generación de residuos por empresa generadora.
- EO-RS que brindan el servicio en el área de estudio.
- Cifras de tratamiento de residuos por EO-RS.
- EO-RS que brindan el servicio de disposición final en el área de estudio.
- Cifras de disposición de residuos por EO-RS.

Con dicha información se pudo conocer el balance que existe entre cifras de generación, tratamiento y disposición de residuos peligrosos a fin de plantear y desarrollar la recolección de datos mediante encuestas y entrevistas.

4.7.1.2. Percepción del empleo de la tecnología

Las encuestas se enfocan a saber qué tecnología de tratamiento de residuos peligrosos emplean los generadores o tienen afinidad por emplear, así como, si tienen cierto grado de interés por el uso de sistemas de incineración como parte de una estrategia enfocada en la reducción de los niveles de peligrosidad de sus residuos.

Tomando en consideración que, el total de empresas con presencia en el norte del país, según los registros de autorización de actividades procedentes de los ministerios para cada sector, así como también que sean de mediano o gran tamaño (Según número de trabajadores) para tener una concepción de la generación considerable de residuos sólidos posibles de requerir tratamiento por sus actividades asciende a una población de 159 empresas generadoras.

Tabla N° 3: Cantidad de empresas generadoras por sector

Departamento	Cantidad de empresas generadoras por sector					Total
	Minero	Hidrocarburos	Agrario	Alimentos y bebidas	Pesquero	
Ancash	10	3	8	1	10	32

Departamento	Cantidad de empresas generadoras por sector					Total
	Minero	Hidrocarburos	Agrario	Alimentos y bebidas	Pesquero	
La Libertad	10	7	29	5	6	57
Piura	2	8	13	4	3	30
Lambayeque	-	3	16	6	-	25
Cajamarca	7	1	2	2	-	12
Tumbes	-	-	1	-	2	3
Total	29	22	69	18	21	159

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con base en esa cifra de generadores se determinó la cantidad de encuestados que debían obtenerse, mediante la fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

La cual al reemplazar se obtiene:

$$n = \frac{158 * 1.960^2 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2 * (158 - 1) + 1.960^2 * 0.5 * 0.5}$$

Obteniendo así un total de 112 empresas encuestadas como tamaño de la muestra. El diseño de la encuesta se encuentra adjunta en el Anexo N° 01.

4.7.1.3. Validación de la tendencia de uso del sistema de incineración

A fin de identificar el motivo por el cual se emplearía o existirían limitantes en el empleo de sistemas de incineración como método de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en las empresas, de forma detallada y precisa, se procedió con la realización de entrevistas a los gerentes y/o jefes responsables del manejo de residuos sólidos de cada una de las empresas seleccionadas en la muestra, las cuales consistían en un conjunto de preguntas abiertas que variaban según las respuestas obtenidas en la encuesta para el posterior análisis.

4.7.1.3.1. Desarrollo de las entrevistas

Las entrevistas realizadas fueron de tipo semiestructurado, permitiendo flexibilidad en el orden de las preguntas y la incorporación de nuevas preguntas según las necesidades específicas de la investigación. El criterio de selección de los entrevistados fue que ocuparan puestos de gerencia en sostenibilidad, estuvieran a cargo de la gestión ambiental o desempeñaran funciones afines en las empresas generadoras de residuos para los sectores evaluados.

En total, se llevaron a cabo 11 entrevistas entre los meses de marzo y abril del presente año. Estas se realizaron de manera virtual, utilizando llamadas telefónicas y plataformas digitales como Google Meet, con una duración promedio de diez minutos por entrevista. Cabe señalar que dos de los entrevistados optaron por mantener el anonimato.

4.7.1.4. Análisis y propuestas de uso de incineración

Según el potencial de aplicabilidad de los sistemas de incineración obtenido en el análisis del estudio de mercado, así como la postura de la misma empresa generadora de residuos peligrosos se procedió con la elaboración de propuestas que fomenten la incorporación del uso de la incineración en el manejo de los residuos sólidos.

4.7.2. Técnicas de recolección de datos

Con el propósito de obtener la información que se requiere para cumplir los objetivos de la presente investigación se toma en consideración las siguientes técnicas:

- Consulta bibliográfica: en portales web, bases de datos nacionales, revistas y artículos vinculados al tema.
- Encuestas: que fueron dirigidas a la muestra representativa con los siguientes objetivos.
 - Conocer intereses en el empleo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos.

- Identificar posibles barreras que impidan la incorporación del sistema de incineración en la gestión de residuos del sector privado.
 - Generar indicadores que funcionen para conocer avances tecnológicos y de optimización en la gestión de residuos.
 - Servir de fuente de investigación a otros estudios.
- Entrevistas a profundidad: que fueron dirigidas a una menor proporción de la misma muestra para complementar información, las cuales abiertas y permitieron recabar mayor información a detalle contemplando los siguientes objetivos:
- Conocer la predisposición hacia la implementación del sistema de incineración en la gestión de residuos de la empresa.
 - Servir de fuente de investigación a otros estudios.

V. Resultados

5.1. Identificación del tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en la zona norte del país

Las tecnologías de tratamiento aplicables para la gestión de residuos sólidos peligrosos generados por las empresas varían en función de diversos factores. Entre estos se encuentran las cifras de generación de residuos, la naturaleza y composición de los mismos, el sector industrial y las actividades que se encuentran asociadas, los servicios que brindan la EO-RS encargadas del manejo, entre otros.

5.1.1. Análisis de la demanda de residuos sólidos peligrosos

5.1.1.1. Generación de residuos para cada sector industrial

La generación de residuos sólidos peligrosos toma en consideración las cifras reportadas por las empresas generadoras en la base de datos de la plataforma de SIGERSOL del ámbito no municipal y perteneciente al periodo entre 2020 – 2022, de lo cual, para los departamentos de interés se tienen las siguientes cifras generales:

Tabla N° 4: Cantidad de residuos generados por departamento

Departamento	Año (toneladas)			Total (toneladas)
	2020	2021	2022	
Ancash	3 531.66	6 284.91	11 604.61	21 421.18
La Libertad	3 757.99	5 186.22	10 612.27	19 556.48
Piura	7 883.6	14 509.32	61 260.92	83 653.84
Lambayeque	357.61	1 313.05	784.56	2 455.22
Cajamarca	2 216.66	3 180.02	3 543.38	8 940.06
Tumbes	199.1	189.22	276.06	664.38

Fuente: SIGERSOL No Municipal – Elaboración propia, 2024

Donde ya se presentan cifras que mantienen un crecimiento notable por parte del departamento de Piura, siendo que el último año reportado excede el resto de registros en grandes valores.

De tal modo que, a fin de realizar un análisis individual, considerando cada departamento de la zona y sin hacer distinción del tamaño de la empresa en esta instancia del desarrollo de la investigación se tienen a las siguientes empresas generadoras, destacándose los valores más altos de generación de residuos en cada sector.

A) Ancash

En este departamento, la mayor generación de residuos sólidos peligrosos se les atribuye a las empresas del sector minero, con una representación equivalente al 82% del total y donde destacan empresas reconocidas y de gran tamaño como la Compañía Minera Antamina S.A.C., cuyos valores generación presentan un pico alcanzado en 2021. El segundo sector de mayor relevancia para el estudio en este departamento es el pesquero, quien es responsable de la generación del 16% de residuos sólidos peligrosos, además de contener como principales representantes a empresas como Corporación Pesquera Inca S.A.C. (COPEINCA S.A.C.) y Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA), donde en ambos casos las cifras de generación de residuos son variables.

Tabla N° 5: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Ancash

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio anual (t)
			2020	2021	2022	
Minero	Grande	Compañía Minera Antamina S.A.	2320.91	2999.36	2899.65	2739.97
		Compañía Minera Lincuna S.A.	-	377.11	319.38	348.25
		Empresa Minera Los Quenuales S.A.	19.88	9.24	-	14.56
		Minera Boroo Misquichilca S.A.	62.96	-	-	62.96
		CIA Minera Agregados Calcáreos S A	-	-	0.40	0.40
		Minera Shuntur S.A.C.	0.42	-	-	0.42
	Mediana	Compañía Minera Sol de Casma S.A.C.	-	4.55	3.92	4.23
		Contonga Minería S.A.C.	-	-	26.07	26.07
		Minera Barrick Perú S.A.	-	50.28	38.51	44.40
		Minera Peñoles de Perú S.A.	-	0.90	1.59	1.24
	MYPES	Minera Castor Sociedad Anónima Cerrada	3.9128	6.861	8.6058	6.46
		Teck Peru S.A.	-	14.095	6.81	10.45

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio anual (t)
			2020	2021	2022	
	Otros	5 generadores	-	1.28	2.03	1.65
Hidrocarburos	Grande	Coesti S.A.	0.48	0.00	2.46	0.98
		Energigas S.A.C.	0.09	0.19	0.00	0.09
		Repsol Comercial S.A.C.	-	0.18	0.20	0.19
	MYPES	Dimexsa S.A.C.	0.07	0.00	0.61	0.23
		Dinogas Estaciones Y Servicios S.A.C.	-	0.05	0.03	0.04
	Otros	64 generadores	1.30	5.36	5.72	4.13
Agrario	Grande	Agrofutura Company S.A.C.	-	-	1.64	1.64
		Agrosanjacinto S.A.C.	-	-	4.52	4.52
		Chimu Agropecuaria S.A.	1.79	7.37	2.83	4.00
		Exportadora Frutícola Del Sur S.A.	0.00	0.00	2.38	0.79
		Redondos S.A.	2.71	4.91	6.03	4.55
		San Fernando S.A.	22.24	49.02	6.98	26.08
	Mediana	Agrícola Interandina S.A.C.	-	3.30	4.82	4.06
		Mai S.A.	1.26	0.23	1.18	0.89
Alimentos y Bebidas	Grande	Agroindustrias San Jacinto S.A.A.	25.29	36.562	19.17	27.01
	MYPES	Inversiones Kathymar S.A.C.	-	-	0.2122	0.21
		Cantarana S.A.C.	0.6098	0.8207	0.4157	0.62
	Otros	4 generadores	1.907	2.014	3.873	2.59
Pesquero	Grande	Austral Group S.A.A.	63.573	118.26	128.91	103.58
		CFG Investment S.A.C.	10.046	26.795	22.21	19.68
		Corporación Pesquera Inca S.A.C.	168.223	174.656	138.5276	160.47
		Tecnológica De Alimentos S.A.	218.48	301.6773	238.414	252.86
		Pesquera Cantabria S.A.	7.79	1.00	8.95	5.91
		Pesquera Hayduk S.A.	31.82	51.99	160.25	81.35
	Mediana	Acuicultura Y Pesca S.A.C	3.7305	4.647	4.7145	4.36
		CMM Products S.A.C.	0.0899	-	0.106	0.10
		Compañía Pesquera Del Pacifico Centro S.A.	5.5595	3.195	5.526	4.76
		Productora AMG S.A.C.	-	-	1.5	1.50
	Otros	32 generadores	77.01	66.78	70.45	71.41
Otros sectores			479.51	1 962.23	7 455.02	3 298.92

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

B) La Libertad

En este departamento, destacan los residuos generados por los sectores minero y agrario, siendo el primero de ellos el responsable del 50% de la generación de residuos sólidos peligrosos y donde destacan la Minera Boroo Misquichilca S.A. al igual que La Arena S.A., quienes en conjunto mantienen una tendencia creciente de generación.

Mientras que, en el caso del sector agrario existe un 32% de representatividad sobre el total, donde Chimú Agropecuaria es la empresa con mayor reconocimiento por la cantidad de residuos que maneja, además de poseer una tendencia poco variable.

Tabla N° 6: Generación de residuos peligrosos en el departamento de La Libertad

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Minero	Grande	CIA Minera Poderosa S.A.	60.13	298.51	374.25	244.30
		Consortio Minero Horizonte S.R.L.	207.28	-	-	207.28
		Gold Fields La Cima S.A.	57.77	3.96	40.30	34.01
		HudBay Peru S.A.C.	-	1.49	9.73	5.61
		La Arena S.A.	455.75	591.84	796.88	614.82
		Minera Aurífera Retamas S.A.	-	-	129.66	129.66
		Minera Boro Misquichilca S.A.	544.40	520.10	790.50	618.33
		Summa Gold Corporation S.A.C.	111.54	139.71	112.94	121.40
		Minera Coriwayra S.A.C. - Coriwayra S.A.C.	12.43	10.70	4.03	9.05
	Mediana	Proyectos La Patagonia Sociedad Anónima Cerrada - Proyectos La Patagonia S.A.C.	8.77	9.85	15.01	11.21
	MYPES	Aurífera Tres Cruces S.A.	-	-	10.62	10.62
	Otros	6 generadores	0.75	5.85	13.48	6.69
Hidrocarburos	Grande	Coesti S.A.	8.26	7.83	13.95	10.01
		Corporación Primax S.A.	1.99	4.20	0.64	2.28
		Lima Gas S A	1.93	2.16	1.71	1.93
		Petróleos Del Perú Petroperú S.A.	0.18	0.21	0.00	0.13
		Repsol Comercial S.A.C.	0.32	0.77	0.75	0.61
		Solgas S.A.	10.15	9.01	11.94	10.37
		Zeta Gas Andino S.A.	0.96	2.61	2.30	1.96
	MYPES	Checapet S.R.L.	-	0.02	0.01	0.01
	Otros	59 generadores	0.57	0.28	3.07	1.31
Agrario	Grande	Agrícola Cerro Prieto S.A.	71.49	71.03	90.99	77.83
		Agrocasagrande S.A.C.	-	4.40	18.27	11.34
		Arato Perú S.A.	13.04	14.59	8.59	12.07
		Avícola Yugoslavia S.A.C.	0.59	11.08	11.13	7.60
		Avo Perú S.A.C.	4.72	4.90	16.56	8.73
		Avocado Packing Company S.A.C.	7.15	19.90	28.94	18.66
		Beggie Perú S.A.	12.60	5.39	9.46	9.15
		Blueberries Peru S.A.C.	5.00	19.90	5.19	10.03
		Camposol S.A.	89.37	92.86	171.82	118.02
		Chimu Agropecuaria S.A.	785.31	722.87	780.88	763.02
		Danper Agrícola La Venturosa S.A.C.	2.94	8.23	3.14	4.77
		Danper Trujillo S.A.C.	50.34	65.39	56.62	57.45
		El Rocío S.A.	10.83	29.63	41.21	27.22
		Green Peru S.A.	8.56	18.43	13.69	13.56
		Hortifrut - Perú S.A.C.	42.87	70.81	98.58	70.76
		Inka Gold Farms S.A.C.	13.19	7.15	-	10.17
		Inversiones Jordie S.A.	2.66	2.25	1.17	2.03

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Alimentos y Bebidas		Morava S.A.C.	6.42	-	2.62	4.52
		San Efisio S.A.C.	5.00	2.93	-	3.96
		San Miguel Fruits Peru S.A.	27.30	14.96	12.93	18.40
		Sociedad Agrícola Moche Norte S.A.	1.39	2.44	1.24	1.69
		Tal S.A.	15.67	11.76	13.04	13.49
	Mediana	Agropecuaria Chavín S.A.C	3.13	1.62	5.35	3.37
		Aviagen Perú S.A.C.	0.85	0.90	1.54	1.10
		Avícola Padova S.A.C.	-	-	0.03	0.03
		Cooperativa Agraria Mochica Limitada	-	0.32	0.97	0.65
		Corporacion Del Sur S.A. - Sucursal Perú	-	0.72	0.67	0.69
		Granja Italia S.A.C.	-	-	0.27	0.27
		Láctea S.A.	-	1.04	3.93	2.49
	MYPES	Agropecuaria Aviporc S.A.C.	-	-	0.01	0.01
		Avícola El Roble S.A.C	-	-	1.33	1.33
		Avícola La Yemita S.A.C.	-	-	0.02	0.02
		Avícola Moche S.A.C.	-	-	0.06	0.06
		Fruits And Vegetables Peru S.A.C.	-	-	0.04	0.04
		Irrigadora Cerro Prieto S.A.C.	-	-	1.54	1.54
	Otros	6 generadores	0.405	1.74	-	1.07
	Grande	Agroindustrial Laredo S.A.A.	123.06	183.55	113.20	139.94
		Arca Continental Lindley	156.38	52.50	47.65	85.51
		Cartavio Sociedad Anónima Abierta	76.74	66.70	96.57	80.01
		Viru S.A.	0.00	3.70	9.11	4.27
	Mediana	Agroindustrial Del Perú Sociedad Anónima Cerrada	1.33	5.23	3.71	3.43
	Otros	7 generadores	3.59	3.87	7.63	5.03
Pesquero	Grande	CFG Investment S.A.C.	26.14	49.345	13.41	29.63
		Corporación Pesquera Inca S.A.C.	48.53	72.714	23.77	48.34
		Tecnología De Alimentos S.A.	58.68	119.705	64.023	80.80
		Pesquera Diamante S.A.	68.97	141.033	47.79	85.93
		Pesquera Exalmar S.A.A.	58.38	45.79	30.62	44.93
		Pesquera Hayduk S.A.	94.526	79.4752	52.24	75.41
	Otros sectores		377.66	1 546.27	6 368.95	2 764.29

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

C) Piura

En este departamento, casi la totalidad de residuos sólidos peligrosos reportados en la plataforma se le atribuyen al sector de hidrocarburos, abarcando un 95.8% del total de residuos y destacando empresas como UNNA Energía S.A., Petróleos del Perú – Petroperú S.A. y CNPC Perú, donde la primera de ellas es la de mayor registro; sin

embargo, las dos siguientes muestran una tendencia creciente en los años considerados.

Tabla N° 7: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Piura

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Minero	Grande	Compañía Minera Miski Mayo S.R.L.	304.84	541.75	686.74	511.11
	Mediana	Andalucita S.A.	22.59	21.63	23.41	22.54
Hidrocarburos	Grande	CNPC Perú S.A.	2242.52	3078.64	5247.22	3522.79
		Coesti S.A.	4.27	3.45	11.32	6.35
		Lima Gas S A	1.83	1.30	0.53	1.22
		Petróleos Del Perú Petroperú S.A.	2128.51	5438.90	3887.53	3818.31
		Solgas S.A.	3.99	5.21	11.17	6.79
		UNNA Energía S.A.	0.00	1347.08	39415.34	13587.47
		Olympic Peru Inc. Sucursal Del Perú	460.33		478.94	469.64
	Mediana	Savia Perú S.A.	208.28	996.46	2586.56	1263.77
	Otros	52 generadores	1.31	4.59	4.30	3.4
Agrario	Grande	Agrícola Del Chira S.A.	58.47	82.99	124.39	88.62
		Chimu Agropecuaria S.A.	51.92	27.69	13.39	31.00
		Camposol S.A.	33.04	39.09	52.59	41.57
		Complejo Agroindustrial Beta S.A.	16.44	20.12	38.34	24.97
		Desarrollo Frutícola Sudamericana Sociedad Anónima Cerrada - Defrusa S.A.C.	5.25	-	1.90	3.57
		Ecosac Agrícola S.A.C.	13.48	17.16	60.33	30.32
		El Pedregal S.A.	30.23	50.77	49.34	43.45
		Pura Fruit Company S.A.	0.00	4.07	3.33	2.47
		FLP Del Perú Sociedad Anónima Cerrada	-	0.85	-	0.85
		Sociedad Agrícola Rapel S.A.C.	1.70	3.07	10.43	5.07
		Sociedad Agrícola Saturno S.A.	8.28	3.97	32.25	14.84
		Sociedad Exportadora Verfrut Sociedad Anónima Cerrada	-	-	25.90	25.90
	Mediana	Viveros El Tambo S.A.C.	0.95	0.37	0.02	0.45
	MYPES	Distribuidora avícola El Galpón E.I.R.L.	-	0.17	-	0.17
Alimentos y Bebidas	Grande	Inversiones Prisco S.A.C.	1.66	1.07	0.54	1.09
		Sunshine Export S.A.C	-	5.59	5.10	5.35
	Mediana	DSM Marine Lipids Peru S.A.C.	124.11	-	48.45	86.28
		Global Citrus International Sociedad Anónima Cerrada	-	0.06	-	0.06
	MYPES	El Álamo Export S.A.C.	0.07	0.00	0.01	0.03
	Otros	7 generadores	1.39	3.30	3.58	2.76
Pesquero	Grande	Corporación Pesquera Inca S.A.C.	30.79	38.91	26.60	32.10
		Eco - Acuicola Sociedad Anónima Cerrada	1.68	3.40	1.78	2.29
		Peruvian Sea Food S.A.	2.10	2.42	4.72	3.08
	MYPES	Acuicultores Pisco S.A.	0.80	0.84	0.27	0.64

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
		Agropesca Del Perú Sociedad Anónima Cerrada	4.78	7.61	4.62	5.67
		Corporación Pesquera Del Mar Sociedad Anónima Cerrada - Corpesmar S.A.C.	0.83	0.94	1.46	1.08
		Nemo Corporation S.A.C	0.72	0.70	1.02	0.81
	Otros	88 generadores	19.41	35.43	40.92	31.92
Otros sectores			2 097.03	2 719.72	8 356.58	4 391.11

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

D) Lambayeque

En este departamento, existe gran presencia por parte del sector agrario debido al número de plantas generadoras de residuos sólidos peligrosos, además por ser responsable del 49.6% del total, dentro del sector destacan las empresas de Agrovision Perú S.A.C. e Inversiones Agrícolas Olmos S.A.C., cuyas cifras reportadas de generación mantienen una tendencia de crecimiento y decrecimiento respectivamente. De igual forma el sector de alimentos y bebidas cuenta con gran presencia por sus residuos al ser el responsable de la generación del 48.7% del resto, en este caso destaca Agrolmos S.A. como principal empresa del grupo de reportantes.

Tabla N° 8: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Lambayeque

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Hidrocarburos	Grande	Coesti S.A.	4.71	5.45	3.63	4.60
		Repsol Comercial S.A.C.	0.00	0.48	0.55	0.34
	Mediana	Punto Gas Sociedad Anónima Cerrada - Punto Gas S.A.C.	-	-	0.04	0.04
		Petroleum Lubor Carburantes E.I.R.L.	-	-	0.00	0.00
	MYPES	Servicentro Ovalo Ureta S.A.C.	0.04	0.14	0.01	0.06
		Otros	24.85	18.85	26.89	23.53
Agrario	Grande	Agrícola Pampa Baja S.A.C.	-	0.00	2.43	1.22
		Agrícola Campo Noble Sociedad Anónima Cerrada	-	-	0.04	0.04
		Agrícola Alaya Sociedad Anónima Cerrada	3.44	-	-	3.44
		Agroindustrias Aib S.A.	1.65	2.02	0.00	1.22
		Agrovision Peru S.A.C.	0.00	34.18	53.31	29.16
		Arena Verde S.A.C.	-	6.35	9.71	8.03
		Bomarea S.R.L.	-	9.95	3.13	6.54

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Alimentos y Bebidas		Chimu Agropecuaria S.A.	10.78	4.76	4.17	6.57
		Complejo Agroindustrial Beta S.A.	4.17	10.86	36.30	17.11
		Danper Agrícola Olmos S.A.C.	8.75	12.36	27.25	16.12
		Inversiones Agrícolas Olmos S.A.C.	32.90	42.80	23.98	33.23
		Inversiones Mosqueta S.A.C.	8.06	11.38	9.17	9.54
	Mediana	Comercial Molinera San Luis S.A.C.	0.32	0.30	0.28	0.30
		H2Olmos S.A.	1.16	1.25	2.95	1.79
		Molino's Escaly S.R.L.	-	0.10	0.07	0.08
		Inversiones Hefei S.A.C.	8.90	24.51	4.41	12.60
	MYPES	Agroindustrias San Francisco S.A.C	-	-	0.05	0.05
		Molino Chiclayo S.A.C.	-	0.43	0.42	0.42
		Molino El Chamesino S.A.C.	0.01	0.00	-	0.00
	Otros	9 generadores	3.26	7.92	11.94	7.71
	Grande	Agrolmos Sociedad Anónima - Agrolmos S.A.	152.55	188.50	21.13	120.73
		Gandules INC S.A.C.	-	-	8.04	8.04
		Procesadora Perú Sociedad Anónima Cerrada	0.53	1.10	0.06	0.56
		San Roque S.A.	0.66	0.54	0.43	0.54
		Unión De Cervecerías Peruanas Backus Y Johnston Sociedad Anónima Abierta	0.70	-	11.79	6.25
	Mediana	V & F S.A.C.	-	-	0.93	0.93
	MYPES	Ajeper S.A.	7.49	7.74	2.69	5.97
		Empresa Azucarera Del Norte S.A.C.	2.67	-	0.61	1.64
	Otros	7 generadores	4.19	5.34	7.09	5.54
Otros sectores			75.82	915.74	511.06	500.87

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

E) Cajamarca

En este departamento, destaca el sector minero por la presencia de las empresas Minera Yanacocha S.R.L., Shahuindo S.A.C. y Gold Fields La Cima S.A., quienes además de presentar los valores más altos de generación presentan una tendencia creciente, siendo así que la minería es responsable del 99.7% del total de residuos peligrosos en esta área.

Tabla N° 9: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Cajamarca

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Minero	Grande	Gold Fields La Cima S.A.	321.38	408.74	556.10	428.74

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio	
			2020	2021	2022		
		Minera Yanacocha S.R.L.	701.40	1133.79	1187.45	1007.55	
		Shahuindo S.A.C.	843.49	1099.55	812.61	918.55	
		Sociedad Minera Corona S.A.	200 m3	-	3.00	3.00	
	Mediana	CIA Minera Coimolache S.A.	40.23	175.17	632.57	282.66	
		Minera La Zanja S.R.L.	168.35	254.86	227.31	216.84	
		Empresa Minera El Progreso S.R.L.	0.14	0.14	0.35	0.21	
	MYPES	Lumina Copper S.A.C.	-	0.08	0.13	0.10	
		HNS Consorcio S.R.L.	0.23	0.47	0.14	0.28	
		Rio Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.	-	1.13	-	1.13	
	Otros	6 generadores	0.03	8.78	3.38	4.06	
	Hidrocarburos	Grande	Petróleos Del Perú Petroperú S.A.	1.19	8.09	0.52	3.26
		MYPES	Caidiesel S & R S.A.C	-	-	0.01	0.01
Servicentro Primavera S.R.L.			0.03	0.02	0.01	0.02	
"Grifo's Samira Sociedad Anónima Cerrada"			-	0.01	0.02	0.02	
Combustible Santísima Cruz De Motupe E.I.R.L.			-	0.02	0.01	0.01	
Otros		55 generadores	0.05	0.64	0.63	0.44	
Agrario	Grande	Chimu Agropecuaria S.A.	0.01	0.00	-	0.01	
	Mediana	Concesionaria Trasvase Olmos S.A.	1.36	1.48	1.03	1.29	
Alimentos y Bebidas	Grande	Leche Gloria Sociedad Anónima	-	-	0.43	0.43	
		Nestlé Perú S.A.	-	0.00	4.32	2.16	
	Otros	1 generador	0.047	-	-	0.047	
Otros generadores			138.72	87.05	113.36	113.04	

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

F) Tumbes

En este departamento se ha detectado la menor disposición de información, siendo únicamente considerados los sectores de hidrocarburos, agrario y pesquero, donde destaca, por grandes cantidades, el sector pesquero al representar el 99.8% del total de residuos sólidos peligrosos en el área. Dentro del grupo de empresas pertenecientes al sector destacan Congelados y Frescos S.A.C. y Corporación Refrigerados INY S.A.C., cuyos valores presentan variabilidad en la tendencia.

Tabla N° 10: Generación de residuos peligrosos en el departamento de Tumbes

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
Hidrocarburos	MYPES	Estación de Servicio Puyango Tumbes S.A.C.	-	-	0.07	0.07

Sector	Tamaño de la empresa	Empresa	Generación de residuos peligrosos (t/año)			Promedio
			2020	2021	2022	
		Estación De Servicios El Algarrobo E.I.R.L.	-	-	0.06	0.06
		Grifo Los Tumpis S.A.C	0.03	-	0.08	0.06
		Planta De Abastecimiento De Combustibles Líquidos American Petróleos del Norte E.I.R.L.	-	-	0.02	0.02
		K & R Trading S.A.C.	0.01	0.01	0.03	0.02
	Otros	12 generadores	-	-	0.31	0.31
Agrario	Grande	Chimu Agropecuaria S.A.	0.0315	-	-	0.03
Pesquero	Grande	Congelados Y Frescos S.A.C	98.38	80.49	103.27	94.05
		Corporación Refrigerados INY S.A.C.	65.29	36.85	103.98	68.71
	MYPES	Acuícola Santa Isabel Sociedad Anónima Cerrada	-	0.09	-	0.09
		Aquafoodperu S.A.C.	0.04	-	-	0.04
		Langostinera Huacura S.A.C	-	0.58	0.51	0.55
	Otros	8 generadores	14.06	13.41	13.39	13.62
		Otros generadores	21.26	57.79	54.34	44.46

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

5.1.2. Análisis de la oferta de residuos sólidos peligrosos

5.1.2.1. Identificación de empresas autorizadas para el manejo de residuos sólidos peligrosos

Los residuos peligrosos generados por las empresas llevan proceso de recolección, tratamiento y disposición final a cargo de las EO-RS, con quienes se suscriben contratos de cumplimiento. Estas EO-RS, debidamente identificadas, registradas y autorizadas por el MINAM son responsables de proveer el servicio solicitado por el generador proveniente de diferentes sectores según establece la facultad conferida en su registro autoritativo. Para el desarrollo de la investigación se ha considerado el listado actualizado de las EO-RS del MINAM hasta febrero del 2024 y se ha verificado que estas presenten facultades para el manejo de los residuos peligrosos incluyendo:

Residuos contemplados en la Lista A del Anexo III del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM y sus modificaciones

- Residuos Biocontaminados

- Residuos Especiales
- Residuos del sector agrario
- Residuos de construcción y demolición (RCD)

5.1.2.2. Tratamiento de residuos sólidos peligrosos a nivel nacional

5.1.2.2.1. Infraestructuras de tratamiento de residuos sólidos peligrosos

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2024), mediante el Inventario Nacional de Infraestructuras de Residuos Sólidos se identifican la cantidad de infraestructuras que se encargan del tratamiento de residuos a fin de reducir el volumen y los niveles de peligrosidad que representen. Teniendo así:

Tabla N° 11: Listado de infraestructuras de tratamiento de residuos peligrosos

Denominación de la Infraestructura de Tratamiento	Titular	Departamento	Provincia	Distrito
Sistema de tratamiento de residuos sólidos peligrosos de establecimientos de atención de salud	Prod. y Serv. de Manten. y Seg. Ind. S.R.L.- Promas S.R.L.	La Libertad	Trujillo	La Esperanza
Planta de tratamiento de residuos sólidos	Disposiciones, Tratamientos y Soluciones Ambientales S.A.C.	Piura	Sullana	Miguel Checa
Planta de Tratamiento de residuos Cajamarquilla	Gestión de Residuos Industriales Peru S.A.C. - G.R.I. PERU S.A.C.	Lima	Lima	Lurigancho
Planta de incineración de residuos industriales y hospitalarios	Incineragas E.I.R.L.	Lima	Lima	Lurín
Infraestructura de tratamiento de residuos peligrosos - Villa El Salvador	Kanay S.A.C.	Lima	Lima	Villa El Salvador
Infraestructura de tratamiento de residuos sólidos peligrosos - Terra Wasi	Global Sime S.A.C.	Lima	Canta	Santa Rosa de Quives
Infraestructura de valorización y tratamiento de residuos sólidos del ámbito no municipal para reutilización industrial	RECPER S.A.C.	Lima	Lima	Ate

Fuente: Inventario Nacional de Infraestructura de Residuos Sólidos (OEFA,2024) – Elaboración propia, 2024

5.1.2.2.2. Cantidad de residuos tratados por infraestructura

Según el informe de operador proporcionado por el SIGERSOL (2024) del ámbito no municipal, las infraestructuras de tratamiento a nivel nacional se encargan de realizar el servicio de tratamiento de residuos sólidos peligrosos a empresas que requieran del servicio en diferentes departamentos donde se sitúen.

De ello se evidencia que, para el último año reportado, existe la predominancia por parte de la infraestructura de tratamiento de residuos peligrosos - Villa El Salvador perteneciente a la empresa Kanay S.A.C., cuyas cifras de manejo equivalen a 3 982.395 toneladas y 7 689.25 m³.

Tabla N° 12: Toneladas de residuos tratados en el año 2023

Titular	Unidad	Cantidad de residuos tratados en el año 2023 (toneladas)				
		1 trimestre	2 trimestre	3 trimestre	4 trimestre	Total (año)
Gestión de Residuos Industriales Peru S.A.C. - G.R.I. PERU S.A.C.	Toneladas	104.4075	14.0156	13.9881	4.228	136.6392
Incineragas E.I.R.L.	Toneladas	384.788	533.385	462.649	334.6456	1 715.4676
Kanay S.A.C.	Toneladas	1125.959	757.083	994.009	1105.344	3 982.395
	m3	7689.25	-	-	-	7 689.25 m ³
Prod. y Serv. de Manten. y Seg. Ind. S.R.L.- Promas S.R.L.	Toneladas	353.9544	363.4582	363.1036	341.7076	1 422.2238
Global Sime S.A.C.	Toneladas	NR	NR	NR	NR	NR
Disposiciones, Tratamientos y Soluciones Ambientales S.A.C.	Toneladas	NR	NR	NR	NR	NR
RECPER S.A.C.	Toneladas	236.5545	169.01	NR	NR	405.5645

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024

5.1.2.2.3. Principales EO-RS que prestan el servicio de tratamiento de residuos en la zona norte del país

Según la información proporcionada por la base de datos del SIGERSOL No Municipal (2024) se presentan las siguientes empresas operadoras de residuos sólidos (EO-RS)

que ofrecen el tratamiento de residuos peligrosos a los generadores situados en el área de interés del estudio.

A) Ancash

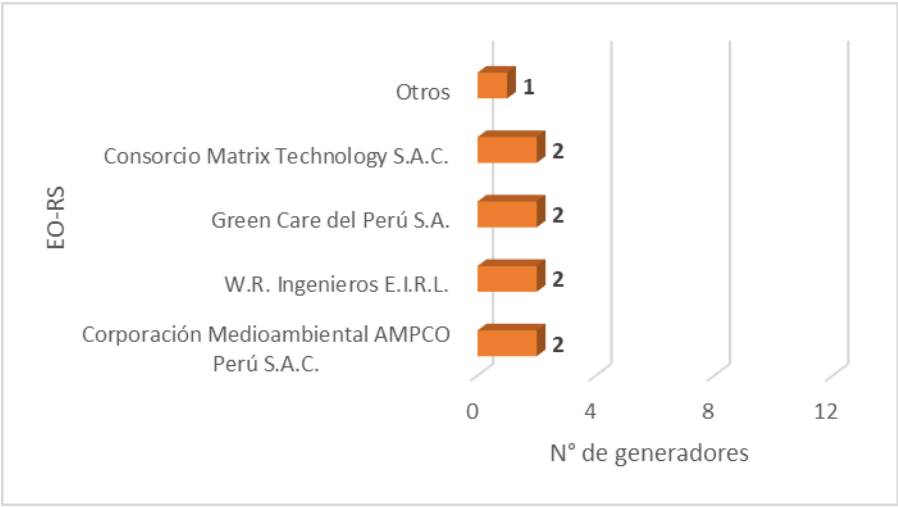
En este departamento se evidencia la mayor presencia por parte de las EO-RS Corporación Medioambiental (AMPCO), W.R. Ingenieros E.I.R.L. y Green Care del Perú S.A. al proporcionar el servicio al 17% del total de generadores mediante el encapsulamiento de residuos peligrosos y tratamiento de residuos oleosos respectivamente.

Tabla N° 13: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Ancash

Generador		EO-RS Tratamiento
Agroindustrias Jacinto S.A.A.	San	Cor. & Mel S.C.R.L.
		Consortio Matrix Technology S.A.C.
Pesquera Hayduk S.A.		W.R. Ingenieros E.I.R.L.
		Innova Ambiental S.A.
Tecnológica Alimentos S.A.	de	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
		Multiservicios Phoenix E.I.R.L.
Acuicultura Y Pesca S.A.C.		Antival S.A.C.
CFG Investment S.A.C.		Green Care Del Perú S.A.
CMM Products S.A.C.		Doil International S.A.C.
		Innova Ambiental S.A.
Corporación Pesquera Inca S.A.C.		Green Care Del Perú S.A.
		Consortio Matrix Technology S.A.C.
Austral Group S.A.A.		Fca Nac De Acumuladores Etna S A
		W.R. Ingenieros E.I.R.L.
Minera Sociedad Cerrada	Castor Anónima	Lubricantes Filtrados Marte E.I.R.L.
		Zinc Industrias Nacionales S A
Teck Perú S.A.		Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Dinogas Estaciones y Servicios S.A.C.		Innova Ambiental S.A.
Inversiones S.A.C.	Kathymar	Empresa De Servicios Guerrero S.A.C.

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Figura N° 2: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Ancash



Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

B) La Libertad

En este departamento, las EO-RS que destacan por brindar el servicio de tratamiento son Corporación Medioambiental AMPCO y W.R. Ingenieros E.I.R.L. por presentar un porcentaje de generadores asociados equivalente al 33% y 29% de forma respectiva. El tratamiento que brindan se enfoca principalmente en encapsulamiento y tratar residuos aceitosos.

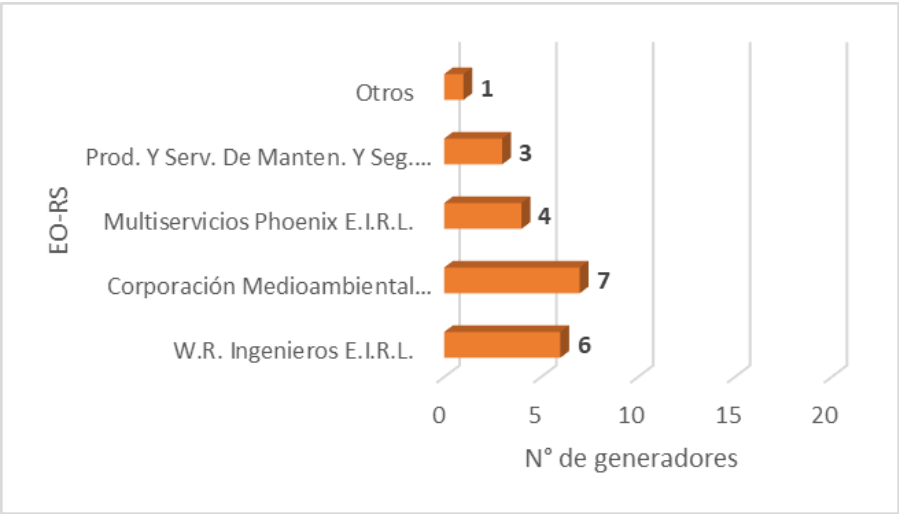
Tabla N° 14: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de La Libertad

Generador		EO-RS Tratamiento
Consorcio Horizonte S.R.L.	Minero	D-Soluciones Ambientales S.A.C.
		Solución Nuevo Mundo Sociedad Anónima Cerrada
		W.R. Ingenieros E.I.R.L.
		Prod. y Serv. de Manten. y Seg.Ind.S.R.L.
Minera Misquichilca S.A.	Boroo	W.R. Ingenieros E.I.R.L.
		Corporación Jeshua Sociedad Anónima Cerrada
Summa Corporation S.A.C.	Gold	W.R. Ingenieros E.I.R.L.

Generador	EO-RS Tratamiento
Minera Coriwayra S.A.C. - Coriwayra S.A.C.	Distribuidor Oil Sociedad Anónima Cerrada
Proyectos La Patagonia Sociedad Anónima Cerrada - Proyectos La Patagonia S.A.C.	Multiservicios Phoenix E.I.R.L. Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
Coesti S.A.	Green Care del Perú S.A.
Agrícola Cerro Prieto S.A.	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
Avo Perú S.A.C.	W.R. Ingenieros E.I.R.L.
Camposol S.A.	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
Chimu Agropecuaria S.A.	Multiservicios Phoenix E.I.R.L.
Danper Agrícola La Venturosa S.A.C.	Corporación Dina E Hijos S.R.L. Innova Ambiental S.A.
Danper Trujillo S.A.C.	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
Green Perú S.A.	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
Hortifrut - Perú S.A.C.	W.R. Ingenieros E.I.R.L.
Inversiones Jordie S.A.	Inversiones Bermarc E.I.R.L.
Sociedad Agrícola Moche Norte S.A.	Resiter Perú S.A.C.
	W.R. Ingenieros E.I.R.L.
Tal S.A.	Multiservicios Phoenix E.I.R.L. Comintel Sociedad Anónima Cerrada
Granja Italia S.A.C.	Prod.y Serv.De Manten. y Seg.Ind.S.R.L.
Agroindustrial Laredo S.A.A.	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C. Prod.y Serv. de Manten. y Seg.Ind.S.R.L. Multiservicios Phoenix E.I.R.L.
Arca Continental Lindley	Kimberly-Clark Peru S.R.L.
Tecnología De Alimentos S.A.	Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C. Innova Ambiental S.A.

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Figura N° 3: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de La Libertad



Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

C) Piura

En este departamento, las EO-RS que destacan por brindar el servicio de tratamiento son Are Yaku Pacha S.A.C. y Transportes y Servicios Generales Lara E.I.R.L., teniendo bajo su responsabilidad el manejo del 16% del total de empresas generadoras que realizan este servicio y brindando encapsulamiento previo a la disposición en relleno de seguridad y tratamiento de residuos oleosos de forma respectiva.

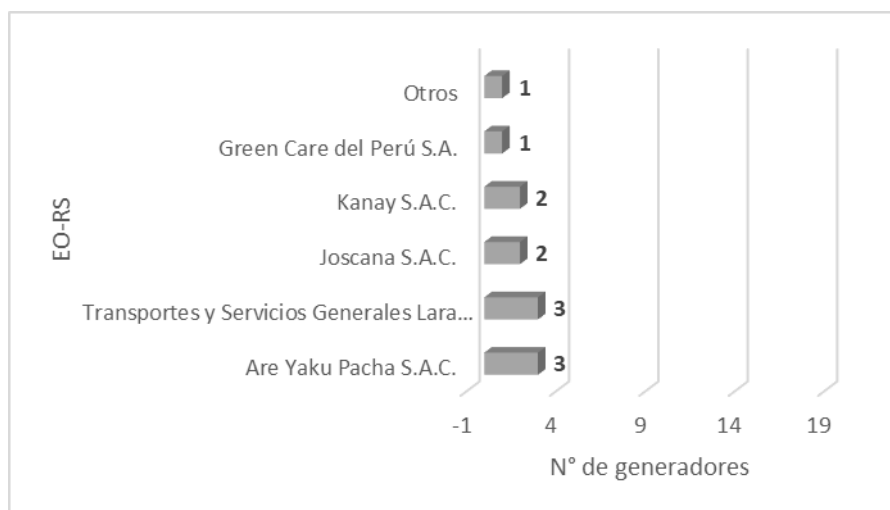
Tabla N° 15: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Piura

Generador	EO-RS Tratamiento
Andalucita S.A.	Transportes Y Servicios Generales Lara E.I.R.L.
CNPC Perú S.A.	Ba Servicios Ambientales S.A.C.
Coesti S.A.	Green Care Del Perú S.A.
Lima Gas S A	Kanay S.A.C.
Olympic Peru Inc. Sucursal Del Perú	Joscana Sociedad Anónima Cerrada
	Are Yaku Pacha S.A.C.
Petróleos del Perú Petroperú S.A.	Brunner S.A.C.
	Kanay S.A.C.

Generador	EO-RS Tratamiento
UNNA Energía S.A.	Arpe E.I.R.L.
Savia Perú S.A.	Savia Perú S.A.
Agrícola Del Chira S.A.	Corporación & Servicios Gabriel S.A.C.
Complejo Agroindustrial Beta S.A.	Joscana Sociedad Anónima Cerrada
Camposol S.A.	Are Yaku Pacha S.A.C.
Ecosac Agrícola S.A.C.	Transportes y Servicios Generales Lara E.I.R.L.
Pura Fruit Company S.A.	Ecotersa Ambiental Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada-Ecotersa S.R.L. Campo Limpio
DSM Marine Lipids Perú S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.
Eco - Acuícola Sociedad Anónima Cerrada	Transportes Y Servicios Generales Lara E.I.R.L.
Peruvian Sea Food S.A.	San Antonio Recycling Sociedad Anónima
Distribuidora Avícola El Galpón E.I.R.L.	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Corporación Pesquera Del Mar Sociedad Anónima Cerrada - Corpesmar S.A.C.	Innova Ambipetro S.A.C.
Nemo Corporation S.A.C	Gestión De Servicios Ambientales S.A.C.

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Figura N° 4: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Piura



Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

D) Lambayeque

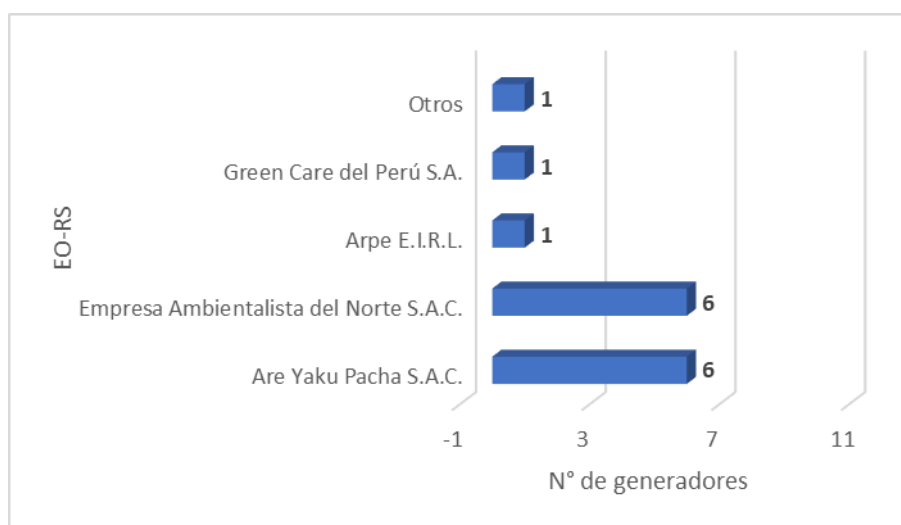
En este departamento, las EO-RS que destacan por brindar el servicio de tratamiento son Are Yaku Pacha S.A.C. y Empresa Ambientalista del Norte S.A.C., quienes en conjunto operan con el 55% de los generadores evaluados en la zona de estudio. En ambos casos su labor se centra en el encapsulamiento de residuos que dispongan elevados niveles de peligrosidad para la posterior disposición.

Tabla N° 16: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Lambayeque

Generador	EO-RS Tratamiento
Coesti S.A.	Green Care Del Peru S.A.
Arena Verde S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.
	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Agrovision Perú S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.
	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anonimia Cerrada
	Arpe E.I.R.L.
Bomarea S.R.L.	Are Yaku Pacha S.A.C.
Danper Agrícola Olmos S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.
	Corporación Dina E Hijos S.R.L.
	Innova Ambiental S.A.
Inversiones Hefei S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.
	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Inversiones Mosqueta S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.
	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Molino's Escaly S.R.L.	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Petroleum Lubor Carburantes E.I.R.L.	Petramás S.A.C.
Molino Chiclayo S.A.C.	Empresa Ambientalista Del Norte Sociedad Anónima Cerrada
Empresa Azucarera del Norte S.A.C.	Servicios y Relleno Sanitario Beraca Empresa Individual De Responsabilidad Limitada

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Figura N° 5: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Lambayeque



Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

E) Cajamarca

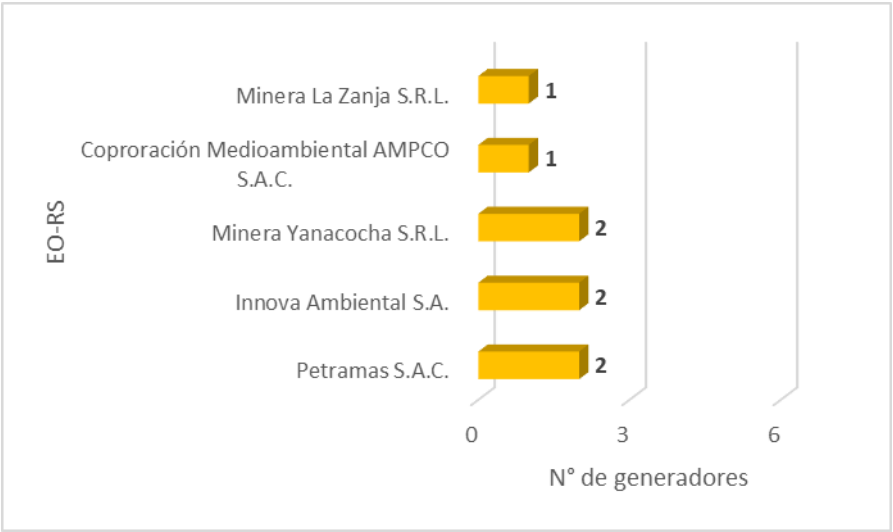
En este departamento, las EO-RS que destacan por brindar el servicio de tratamiento son Petramás S.A.C., Innova Ambiental S.A. y Minera Yanacocha S.R.L. quienes se encargan del manejo de los residuos peligrosos del 33% del total de generadores cada una.

Tabla N° 17: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Cajamarca

Generador			EO-RS Tratamiento
Gold Fields La Cima S.A.			Corporación Medioambiental AMPCO Perú Sociedad Anónima Cerrada - CM AMPCO Perú S.A.C.
Minera Yanacocha S.R.L.			Innova Ambiental S.A.
			Petramás S.A.C.
			Minera Yanacocha S.R.L.
Shahuindo S.A.C.			Minera Yanacocha S.R.L.
Minera La Zanja S.R.L.			Minera La Zanja S.R.L.
Empresa Minera El Progreso S.R.L.			Innova Ambiental S.A.
Combustible Santísima Cruz De Motupe E.I.R.L.			Petramás S.A.C.

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Figura N° 6: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Cajamarca



Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

F) Tumbes

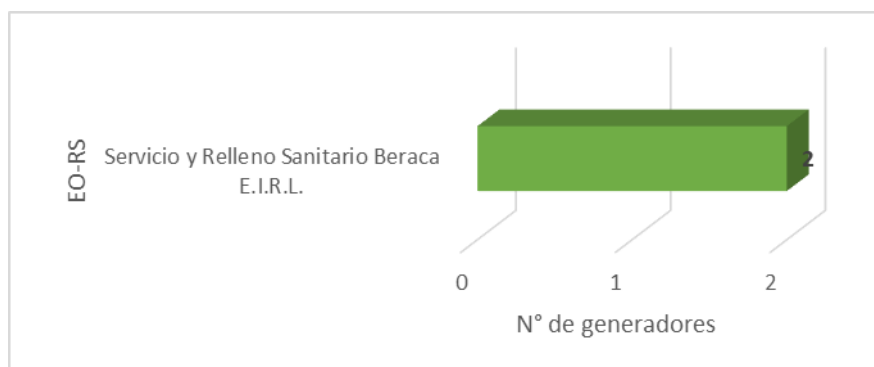
En este departamento, únicamente se tiene registro de una EO-RS que se encarga de brindar el servicio de tratamiento en la localidad, la cual es Servicio y Relleno Sanitario Beraca E.I.R.L., quien se encarga de tratar los residuos de dos generadores.

Tabla N° 18: EO-RS encargadas del tratamiento de residuos de los generadores del departamento de Tumbes

Generador	EO-RS Tratamiento
Grifo Los Tumpis S.A.C	Servicios y Relleno Sanitario Beraca Empresa Individual De Responsabilidad Limitada
Aquafoodperu S.A.C.	Servicios y Relleno Sanitario Beraca Empresa Individual De Responsabilidad Limitada

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

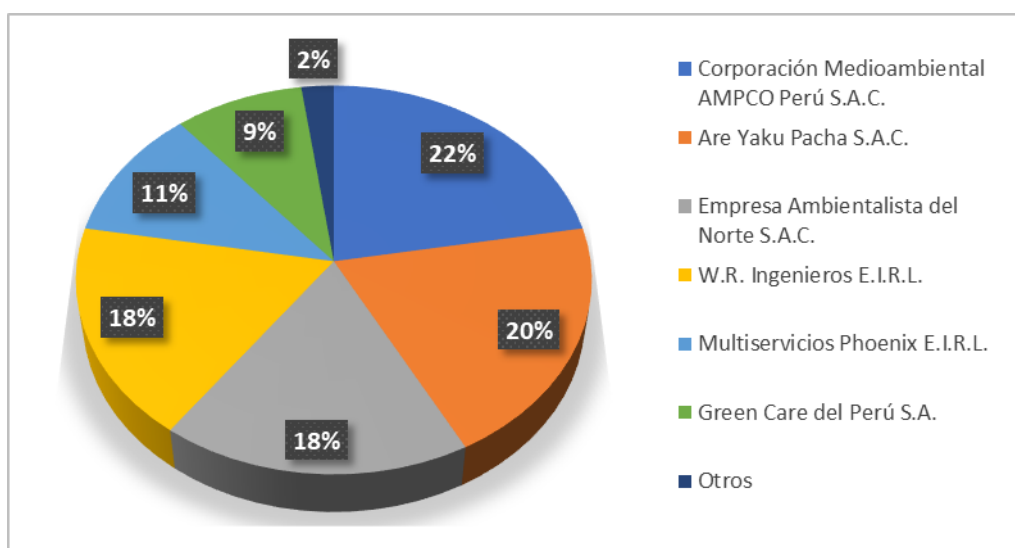
Figura N° 7: EO-RS que brindan el tratamiento en el departamento de Tumbes



Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

En síntesis, en los departamentos objetos de estudio en la zona norte del país algunas pocas empresas brindan el tratamiento de residuos a través de EO-RS acreditadas por el MINAM; sin embargo, no es una práctica habitual, permanente ni mayoritaria, por ejemplo, en la figura N°8 se muestra que Corporación Medioambiental AMPCO Perú S.A.C. con un 22% es la empresa líder, la cual destaca por brindar el servicio de tratamiento en diversos sectores, incluyendo minero, industrial, energético y otros. Según el Directorio Minero (DIREMIN), esta EO-RS destaca por contar más de 17 años de operación y brindar el servicio de tratamiento de aceites usados y combustibles contaminados, por lo que tiene amplia aplicabilidad para los generadores.

Figura N° 8: EO-RS que brindan el tratamiento en la zona norte de Perú



5.1.2.2.4. Principales EO-RS que prestan el servicio de incineración en la zona norte del país

Según los reportes de datos procedentes del SIGERSOL No Municipal, en la zona norte del país y para los sectores que se están evaluando en la investigación, únicamente se tiene detalle de tres empresas generadoras de haber solicitado el servicio de incineración proporcionado por una EO-RS, la cual es Kanay S.A.C. y su planta en Villa El Salvador. Siendo la Compañía Minera Antamina S.A. quien reporta haber tratado la mayor cantidad de sus residuos con una cifra que asciende a 2,570.00 kg en el año 2022.

Tabla N° 19: Cantidad de residuos peligrosos tratados por incineración

Sector	Departamento	Empresa	EO-RS de Incineración	Cantidad de residuos peligrosos tratados (kg/año)		
				2020	2021	2022
Minero	Ancash	Compañía Minera Antamina S.A.	Kanay S.A.C.	-	-	2570
		Minera Boroo Misquichilca S.A.	Kanay S.A.C.	72	-	-
Hidrocarburos	Piura	Unna Energía S.A.	Arpe E.I.R.L.	-	-	26

Nota: La EO-RS Arpe E.I.R.L. no cuenta con una planta de incineración de residuos sólidos peligrosos, por lo que se infiere que sus cifras equivalen a la cantidad de recolección y transporte que realizan hacia una EO-RS que sí cuenta con este sistema de tratamiento.

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

5.1.2.2.5. Método de tratamiento que realizan los generadores por cada sector

No todas las empresas generadoras que informan trabajar con una EO-RS para el tratamiento de residuos peligrosos especifican el método de tratamiento utilizado. Por ello, según los datos procedentes del SIGERSOL No Municipal, los generadores evaluados emplean los siguientes métodos para el último año de evaluación y para cada sector que pertenecen.

Tabla N° 20: Método de tratamiento de residuos según cada sector

Sector	Generador	Método de tratamiento
Pesquero	Austral Group S.A.A.	Refinación
	CMM Products S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Eco - Acuícola Sociedad Anónima Cerrada	Disposición en relleno de seguridad
	Peruvian Sea Food S.A.	Acondicionamiento
	Pesquera Hayduk S.A.	Desmantelación, recuperación y destrucción
		Físico - químico
Minero	Compañía Minera Antamina	Físico - químico
	Empresa Minera El Progreso S.R.L.	Incineración
	Minera Castor Sociedad Anónima Cerrada	Disposición en relleno de seguridad
	Minera La Zanja S.R.L.	Regeneración de aceites
	Shahuindo S.A.C.	Triturado
		Plataforma de volatilización
Hidrocarburos	CNPC Perú S.A.	Reaprovechamiento de Cal
		Encapsulado
	Dinogas Estaciones y Servicios S.A.C.	Pozas de evaporación
	Grifo Los Tumpis S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Lima Gas S A	Disposición en relleno de seguridad
	Petróleos del Perú Petroperú S.A.	Pre tratamiento
	Savia Perú S.A.	Esparcido, compactación y cobertura
		Confinamiento
	UNNA Energía S.A.	Reciclaje y reutilización en el sistema productivo
		Decantación
Agrario	Arena Verde S.A.C.	Landfarming
	Agrícola Cerro Prieto S.A.	Incineración
	Agrovision Perú S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Bomarea S.R.L.	Tratamiento de residuos oleosos y combustibles
	Hortifrut - Perú S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Inversiones Hefei S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Inversiones Mosqueta S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Molino Chiclayo S.A.C.	Disposición en relleno de seguridad
	Molino's Escaly S.R.L.	Disposición en relleno de seguridad
	Tal S.A.	Tratamiento de aceites
Alimentos y bebidas	Ecosac Agrícola S.A.C.	Tratamiento químico
		Tratamiento físico
	Empresa Azucarera Del Norte S.A.C.	Acondicionamiento

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Cabe mencionar que, en algunos casos no existen detalles de qué tipo de tratamiento emplean y en otros se reporta, de manera equivocada, parte del proceso de gestión de los residuos como si fuese un tratamiento (por ejemplo, aquellos que colocan disposición en rellenos como método). Obviando ello se puede identificar que:

A) Sector Pesquero

Se evidencia cierta presencia de tratamientos fisicoquímicos y disposición directa a rellenos de seguridad, lo cual se puede asociar al contenido orgánico que presentan sus residuos y que no requerirían de mayores costos para manejarlos

B) Sector Minero

Existe variedad de tecnologías y métodos contemplados debido a la naturaleza de los residuos generados, donde se evidencia la presencia de la incineración para un generador; no obstante, por un acercamiento que pudo realizarse se considera también una inertización o estabilización en rellenos de seguridad.

C) Sector Hidrocarburos

La incineración se usa de forma ocasional para este sector, únicamente cuando se trata de residuos con muy elevados niveles de peligro y que son difíciles de manejar. Asimismo, de forma general prevalecen los tratamientos fisicoquímicos y el empleo de la disposición directa en rellenos

D) Sector Agrario

Los reportantes aseguran que su preferencia se orienta al empleo de rellenos de seguridad, considerando en ocasiones un acondicionamiento previo y en menor instancia el tratamiento de los aceites residuales generados por maquinaria y de los mismos productos.

E) Sector Alimentos y Bebidas

No existen reportes considerables en este sector, únicamente preferencias de uso asociadas al llenado del instrumento de recolección de datos (encuesta)

5.1.2.3. Disposición final de residuos sólidos peligrosos a nivel nacional

Considerando lo establecido en el D.L. N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, dentro del territorio peruano se contemplan dos infraestructuras empleables para la disposición final de residuos sólidos peligrosos, los cuales son: el relleno de seguridad, que se caracteriza por ser una instalación que garantiza la disposición sanitaria y ambientalmente segura; además de los rellenos mixtos, los cuales son infraestructuras destinadas a recepcionar residuos municipales y contar con celdas especializadas para el manejo de residuos peligrosos de origen municipal y no municipal. (D.L. N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Anexos).

Es así que, el OEFA (2024) mediante el Inventario Nacional de Infraestructuras de Residuos Sólidos, identifica que hasta febrero de 2024 se tienen registrados veinticinco infraestructuras de disposición final para los residuos sólidos peligrosos en todo el territorio peruano conformados por doce rellenos de seguridad y trece rellenos mixtos.

Figura N° 9: Mapa de distribución de infraestructuras de disposición final en el Perú



Fuente: Inventario Nacional de Infraestructura de Residuos Sólidos (OEFA, 2024) – Elaboración propia, 2024.

5.1.2.3.1. Infraestructuras de disposición final en la zona norte del país

Considerando el Inventario Nacional de Infraestructuras de Residuos Sólidos se evidencia que existe una elevada oferta de infraestructuras, las cuales son el destino

final para los residuos sólidos peligrosos en la zona norte del Perú, Los principales departamentos que cuentan con este tipo de instalaciones son los departamentos de: Piura, La Libertad, Ancash y Lima. Además, tales infraestructuras destacan por ser principales áreas de depósito para estos residuos.

Tabla N° 21: Listado de infraestructuras de disposición final de residuos peligrosos

Denominación de la infraestructura	Titular	Tipo de infraestructura	Departamento
Relleno de Seguridad de Arpe E.I.R.L.	Arpe E.I.R.L.	Relleno de seguridad	Piura
Relleno de Seguridad Beraca	Servicios y Relleno Sanitario Beraca E.I.R.L.	Relleno de seguridad	Piura
Relleno de Seguridad de BA Servicios Ambientales S.A.C.	BA Servicios Ambientales S.A.C.	Relleno de seguridad	Piura
Relleno de seguridad de Are Yaku Pacha S.A.C.	Are Yaku Pacha S.A.C.	Relleno de seguridad	Piura
Relleno de seguridad Parque Ecológico Industrial El Algarrobo	Disposiciones Tratamientos y Soluciones Ambientales S.A.C.	Relleno de seguridad	Piura
Relleno de seguridad Parque Ecológico Industrial El Huarango	Disposiciones Tratamientos y Soluciones Ambientales S.A.C.	Relleno de seguridad	La Libertad
Relleno sanitario Cumbre	Innova Ambiental S.A.	Relleno mixto	La Libertad
Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Cerro Colorado	Empresa Ambientalista del Norte S.A.C.	Relleno mixto	Áncash
Relleno de Seguridad Ecocentro Chilca	Kanay S.A.C.	Relleno de seguridad	Lima
Relleno de seguridad Huaycoloro II	Petramás S.A.C.	Relleno mixto	Lima

Fuente: Inventario Nacional de Infraestructura de Residuos Sólidos (OEFA,2024) – Elaboración propia, 2024

Asimismo, en la misma zona norte se evidencia la presencia de la Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito no Municipal Ecocentro Aqopampa perteneciente a la empresa Ambipar Environment Perú S.A.C., la cual se encuentra actualmente en construcción para el departamento de Piura.

5.1.2.3.2. Cantidad de residuos dispuestos por infraestructura en la zona norte del país

Tomando en consideración el informe de operador proporcionado por el SIGERSOL (2024) del ámbito no municipal, fue obtenido un aproximado de la cantidad de residuos sólidos peligrosos dispuestos en las respectivas infraestructuras de destino situadas en los departamentos del norte del Perú, cabe mencionar que el origen de los residuos procede de diferentes partes del territorio nacional.

Siendo así que, para el último año reportado 2023 destacó el relleno de seguridad de Ecocentro Chilca, perteneciente a Kanay S.A.C., cuyo valor ascendía hasta las 72,903.50 toneladas; asimismo, seguido se encontraba Are Yaku Pacha S.A.C. con 58,055.15 toneladas y próximos a ambos se identificaron a Arpe E.I.R.L. y DITSA.

Tabla N° 22: Toneladas de residuos dispuestos en el año 2023

Titular	Unidad	Cantidad de residuos dispuestos en el año 2023				
		1 trimestre	2 trimestre	3 trimestre	4 trimestre	Total (año)
Arpe E.I.R.L.	Toneladas	8,275.14	8,925.03	4,350.21	NR	21,550.38
Servicios y Relleno Sanitario Beraca E.I.R.L.	Toneladas	3,365.63	3,846.18	3,004.10	3,246.62	13,462.54
	m³	2,951.83	389.30	2,816.96	5,649.23	6,158.09
BA Servicios Ambientales S.A.C.	Toneladas	541.48	1,431.14	2,243.55	732.70	4,948.86
Are Yaku Pacha S.A.C.	Toneladas	2,720.12	27,332.20	26,687.66	1,315.18	58,055.15
	m³	252.54	1,708.22	2,997.80	669.19	5,627.75
Disposiciones Tratamientos y Soluciones Ambientales S.A.C.	Toneladas	388.96	161.37	1,358.77	14,406.16	16,315.26
Innova Ambiental S.A.	-	NR	NR	NR	NR	NR
Empresa Ambientalista del Norte S.A.C.	Toneladas	2,528.09	2,370.52	2,015.77	NR	6,914.38
Kanay S.A.C.	Toneladas	16,616.73	18,679.73	16,675.17	20,931.87	72,903.50
Petramás S.AC.	Toneladas	13,354.67	24.47	2,797.87	58.90	16,235.91

NR: No reportó

Fuente: SIGERSOL No Municipal (MINAM) – Elaboración propia, 2024.

Teniendo como caso particular a la empresa Innova Ambiental S.A. con su Relleno Sanitario Cumbre situado en La Libertad, la cual no establecía registros ante la información proporcionada por SIGERSOL. Sin embargo, según Innova Ambiental (2022), bajo su documento «Acciones y Logros 2022», mencionan que para ese año el Relleno Sanitario Cumbre fue capaz de recepcionar 26,266.00 toneladas de residuos, de lo que es importante mencionar que no se hace distinción entre si tales residuos son peligrosos o no peligroso.

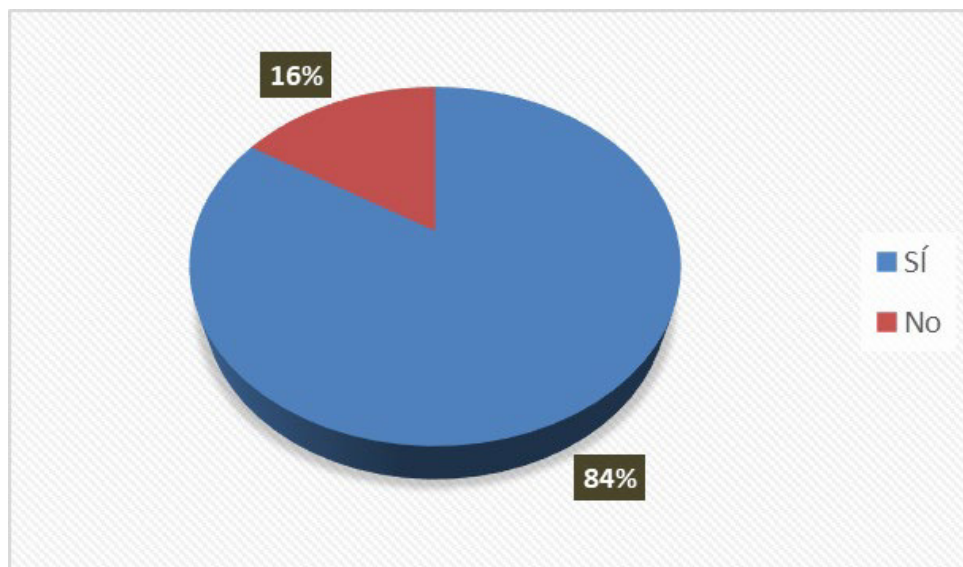
5.2. Características de la preferencia en el uso de tecnologías de tratamiento por sectores

5.2.1. *Análisis de las encuestas*

Considerando las 112 encuestas aplicadas a personal vinculado o encargado del manejo de residuos por la empresa a la que labora, se tienen los siguientes resultados:

- Respecto a si el encuestado presenta conocimientos de cómo funciona el sistema de incineración y lo que ello implica en la potencial incorporación dentro del manejo de residuos peligrosos generados por su empresa se evidenció que el 84% conoce sobre la tecnología y el vínculo que presenta en la reducción de los niveles de peligrosidad de los residuos, mientras que el 16% restante no se encuentran relacionados al tema.

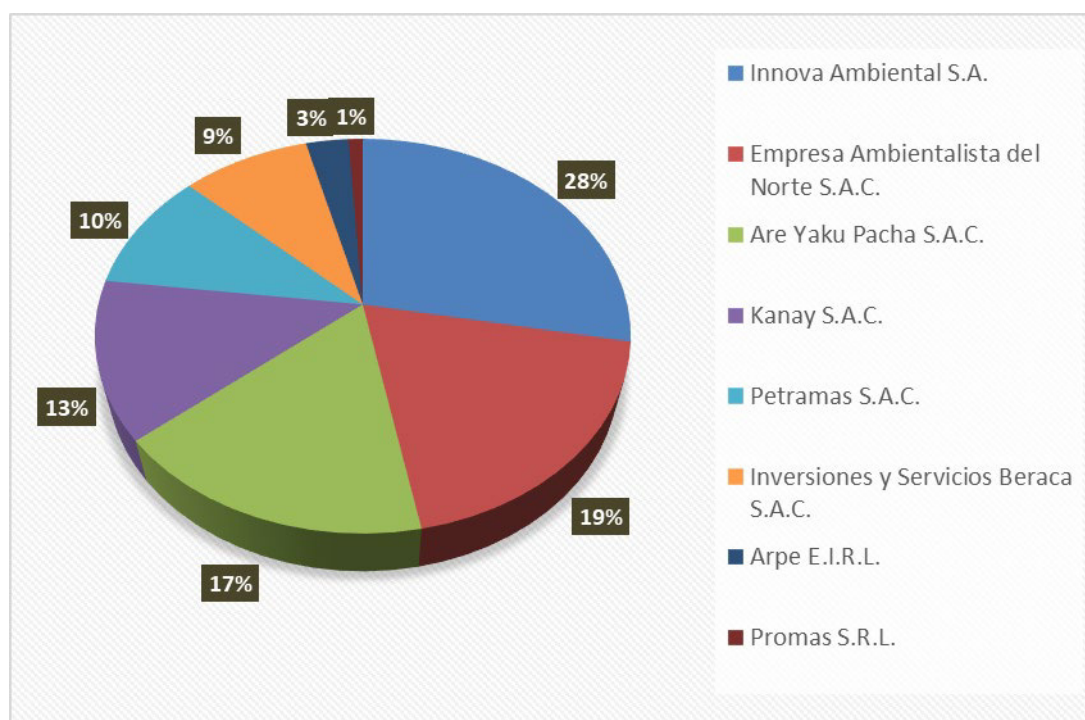
Figura N° 10: ¿Está familiarizado con el concepto de incineración como método de tratamiento de residuos peligrosos?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a con qué EO-RS se encuentran trabajando para que se encargue del servicio de disposición de residuos se obtuvo que, en mayor proporción, la principal encargada del manejo de residuos peligrosos es Innova Ambiental a través del uso de su relleno sanitario Cumbre ubicado La Libertad. Seguido de ello se sitúa la Empresa Ambientalista del Norte S.A.C. (EMANOR), responsable de la disposición del 19% de los generadores encuestados. En las siguientes posiciones se sitúan Are Yaku Pacha S.A.C., Kanay S.A.C., Petramás S.A.C., Inversiones Beraca S.A.C. y otros.

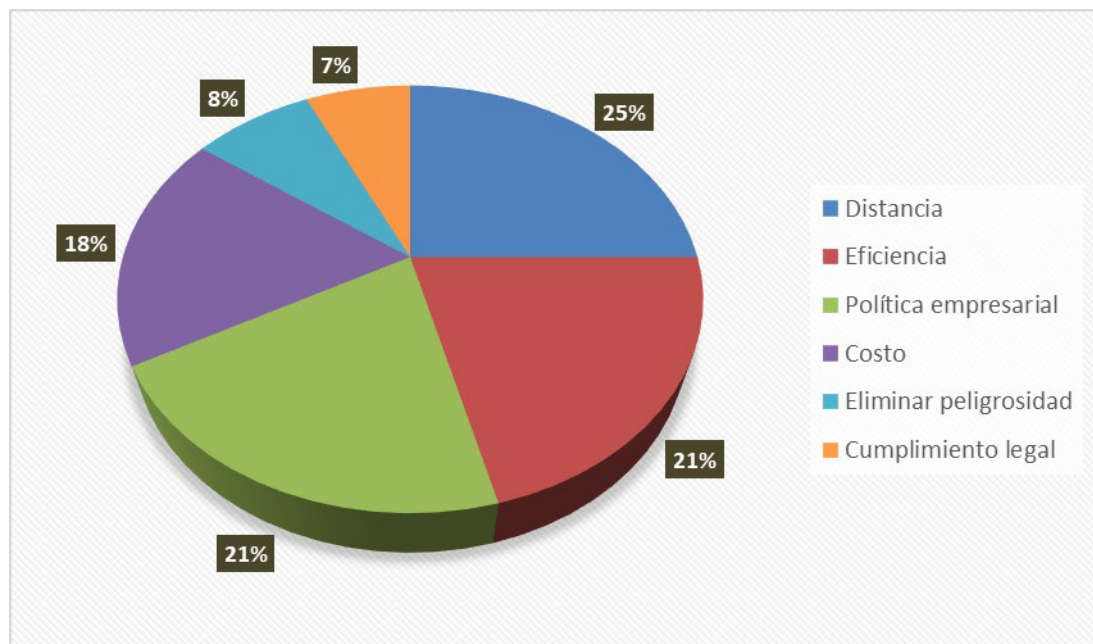
Figura N° 11: ¿Con qué EO-RS disponen sus residuos?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto al motivo por el cual se inclinan a solicitar el servicio de disposición de residuos peligrosos con aquella EO-RS se plasmó que el mayor porcentaje, 25% del total, hace uso del servicio debido a la proximidad que presentan. Seguido de ello, con cifras iguales, se plantea la contratación de la EO-RS por lograr el cumplimiento de la política empresarial del manejo de residuos y por lo eficiente que resulta en relación a los resultados que ofrece, de igual modo el factor costo se hace presencia con un 18% del total y en menor proporción se considera que se hace uso del servicio porque elimina la peligrosidad y para garantizar el cumplimiento legal.

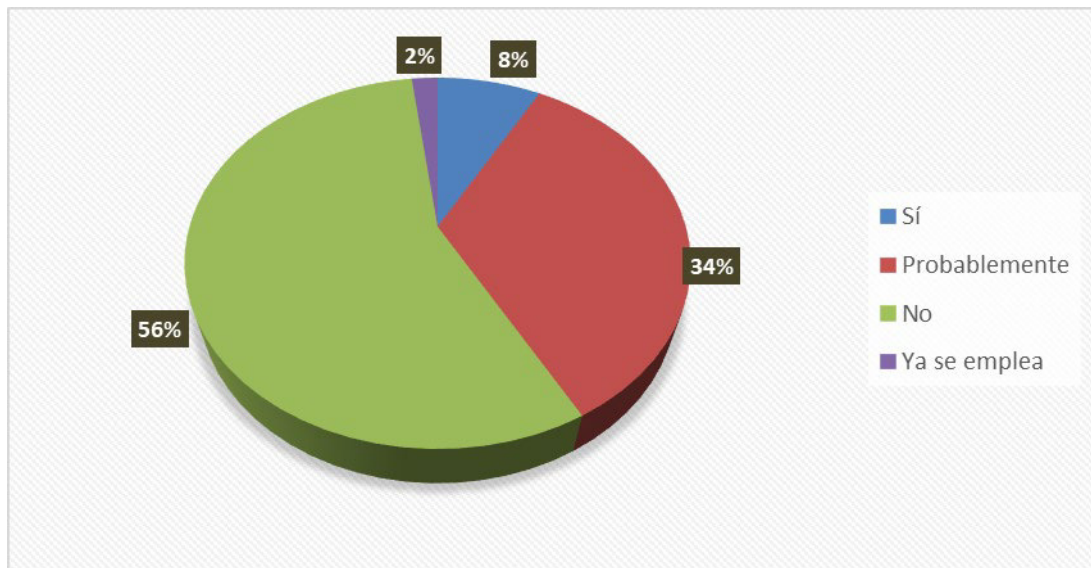
Figura N° 12: ¿Por qué trasladan sus residuos a aquella infraestructura de disposición?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a si estarían dispuestos a emplear un incinerador como tecnología de tratamiento de residuos peligrosos se obtuvo que la mayor cantidad de encuestados no estaría interesada en emplear la tecnología y los motivos pueden deberse a diferentes factores que implica la incorporación de la misma en el manejo de residuos. El 34% del resto se mantiene en incertidumbre sobre si es aplicable para su empresa y consideran que probablemente la emplearían. Seguido de ello, el 8% plantea que sí usaría la tecnología y el porcentaje restante ya hace uso de él.

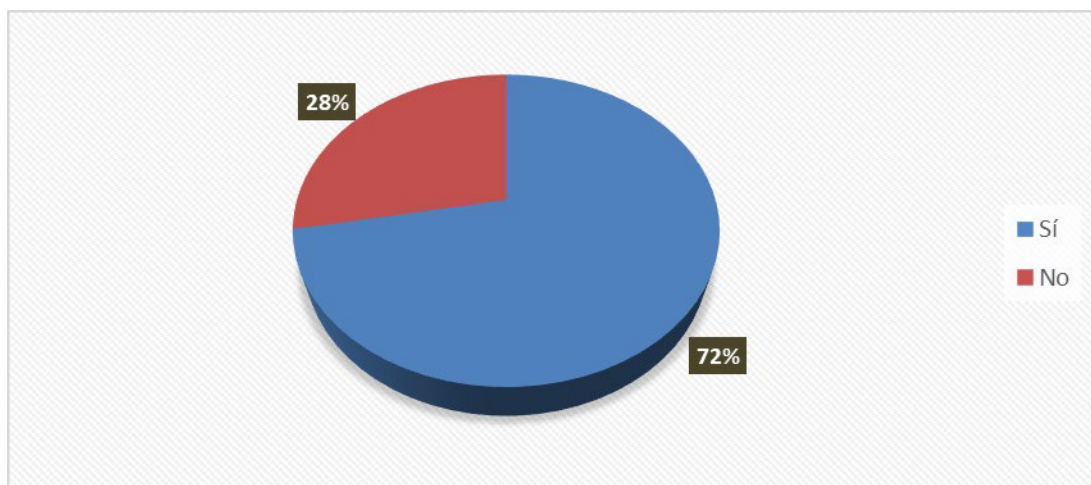
Figura N° 13: ¿Estaría dispuesto a emplear el sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a la posible existencia de limitaciones para la incorporación del sistema de incineración se obtuvo que el 72% del total de encuestados asegura que en la empresa donde laboran sí habría impedimentos para emplear la incineración, siendo la barrera económica la más considerada. Por otro lado, el resto asegura que no tendría problemas con ello.

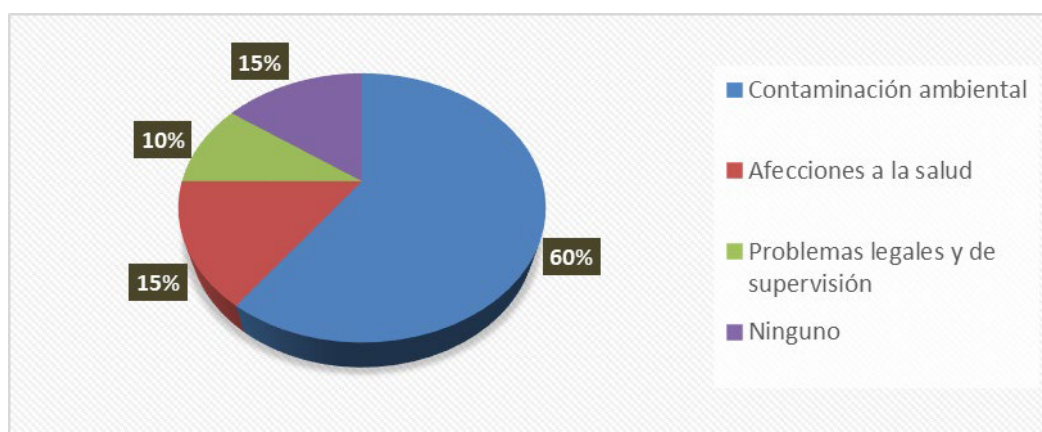
Figura N° 14: ¿Su empresa presenta limitantes para usar la tecnología de incineración?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a los motivos o preocupaciones asociados al sistema de incineración por parte de los generadores se destaca la contaminación ambiental, pues el 60% considera que la posible emisión de gases contaminantes implicaría problemas para la empresa y presiones por parte de organismos supervisores. De manera similar, el 15% cree que existirían afectaciones sobre la salud de las personas, por lo cual no podría contemplarse el empleo. Asimismo, un 10% restante cree que es probable tener problemas con los dispositivos legales, ya que no hay un marco normativo claro relacionado a ello. Finalmente, el resto no detalla preocupación alguna.

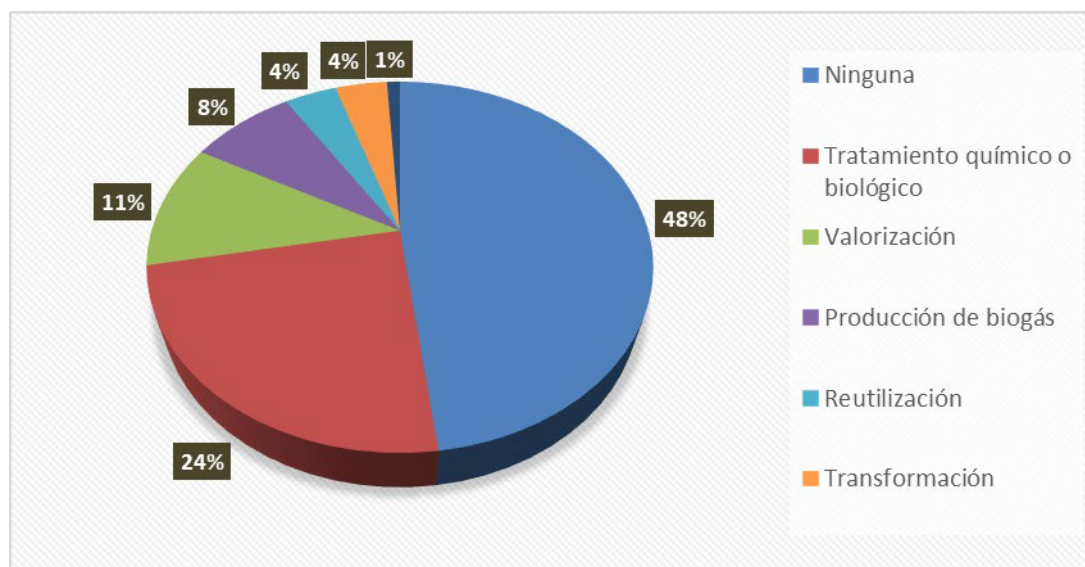
Figura N° 15: ¿Cuáles son sus preocupaciones asociadas al tratamiento de residuos peligrosos mediante incineración?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a las preferencias por el empleo de otra tecnología de tratamiento se obtuvo que el 48% no está interesado en tratar los residuos que genera la empresa. No obstante, el 24% siguiente sí y tienen interés en realizar un tratamiento químico o biológico, el 11% más que tratar pretende valorizar sus residuos y en menor proporción hay intereses por transformar, reutilizar o producir biogás con ellos.

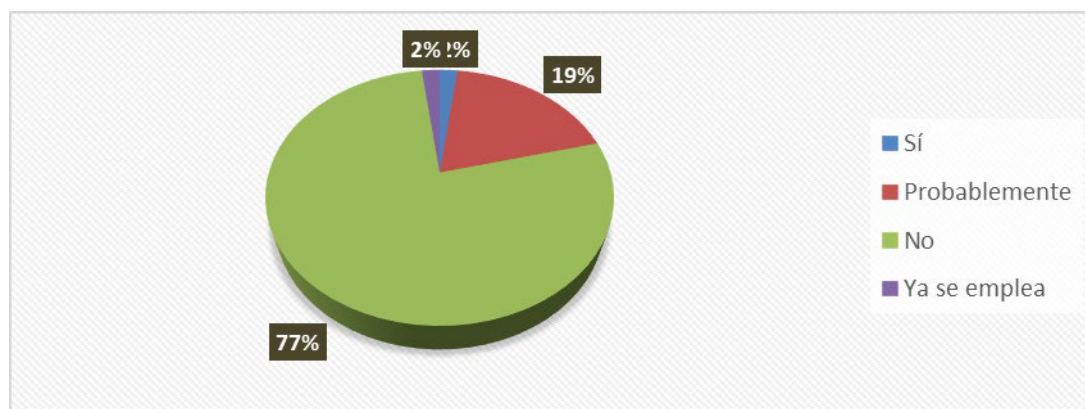
Figura N° 16: Si no está interesado en el tratamiento por incineración ¿qué otra tecnología desea usar?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a la posibilidad que presenta la empresa generadora para pagar más a fin de adquirir el servicio de incineración se obtuvo que el 77% de los encuestados niega tener que aumentar el presupuesto para el manejo de residuos y que para ello prefieren continuar con la disposición en un relleno. Por otro lado, el 19% considera que probablemente se pueda asumir el aumento del costo y en menor proporción se encuentran los grupos que ya hacen uso del sistema de incineración y los que sí creen posible aumentar el costo para incorporarlo.

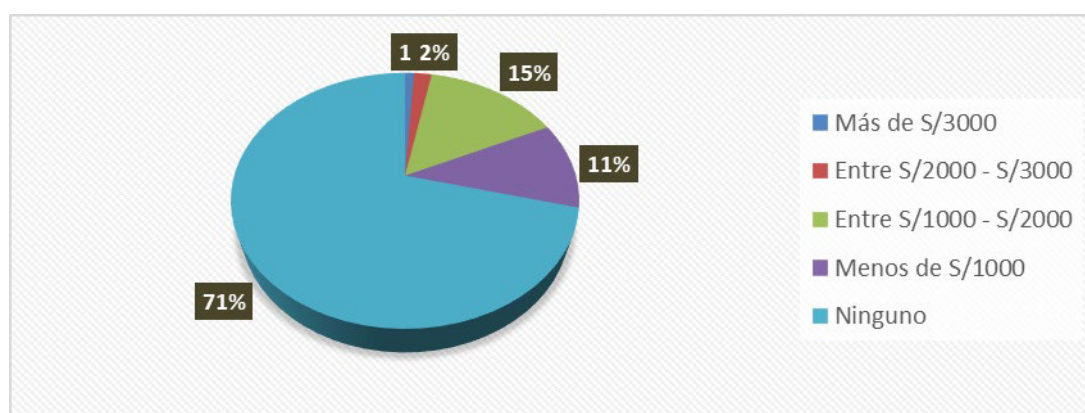
Figura N° 17: ¿Estaría dispuesto a pagar más por el servicio de incineración en comparación a la disposición tradicional en relleno de seguridad?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Respecto a la sugerencia de un precio razonable y competitivo por el que debería brindarse el servicio de incineración para una tonelada de residuos se tiene que, el mayor porcentaje, representando el 71% del total, no considera pagar por el servicio. Seguido se encuentra el 15%, cuya cifra a pagar estaría en el intervalo entre S/ 1000 a S/ 2000, el 11% preferiría tener que pagar menos de S/ 1000, un 2% considera que es viable pagar entre S/ 2000 a S/ 3000 y finalmente una única empresa considera que el pago puede valer más de S/ 3000

Figura N° 18: ¿Cuál sería un precio razonable que estaría dispuesto a pagar por el servicio?



Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.2.2. Análisis de las entrevistas

Las entrevistas fueron realizadas mediante el empleo de preguntas abiertas y se dirigieron a una o dos empresas para cada sector de evaluación según su disponibilidad de responder.

Se han llevado a cabo un total de 11 entrevistas, realizadas a través de medios virtuales. De estas, dos entrevistas fueron conducidas bajo condición de anonimato, quienes recibieron el pseudónimo de «Sostenibilidad». A continuación, se detalla:

5.2.2.1. Sector Minero

Razón social: Consorcio Minero Horizonte S.R.L.

Fecha: 25 de marzo de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Javier Gutti Montoya – Jefe de Medio Ambiente

Síntesis:

Actualmente la empresa se encuentra laborando con una EO-RS que les brinda el servicio de incineración y aseguran que: «Estamos completamente satisfechos con la calidad de su servicio. Queremos destacar especialmente el riguroso protocolo que emplean para el manejo de los residuos... Hemos evaluado minuciosamente la idoneidad de esta tecnología para su implementación en nuestras unidades mineras. Destaca su capacidad para optimizar el uso del espacio y reducir de manera significativa el riesgo asociado a la generación de pasivos ambientales».

Asimismo, el entrevistado considera que el costo asociado al uso de la tecnología es razonable, destacando como factores decisivos para su adopción la proximidad a las unidades mineras y una oferta económica que no supera los 900 dólares mensuales. No obstante, no perciben una obligación clara para emplear dicha tecnología, dado que sus objetivos no están alineados con la implementación de prácticas de tratamiento de

residuos; sin embargo, reconocen la relevancia de llevar a cabo estas acciones y las consideran una prioridad.

Razón social: Minera la Zanja E.I.R.L.

Fecha: 20 de marzo de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Carlos Claux Mora – Gerente de Relaciones Institucionales y Sostenibilidad

Síntesis:

Se señala que la empresa no ha implementado metas alineadas con la gestión adecuada de residuos, y se afirma que: «Aún no hemos fijado metas corporativas para la gestión de residuos sólidos en nuestras ocho unidades productivas y seis proyectos, aunque sí las tenemos para otros aspectos. De hecho, evaluamos esa tecnología hace un año y nos preocupaba la falta de regulación peruana sobre las emisiones de dioxinas y furanos... dado que no hay un marco normativo en el Perú al respecto. Por lo que preferimos no asumir riesgos». Asimismo, manifiestan que, si bien la tecnología es adecuada, resulta costosa; por lo que consideran que asumir los gastos asociados a su implementación no es factible en este momento.

No obstante, están comprometidos con la minimización y prevención de la generación de residuos peligrosos. En este sentido, han comenzado la ampliación de los rellenos de seguridad en cada una de las unidades mineras, las cuales operan de manera independiente. De este modo, si el costo de la tecnología de tratamiento resulta inferior al de la gestión actual de los residuos y cumple con la normativa vigente, cada unidad podría evaluar la posibilidad de emplear la tecnología de incineración.

Razón social: Compañía de Minas Antamina S.A.

Fecha: 09 de abril de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Sostenibilidad 01

Síntesis:

La empresa ha estado empleando el sistema de incineración y, adicionalmente, ha suscrito un acuerdo a mediano plazo con una EO-RS que presta dicho servicio. El entrevistado, por su parte, señaló que: «Todo gran generador, por un tema de imagen, debería apostar por tecnologías como esta».

En cuanto a los criterios que respaldaron la elección de la tecnología, estos se centraron en la eficacia para reducir la patogenicidad de los residuos, así como en la comparación de costos. De igual manera, afirman no tener problemas con la fiscalización ambiental que podría derivarse de su implementación. Aunque aún no han definido metas específicas relacionadas con la gestión de residuos que contemplen el uso de la incineración, muestran una inclinación a considerar esta opción en el futuro.

5.2.2.2. Sector Hidrocarburos

Razón social: Pluspetrol

Fecha: 15 de abril de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Benito Alvarado Sánchez – Especialista en Gestión Ambiental

Síntesis:

Las metas de gestión de residuos de la empresa podrían contemplar el uso de la incineración para lograr su cumplimiento. Sin embargo, según el entrevistado se señala

que: Previamente empleamos el servicio, pero resultó ser muy costoso; además, esto requiere la presencia de más supervisores en la empresa, lo que complica la operatividad y genera costos no previstos.

Asimismo, la empresa sostiene que la tecnología de incineración puede no ser la más adecuada para la gestión de sus residuos. En este sentido, afirman: «No podemos considerar la incineración como una opción de tratamiento, dado que no garantiza la eliminación total de contaminantes», lo que lleva al rechazo de la implementación de dicha tecnología.

5.2.2.3. Sector Agrario

Razón social: Asociación Peruana de Avicultura

Fecha: 01 de abril de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Raúl Zegarra Valencia

Síntesis:

En representación de diversas empresas del sector, la información disponible a través de esta asociación revela que, en general, no existen empresas generadoras dentro del rubro que presenten metas alineadas con la gestión de residuos sólidos ni que promuevan el uso del sistema de incineración. En este sentido, se afirma que: «Cada empresa decide, pero como APA hemos difundido diversas alternativas de tratamiento y mencionamos que la incineración, bien manejada, es buena».

A pesar de la buena referencia que se tiene sobre la utilidad de la tecnología de tratamiento, se asegura que su implementación resulta inviable debido a las consideraciones económicas.

Razón social: Redondos S.A.

Fecha: 18 de abril de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Sostenibilidad 02

Síntesis:

En este caso, se menciona que la tecnología de tratamiento no está contemplada en los planes de la empresa, siendo el principal argumento el siguiente: «Generamos muy poca cantidad de residuos peligrosos y normalmente preferimos llevarlos a disposición».

Dado que el volumen de residuos peligrosos es considerado insignificante para su traslado hacia una infraestructura que realice el tratamiento por incineración, y considerando que los costos asociados son elevados y no previstos en el presupuesto de la empresa, se opta por no implementar esta tecnología y continuar con el método de disposición tradicional.

5.2.2.4. Sector Alimentos y Bebidas

Razón social: Ajeper S.A.

Fecha: 25 de marzo de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Ángel Medina Miranda – Jefe de procesos de reciclado

Síntesis:

El entrevistado señala que actualmente la empresa no cuenta con una política de sostenibilidad que contemple metas específicas para la gestión de los residuos generados; sin embargo, manifiestan interés en implementarla en el corto plazo. Respecto al uso de la tecnología de incineración, declaran que: «Somos una empresa especializada en la comercialización de bebidas y en el transcurso de nuestras

operaciones generamos residuos que, en su mayoría, no representan un riesgo para la salud o el medio ambiente. Por ende, optamos por reutilizar siempre que sea posible; en el caso de los residuos peligrosos, como materiales contaminados, son producidos en cantidades mínimas y no requerimos invertir en su tratamiento, ya que todo se destina directamente a disposición final».

La principal preocupación expresada por la empresa radica en el alto costo asociado a la incineración en comparación con los métodos tradicionales, lo que la hace inviable. Mencionan que en un acercamiento con una EO-RS que ofrecía dicho servicio, decidieron no proceder debido al valor económico involucrado. Finalmente, reafirman: «mantenemos firmemente nuestra postura, el método de incineración no se encuentra entre las prioridades de la empresa ni a corto ni a largo plazo».

Razón social: Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.C.

Fecha: 01 de abril de 2024

Método de comunicación: Vía telefónica

Entrevistado: Christina Montoya – Environmental Management Specialist

Síntesis:

Backus cuenta con un plan de sostenibilidad, y para el presente año han asumido compromisos relacionados con el objetivo de 'Zero Waste', lo que hace atractivo el uso del tratamiento por incineración. Al respecto, afirman: “Conocemos la tecnología, sabemos que se aplican en diversas partes del mundo, pero solicitamos a cualquier proveedor que cumpla estándares y cuente con certificación de su sistema de incineración, algún tipo de reconocimiento. No que hace Waste to Energy, sino que sea Zero Waste para que se alinee a nuestra política”.

Sin embargo, aunque demuestran interés en el uso de esta tecnología, aseguran que, de no contar con una certificación o garantía de funcionamiento a nivel internacional, optarían por no utilizar este tratamiento, ya que para ellos el factor económico no representa un obstáculo.

5.2.2.5. Tendencias y coincidencias por sector

A) Sector Minero

Las empresas de este sector presentaron posturas divergentes sobre el uso de tecnologías de incineración. Por un lado, Consorcio Minero Horizonte S.R.L. ya utiliza esta tecnología y expresa satisfacción con el servicio. Por otro lado, Minera La Zanja E.I.R.L. evaluó su implementación, pero el aumento significativo en el presupuesto para la gestión de residuos peligrosos y los posibles impactos asociados llevaron a la empresa a no asumir ese riesgo. Finalmente, Compañía Minera Antamina S.A. mantiene una postura favorable y ha firmado un contrato a mediano plazo, con el cual se encuentran satisfechos.

B) Sector Hidrocarburos

La empresa perteneciente a este sector, Pluspetrol Perú Corporation S.A., considera que la incineración no es una opción viable debido a la baja cantidad de residuos generados en las estaciones de servicio, lo que aumentaría significativamente los costos de manejo. Siendo así que prefieren continuar con la disposición en rellenos de seguridad, ya que, al situarse próximos a ellos, esta alternativa resulta más rentable económicamente.

C) Sector Agrario

Las empresas pertenecientes a este sector compartieron posturas similares con distintos fundamentos. Redondos S.A. no considera viable la incineración debido a la baja generación de residuos peligrosos y los altos costos asociados al manejo. Por su parte, la Asociación Peruana de Avicultura, como vocera de las empresas del rubro, señaló que la tecnología fue debatida, pero descartada por su costo, afirmando que, aunque sea eficiente, no es factible en la realidad del sector.

D) Sector Alimentos y Bebidas

Las empresas pertenecientes a este sector mostraron oposición en su postura. Ajeper S.A. considera que, debido al bajo volumen de residuos peligrosos que genera, la incineración no sería rentable, ya que previamente recibieron una oferta de una EO-RS que consideraron poco favorable. En cambio, Backus S.A.C. tiene metas internas que podrían llevar al uso del sistema de tratamiento, y aunque consideran viable el costo del servicio, han rechazado ofertas debido a la falta de certificaciones o el incumplimiento de estándares internacionales por parte de los proveedores.

E) Sector Pesquero

Las empresas pertenecientes a este sector aseguran tener una posición que rechaza el uso del incinerador, pues Tecnológica de Alimentos S.A. señala que, aunque han recibido ofertas, los altos costos y la distancia hacen que no sea rentable para ellos. De manera similar, Corporación Pesquera Inca S.A.A. también ha descartado el servicio, ya que lo utilizaron anteriormente, pero el precio les impidió continuar. Actualmente, prefieren reutilizar el material de descarte en su proceso productivo, siguiendo un enfoque de circularidad.

5.3. Factores que limitan la incorporación de la incineración para el tratamiento de residuos

5.3.1. Costo

El costo es una de las principales limitantes para la incorporación del sistema de incineración en el manejo integral de residuos sólidos peligrosos para una empresa. Tanto los encuestados como los entrevistados, en mayor proporción, señalaron estar al tanto del incremento presupuestal que implica el uso de esta tecnología de tratamiento. Asimismo, aseguran que el manejo tradicional de sus residuos, mediante la disposición en rellenos de seguridad, tiene un costo accesible; el cual varía según el servicio que brinda la EO-RS y la tipología del residuo a disponer. Por ello, si se compara el tratamiento de incineración con la disposición tradicional existe la implicancia de duplicar o hasta triplicar el costo por tonelada de residuo, lo que evidencia un desafío económico significativo para las empresas y por lo cual se mantienen al margen en la incorporación de la tecnología.

5.3.1.1. Costo de manejo por tipo de residuo

El costo asociado al tratamiento por incineración no tiende a variar de forma significativa según el residuo a incinerar y este puede ascender hasta un intervalo entre S/ 2,500.00 y S/ 3,000.00 por tonelada de residuo de acuerdo a la EO-RS que brinde el servicio.

No obstante, la tarifa de disposición en rellenos de seguridad varía notablemente según el nivel de riesgo que representan los residuos a gestionar, debido a que las EO-RS pueden ofrecer tratamientos previos, que van desde técnicas de inertización básica hasta la aplicación de reacciones químicas complejas. Estos tratamientos, dependiendo de su complejidad, influyen en la variabilidad de las tarifas.

Tabla N° 23: Costo de disposición por tipo de residuo

Descripción del Residuo	Precio (soles/t)
EPP Contaminados	420

Descripción del Residuo	Precio (soles/t)
Tierra contaminada	
Residuos biocontaminados	
Papeles, cartones, vidrios y plásticos contaminados	
Envases contaminados	
Metales contaminados	
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	
Aceites	480
Grasas	
Fluorescentes	
Aguas oleosas	
Pilas y baterías	
Pinturas	504
Tintas	
Reactivos	
Aguas contaminadas con plomo	
Lodos	540
Efluentes	
Soluciones acuosas	
Soluciones alcalinas	
Residuos alcalinos	653
Thiner	
Residuos de agroquímicos	
Solventes	
Reactivos vencidos	746
Efluentes peligrosos	
Ácidos	
Compuestos orgánicos	

Fuente: EO-RS Petramás S.A.C., 2019

5.3.1.2. Costo por servicio que brinda la EO-RS

Los servicios que brinda la EO-RS modifica el precio que se asocia al manejo de los residuos peligrosos, esta tarifa aumenta según la cantidad de los servicios, así como la distancia que se recorre hacia a la infraestructura de disposición o tratamiento desde el lugar de la generación. Según registros de la contratación de servicios entre generadores y EO-RS se evidencia que, Kanay S.A.C. presenta mayores valores del

costo asociado, debido a que el servicio que brinda incluye el tratamiento en su planta de incineración situada en Villa El Salvador, lo cual puede llegar a duplicar la tarifa si es comparado con los servicios de recolección, transporte y disposición.

Tabla N° 24: Costo por servicio de EO-RS

Servicios	Recorrido	Distancia (km)	Precio (soles/t)
Recolección y transporte: JMC Gerencia y construcciones S.A.C.	Inicio: Andahuaylas (Apurímac)	573	1 200
Disposición final: Tower and Tower S.A.	Fin: Relleno de seguridad Huatiquimer (Ica)		
Recolección y transporte: Innova Ambiental S.A.	Inicio: La esperanza (Trujillo)	659	1 556
Disposición final: Innova Ambiental	Fin: Relleno de seguridad de Chilca (Lima)		
Recolección y transporte: Ancro S.R.L.	Inicio: La esperanza (Trujillo)	963	1 620
Disposición final: Petramás S.A.C.	Fin: Relleno de seguridad Huaycoloro (Lima)		
Recolección y transporte: Tecnologías Ecológicas Prisma S.A.C.	Inicio: Chosica (Lima)	16,8	970
Disposición final: Petramás S.A.C.	Fin: Relleno de seguridad Huaycoloro		
Recolección y transporte: Kanay S.A.C.	Inicio: San Juan de Miraflores (Lima)	34,1	1 860
Disposición final: Kanay S.A.C.	Fin: Relleno de seguridad Ecocentro Chilca (Lima)		
Recolección y transporte: Inversiones Merma S.A.C.	Inicio: Cerro Colorado (Arequipa)	1 030	2 100
Disposición final: Petramás S.A.C.	Fin: Relleno de seguridad Huaycoloro		
Recolección y transporte: Kanay S.A.C.	Inicio: San Borja (Lima)	61,4	2 628
Tratamiento: Kanay S.A.C.	Fin: Relleno de seguridad Ecocentro Chilca (Lima)		
Disposición final: Kanay S.A.C.			

Servicios	Recorrido	Distancia (km)	Precio (soles/t)
Recolección y transporte: Kanay S.A.C.	Inicio: Puente Piedra (Lima)		
Tratamiento: Kanay S.A.C.	Fin: Relleno de seguridad Ecocentro Chilca (Lima)	94,5	3 400
Disposición final: Kanay S.A.C.			

Fuente: Elaboración propia, 2024

5.3.2. Preocupaciones ambientales y de salud

Entre los factores más significativos que limitan la incorporación de sistemas de tratamiento de residuos, según encuestados y entrevistados frente a la interrogante que trata de identificar motivos que limitan la incorporación de este sistema en particular de tratamiento, destaca la preocupación por los posibles daños al entorno natural y a la salud de las personas. Los generadores de residuos peligrosos temen que la incineración conlleve una emisión descontrolada de gases contaminantes, lo cual, sin un marco regulatorio sólido y que garantice una operatividad eficiente, podría agravar aún más la situación y desconfianza para la migración hacia el empleo de esta y otras tecnologías.

5.3.3. Normativa y fiscalización

Una parte significativa de los encuestados, aunque en menor proporción, expresó preocupaciones respecto al uso del sistema de incineración; siendo así que, al ser consultados sobre sus inquietudes, señalaron que existe una falta de claridad en cuanto a la fiscalización legal y al marco normativo vigente. Incluso entre aquellos que sí están familiarizados con la regulación y fueron entrevistados, se percibe una falta de confianza en que esta garantice un manejo adecuado de los residuos. Además, se observa que la obligatoriedad de cumplir con estas normativas no es percibida como estricta o apremiante. Como resultado de ello, en conjunto, ha logrado limitar el interés en adoptar

la tecnología e incluso aumentar el rechazo hacia su uso, ya que es percibido como un método de tratamiento poco regulado y desalentador. Motivo por el cual, se tiene conocimiento que algunas EO-RS que brindan el servicio de incineración prefieren optar por el cumplimiento de parámetros internacionales, ya que estos se encuentran más desarrollados y les funciona como un tipo de propaganda.

5.4. Medidas que incrementarían el uso del sistema de incineración como tratamiento de residuos

El empleo de la tecnología de incineración como método de tratamiento de residuos sólidos peligrosos supone la reducción del volumen de los residuos y junto con ello la patogenicidad que presentan; no obstante, el limitado interés en su aplicabilidad por parte de los generadores requiere de medidas que incrementen su empleo.

5.4.1. *Revisión y fortalecimiento normativo*

En el territorio peruano se cuenta con el D.S. 014-2017-MINAM, el cual reglamenta la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, estableciendo que el tratamiento de los residuos se debe regir por normas emitidas por la autoridad competente de acuerdo a las características de los residuos. Siendo así que, en virtud del artículo 62 inciso D se hace referencia específica al proceso de incineración; sin embargo, únicamente se mencionan los requisitos técnicos y operativos de manera general, especialmente asociados a la temperatura a la que debe operar la cámara de incineración.

Este enfoque de la ley evidencia un débil marco normativo orientado a regular las actividades de incineración y, en general, las diferentes tecnologías de tratamiento de residuos sólidos. Actualmente, en el Perú operan incineradoras que, según el acercamiento obtenido, cumplen y se basan en estándares y normativas internacionales; debido a que se ha evidenciado que la empresa generadora de residuos peligrosos, potenciales clientes para el uso del sistema de incineración como

tratamiento, prefiere no emplear el servicio por la inexistencia de parámetros de referencia o estándares en la normativa nacional que garanticen el correcto empleo de la tecnología de incineración, el cual no llegue a perjudicar el entorno natural ni el desarrollo de actividades sociales. Se presenta, por lo tanto, la necesidad de desarrollar y fortalecer un marco normativo concreto y claro, que establezca parámetros específicos para la incineración, con el fin de garantizar su correcta, progresiva y eficiente implementación y operación.

5.4.2. Incentivos económicos

Se ha evidenciado que una de las principales limitantes para la incorporación del sistema de tratamiento por incineración se encuentra íntimamente vinculado a los costos que se requieren para lograrlo, pues es capaz de duplicar o, en el peor de los casos, hasta triplicar el presupuesto de disposición de residuos; por lo que, con el fin de potenciar y diversificar la matriz del tratamiento de residuos se puede considerar como medida aplicable la implementación de subsidios del Estado o reducciones fiscales por el empleo de una tecnología de tratamiento, lo cual puede relacionarse al cumplimiento de una normativa ambiental más exigente, así como también al desarrollo y aceptación de tecnologías más sostenibles por parte de los generadores.

5.4.3. Fortalecimiento de la Supervisión y Fiscalización

Este es un factor crucial que limita la inserción del sistema de incineración en la matriz de preferencias de tecnologías de tratamiento y es que, aunque OEFA y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) presentan directivas en el marco de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se mantiene presente la ausencia de obligatoriedad del tratamiento previo a su disposición final; lo cual limita en gran medida el aumento del interés por migrar hacia este tipo de tecnologías en el corto y mediano

plazo. Siendo así, de pronta necesidad, el aumento de recursos y fortalecimiento de capacidades por parte de estas autoridades y otras vinculadas a las consideraciones para lograr y potenciar las operaciones de incineración, garantizando que se cumpla de forma efectiva la normativa.

5.4.4. Programas de Capacitación y Difusión

Con base en los datos obtenidos es notable que, aunque existen conocimientos sobre el sistema de incineración por parte de los generadores, estos son superficiales y carecen de profundidad en relación a los beneficios que presenta la tecnología en la reducción del volumen, de la peligrosidad y de las áreas que se encuentran vulnerables por los residuos peligrosos. Motivo por el cual se requiere la presencia del Estado mediante la implementación de programas de difusión que puedan sensibilizar a los generadores para facilitar y fomentar la comprensión y aceptación de estos sistemas a fin de lograr una gestión efectiva de residuos.

5.4.5. Investigación y Desarrollo

Como un complemento de la difusión de información, esta medida se encuentra más enfocada en desarrollar y potenciar la investigación para la aplicación y desarrollo de tecnologías de incineración que sea más eficientes e impliquen menores costos de instalación, operativos, mantenimiento y otros; garantizando que, de forma paralela, se puedan proponer e implementar prácticas que mitiguen impactos ambientales o sociales por el empleo de la tecnología.

5.4.6. Waste to Energy

El concepto de Waste to Energy (WtE) implica la transformación de residuos mediante el proceso de incineración para generar electricidad, calor o combustible. Este enfoque no solo reduce el volumen de residuos destinados a rellenos sanitarios, de seguridad o, en el peor de los casos, a botaderos, sino que también produce energía potencialmente aprovechable por el generador contribuyendo así a la independencia energética. La implementación de esta práctica requiere la adopción previa de tecnologías de tratamiento por incineración en la gestión de residuos y ofrece una solución que contribuye a la sostenibilidad, potencia el cumplimiento de las normativas y estándares ambientales, reduce emisiones contaminantes y con ello logra la reducción de la huella ambiental de las empresas.

5.5. Revisión por pares

Los resultados expuestos en este capítulo fueron sometidos a un riguroso proceso de revisión por parte de expertos, quienes destacan como especialistas en temas ambientales y de gestión de residuos sólidos, con vasta experiencia y conocimiento en el sector.

Entre las principales sugerencias aportadas, se subrayó la importancia de complementar y detallar a mayor detalle el contenido de las entrevistas realizadas a los generadores de residuos, con el objetivo de obtener un mayor nivel de precisión respecto a sus preferencias sobre el uso de tecnologías de evaluación. Asimismo, los revisores señalaron que un período de estudio mayor habría incrementado el valor de la investigación, permitiendo un análisis más profundo de los resultados. Además, coincidieron en que el factor costo representa la mayor limitante para la incorporación del sistema de incineración en la gestión de residuos dentro de las empresas.

En respuesta a las observaciones recibidas, se realizó un ajuste en la interpretación de los datos provenientes de las entrevistas, ampliando y profundizando la información

disponible. Sin embargo, la extensión del período de evaluación no fue posible debido a la limitada disponibilidad de información accesible.

De este modo, atendiendo a las sugerencias y comentarios de los revisores, se realizaron modificaciones a los resultados con el fin de mejorar la validez del estudio y fortalecer las conclusiones presentadas.

VI. Discusión de resultados

A nivel nacional, según el OEFA (2024), a través de su Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA), se ha identificado la presencia de 57,210.12 hectáreas de áreas degradadas por residuos sólidos no municipales. Esta cifra subraya una problemática ambiental significativa que afecta gravemente la calidad del entorno natural. La situación demanda con urgencia alternativas en la gestión de residuos que promuevan la sostenibilidad desde su origen, ya que los generadores de estos residuos son los principales responsables de los daños observados.

La identificación de empresas generadoras de residuos sólidos peligrosos en la zona norte de Perú proporcionó un panorama claro sobre la cantidad de residuos generados y las entidades encargadas de su tratamiento mediante terciarización con empresas operadoras de residuos sólidos (EO-RS) debidamente registradas y autorizadas. Según datos del SIGERSOL No Municipal (2023), la generación de residuos peligrosos en los departamentos estudiados y los sectores evaluados ascendió a 136,691.16 toneladas en el periodo 2020-2022. En contraste, la cantidad de residuos tratados en todo el territorio peruano y reportados en la base de datos de las EO-RS fue de apenas 6,240.07 toneladas para el mismo periodo.

Estas cifras revelan una desproporción alarmante: los residuos tratados en Perú representan solo el 4.57% de los residuos sólidos peligrosos generados en los departamentos de la zona norte del país. Este desbalance evidencia la insuficiencia de las capacidades actuales de tratamiento de residuos en comparación con la magnitud de la generación de residuos peligrosos, subrayando la necesidad de mejorar la infraestructura y las políticas de gestión de residuos para abordar efectivamente esta problemática ambiental crítica.

Según el informe de SIGERSOL No Municipal (2023), de las 158 empresas generadoras de residuos situadas en el área de estudio y clasificadas como de mediano o gran

tamaño (considerando la cantidad de trabajadores), solo tres reportaron el uso del sistema de incineración durante el periodo 2020-2022. Esta situación refleja una débil adopción de esta tecnología, como ya lo señalaba Cruzado (2019). En comparación con otros países de la región, Perú ha mostrado una lenta incorporación del sistema de incineración en la gestión de residuos empresariales. A pesar de que los beneficios de esta tecnología son atractivos en términos de eficiencia y operatividad, las consideraciones económicas parecen ser un obstáculo significativo para su adopción.

En contraste, los registros del SIGERSOL No Municipal (2023) indican que, en la zona de estudio, la EO-RS Corporación Medioambiental AMPCO – Perú S.A.C. lidera el sector, trabajando con el 22% del total de empresas generadoras identificadas que contratan servicios de tratamiento de residuos. Esta empresa se especializa en el tratamiento de aceites usados y combustibles contaminados, lo cual le permite tener presencia en sectores diversos como el minero, industrial, energético, entre otros.

La limitada adopción del sistema de incineración por parte de las empresas generadoras de residuos se corrobora con los resultados de las encuestas realizadas. Más del 50% de los encuestados respondieron negativamente cuando se les preguntó si estarían dispuestos a adoptar el sistema de incineración. Posteriormente, al ser interrogados sobre las barreras que impedían la adopción de esta tecnología, la mayoría señaló que las consideraciones económicas eran el factor más significativo. Además, aunque en menor medida, algunos encuestados también mencionaron la contaminación y la fiscalización ambiental por parte de las autoridades competentes como barreras adicionales.

Estas observaciones destacan la necesidad de abordar tanto los aspectos económicos como los ambientales para fomentar una mayor adopción de tecnologías de tratamiento de residuos más avanzadas y sostenibles. La promoción de incentivos económicos y la implementación de políticas que reduzcan las barreras financieras podrían ser claves para mejorar la gestión de residuos en el país.

El factor económico se destaca como el motivo de mayor interés para el grupo de encuestados, debido a la clara percepción del aumento en el presupuesto que implicaría la incorporación de la tecnología de incineración. Esta opción no resulta competitiva en comparación con el manejo tradicional mediante la disposición en rellenos de seguridad. Por ejemplo, la EO-RS Petramás S.A.C. (2019) proporciona una lista de tarifas para la disposición de cada tipo de residuo sólido, variando según los niveles de peligrosidad y la complejidad del tratamiento previo de inertización. Comparativamente, estos costos pueden ser hasta la mitad o incluso menores que las tarifas asociadas con el uso de la tecnología de incineración.

Además, la evaluación de las preferencias de los generadores de residuos reveló amenazas externas que dificultan la incorporación de la tecnología y generan preocupaciones significativas para las empresas. La débil supervisión y fiscalización por parte del OEFA, que tiene la responsabilidad de regular la gestión de residuos sólidos, se asocia a un marco normativo insuficiente relacionado con el tratamiento de residuos. Según el D.S. 014-2017-MINAM, reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el tratamiento de residuos se rige por normas emitidas por la autoridad competente y se asocia a las características de los residuos. No obstante, el artículo 62 del mismo dispositivo legal trata de manera superficial las consideraciones técnicas y operativas del proceso de incineración.

Esta falta de solidez normativa impide establecer un estándar o referente claro para el desarrollo de estas operaciones en el país, haciendo necesaria una modificación de la norma que garantice la correcta operatividad por parte de las EO-RS y una supervisión efectiva.

Finalmente, bajo un enfoque similar y considerando las opiniones de diversos actores, se evidencia la importancia crucial de la presencia del Estado para lograr una incorporación efectiva del sistema de tratamiento por incineración. Las respuestas de los encuestados y entrevistados indican que, aunque existe conocimiento sobre el

sistema de incineración, este suele ser general y carece de profundidad respecto a los beneficios específicos, como la reducción del volumen de residuos, la mitigación de áreas degradadas y la disminución de la patogenicidad de los mismos.

En este sentido, se identifica como una estrategia imperativa la implementación de programas de difusión para aumentar la comprensión y la aceptación de estos sistemas.

Promover una mayor educación y sensibilización sobre los beneficios de la incineración podría facilitar su adopción y contribuir significativamente a una gestión de residuos más efectiva y sostenible en el país.

VII. Conclusiones

- El análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para reducir el riesgo ambiental en el norte del Perú revela que existen limitaciones para la incorporación y aceptación de la tecnología de tratamiento en la gestión interna de residuos para las empresas generadoras, lo cual se plasma en que para el periodo 2020 – 2022 únicamente tres empresas generadoras habrían reportado el empleo del servicio proporcionado por una EO-RS. Siendo la Compañía Minera Antamina S.A. quien tendría la cifra más elevada de residuos tratados ascendiendo hasta 2,570.00kg en 2020, lo cual se asocia a una débil inserción del tratamiento de residuos por incineración, aunque este pueda reducir de forma eficiente la patogenicidad que representan estos tipos de residuos y el volumen que existe de ellos.
- La tecnología de tratamiento preferida por cada sector varía según los residuos generados. En el **sector pesquero**, predomina el uso de tratamientos fisicoquímicos y rellenos de seguridad debido a la naturaleza orgánica y química de los residuos, y a los costos relativamente bajos de estos métodos. En el **sector minero**, se emplea principalmente la estabilización/inertización y los rellenos de seguridad para manejar residuos tóxicos y metales pesados, debido a su eficacia y menor costo en comparación con la incineración, que se utiliza en muy menores proporciones. El **sector de hidrocarburos** ocasionalmente utiliza la incineración para tratar residuos extremadamente peligrosos y difíciles de manejar, aunque prevalecen los tratamientos fisicoquímicos y rellenos de seguridad por su menor costo. En el **sector agrario**, predomina el uso de rellenos de seguridad y compostaje, dado que muchos residuos son de naturaleza orgánica, además de la simplicidad y bajo costo de estos métodos; en ocasiones se considera tratar aceites. Finalmente, en el **sector de alimentos y bebidas**, aunque hay escasez de datos, las encuestas indican una

preferencia hacia el empleo de tratamientos de residuos oleosos y orgánicos mediante métodos fisicoquímicos.

- El análisis identificó diversos factores que limitan la adopción de la incineración como tecnología de tratamiento de residuos sólidos peligrosos por parte de los generadores. En primer lugar, los **costos elevados** de la incineración, que son significativamente más altos en comparación con otros métodos, desalientan a las empresas a adoptarla. Además, existen **preocupaciones ambientales y de salud** debido a las emisiones y los posibles impactos asociados con este método, lo que también actúa como una barrera significativa. Un **débil marco normativo** contribuye a esta situación, ya que la legislación actual no ofrece directrices claras y robustas para la implementación y operación de sistemas de incineración, generando incertidumbre y desincentivando la inversión. Por último, la **supervisión y fiscalización insuficientes** por parte de las autoridades competentes reducen la confianza de las empresas en el cumplimiento de normativas y estándares.
- Para fomentar la adopción del sistema de incineración, se proponen varias medidas. En primer lugar, implementar **incentivos económicos** como subsidios, reducciones fiscales y otros mecanismos para reducir los costos asociados a este método. Asimismo, es crucial una **revisión y fortalecimiento normativo**, que desarrolle un marco legal claro y robusto con estándares específicos para la incineración, garantizando su correcta implementación y operación. También se plantea el **fortalecimiento de la supervisión y fiscalización**, aumentando los recursos y capacidades de las autoridades para asegurar el cumplimiento de las normativas. Además, es necesario implementar **programas de capacitación y difusión** para mejorar el conocimiento y la comprensión de los beneficios y operatividad de la incineración entre las empresas generadoras de residuos. Finalmente, se propone incentivar la **investigación y desarrollo** de tecnologías de incineración más eficientes y menos costosas, así como promover prácticas que mitiguen los impactos ambientales y de salud.

VIII. Recomendaciones

- Se recomienda que los generadores de residuos peligrosos y los organismos del Estado tomen en consideración las medidas propuestas en la investigación a fin de fortalecer la realización del tratamiento de residuos en el territorio peruano, garantizando un correcto funcionamiento por parte de la tecnología empleada y satisfaciendo las necesidades de los generadores que la requieren.
- Se aconseja que los organismos del Estado, según las competencias que tengan, asuman de forma óptima las responsabilidades a cabalidad en relación a la fiscalización y supervisión del proceso de incineración de residuos, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de una normativa actualizada y específica enfocada en la sostenibilidad.
- Se sugiere que la presente investigación actúe como un antecedente para proyectos o programas ejecutados por el Estado, los cuales se enfoquen en la promoción de tecnologías de tratamiento de residuos haciendo énfasis en el sistema de incineración y su adopción gradual por parte de los generadores.

IX. Referencias Bibliográficas

- Arana, M. (2009). *El caso del derrame de mercurio en Choropampa y los daños a la salud en la población rural expuesta*. Obtenido de Rev Perú Med Exp Salud Pública: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n1/a19v26n1.pdf>
- Arellano, J., & Vargas, K. (2022). *Determinación de Residuos Sólidos Peligrosos y la Calidad del Suelo en el Botadero del Distrito de Los Órganos - Talara - Piura*. Obtenido de Repositorio UCV: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/92130/Arellano_MJM-Vargas_JK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*.
- Barrera, P., Barrantes, Y., & Durango, J. (2017). *Estudio de factibilidad de la incineración como alternativa para el tratamiento de residuos*. Obtenido de Universidad Minuto de Dios: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5579/1/TEGP_BarreraRam%203%20adrezPaulaAndrea_2017.pdf
- Cardenal, C. (2020). *Diseño de una planta de incineración de residuos sólidos urbanos para las comarcas de l'Alcoià y el Comtat*. Obtenido de Universitat Politècnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/154574/Cardenal%20-%20Dise%20de%20una%20planta%20de%20incineraci%20de%20residuos%20s%20lidos%20urbanos%20para%20las%20comarcas%20de%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carlos, I., Quiroga, F., Padnilla, E., Jaimes, E., & Castedo, A. (2024). *Incineración de residuos sólidos urbanos como solución energética-ambiental en Santa Cruz*. Obtenido de <https://www.updsinvestiga.com/index.php/3i/article/view/85/41>
- Carrasco, A., & Rodríguez, E. (2022). *Incineración de residuos peligrosos. Revisión sistemática 2022*. Obtenido de Repositorio UCV:

- https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/99413/Carrasco_CALDLA-Rodriguez_MEK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Casanova, J. (2020). *Establecimiento del Proceso de Disposición de Residuos Sólidos y Peligrosos en una empresa que presta servicios para el Tratamiento Químico en el Sector Petrolero*. Obtenido de <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7967/1/705807-2020-III-GA.pdf>
- CENEPRED. (s.f.). Glosario de términos. Dirección de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación.
- Cervantes, S. (2019). *Análisis Comparativo del Manejo de los Residuos Sólidos Peligrosos Biológico Infecciosos generados en el Sector Salud de Países Latinoamericanos*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Morelos: <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2267/SIMOCA01T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruzado, E. (2019). *Evaluación del proceso de incineración de residuos sólidos hospitalarios peligrosos de la provincia de Lima*. Obtenido de Universidad Nacional Federico Villarreal: <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3957/CRUZADO%20PERICHE%20ERIKA%20-%20TITULO%20PROFESIONAL%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Decreto Legislativo 1278. (23 de Diciembre de 2016). *Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. El Peruano. No 6074732.
- Decreto Legislativo N° 1278. (23 de Diciembre de 2016). Decreto que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El Peruano.
- Díaz, J. (2021). Análisis técnico-económico de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos para la generación de energía eléctrica en la región Lambayeque utilizando recuperación de calor. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

- Gómez, J., & Mladinado, M. (2020). Optimización de la Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos generados por haciendas agropecuarias de tres parroquias del Cantón Mejía. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Guachi, J. (2024). *Plan de Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos en la empresa LIWI Medical Care Footwear*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/40896/1/t2497ind.pdf>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (1 de Julio de 2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales ,participativas, y de investigación-acción)*. Obtenido de Recimundo.
- Huiman, A. (2016). Estrategias aplicadas en el cierre de 30 vertederos en Perú. *Residuos Sólidos*. San José, Costa Rica: World Resources Forum (WRF).
- Inga, S., & Vega, P. (2021). *Revisión Bibliográfica: Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos en Sudamérica*. Obtenido de Repositorio UCV: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75457/Inga_ESH_E_Vega_APC-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Llivichuzca, D. (2021). *Estudio de la factibilidad de la incineración como alternativa para el tratamiento de desechos sólidos no peligrosos urbanos*. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/927c6086-a232-4c49-9c8e-ae4ba9531c99/content>
- Ministerio de Ambiente. (2020-2022). Base de datos del Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos No Municipal (SIGERSOL No Municipal) [Declaraciones anuales sobre Minimización de Gestión de Residuos Sólidos e Informes de Operador de Residuos Sólidos].
- NTS 2010 - MINSA/DIGESA. (17 de Noviembre de 2010). Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo a nivel Nacional. El Peruano.
- ONU. (2024). *Beyond an age of waste*. Obtenido de UNO Environment Programme: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global_waste_m

anagement_outlook_2024.pdf?sequence=3<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/201141/Velazquez%20-%20Instalaciones%20de%20incineracion%20de%20residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Oquendo, V. (2023). *Medellín, Plan de adopción tecnológica de un sistema "Waste to Energy" como alternativa sostenible en el tratamiento de residuos sólidos urbanos aplicable a Medellín*. Obtenido de https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5995/VictorMario_OquendoCorrea_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2024). Resolución N° 00008-2024-OEFA/DSIS. Lima: 29 de febrero de 2024.

Pueblo, E. (26 de Diciembre de 2023). Hospitales Goyeneche y Honorio generan 95 toneladas de basura contaminada. *El Pueblo*.

Romero, A. (s.f.). *Incineración de Residuos Sólidos Urbanos*. Obtenido de Facultad de CC. Químicas. Universidad Complutense de Madrid: https://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio_Sostenible/dokumentuak/20100902171833440_C2-327.pdf?hash=cb555d2c0fe717d8a7a0a37597937e17

Segura, Á., Rojas, L., & Pulido, Y. (2020). *Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos*. Obtenido de Revista Espacios: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

UNIDO. (2023). Informe sobre el desarrollo industrial 2024. Convertir los desafíos en soluciones sostenibles.

UTD Suzano. (1 de Noviembre de 2023). *Incineración de residuos: el camino sostenible hacia una gestión eficiente*. Obtenido de UTD Suzano: <https://utdsuzano.com.br/es/incineracion-de-residuos-el-camino-sostenible-hacia-una-gestion-eficiente/>

- Vega, C. (2019). *Estudio comparativo económico y medioambiental de la gestión de RSU en vertedero e incineración*. Obtenido de Dep. de Ingeniería Química y Ambiental - Universidad de Sevilla:
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/101403/TFG2566%20VEGA%20ALONSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velázquez, B. (2022). *Instalaciones de Incineración de Residuos Sólidos*. Obtenido de Universitat Politècnica de Valencia:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/201141/Velazquez%20-%20Instalaciones%20de%20incineracion%20de%20residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vera, E. (28 de Abril de 2020). Coronavirus en Perú: la crisis de un hospital saturado de pacientes, basura y residuos infecciosos. *El Comercio*.

Anexo N° 01: Encuesta

Anexo N° 01: Diseño de encuesta

Encuesta de percepción del empleo del sistema de incineración

Tesis: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú

I. Datos generales	
Razón social de la empresa:	RUC:
Responsable del llenado de la encuesta:	
Cargo:	
Fecha:	

II. Conocimiento y opinión	
2.1. ¿Está familiarizado con el concepto de incineración como método de tratamiento de residuos peligrosos?	
1. Sí	2. No
2.2. ¿Con qué EO-RS disponen sus residuos?	
Explique:	
2.3. ¿Por qué trasladan sus residuos a aquella infraestructura de disposición?	
Explique:	
2.4. ¿Estaría dispuesto a emplear el sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos?	
1. Sí	2. No
3. Probablemente	4. Ya se emplea
2.5. ¿Su empresa presenta limitantes para usar la tecnología de incineración?	
1. Sí	2. No
Explique cuáles:	
2.6. ¿Cuáles son sus preocupaciones asociadas al tratamiento de residuos peligrosos mediante incineración?	
Explique:	
2.7. Si no está interesado en el tratamiento por incineración ¿qué otra tecnología desea usar?	
Explique	
2.8. ¿Estaría dispuesto a pagar más por el servicio de incineración en comparación a la disposición tradicional en relleno de seguridad?	
1. Sí	2. No
3. Probablemente	4. Ya se emplea
2.9. ¿Cuál sería un precio razonable que estaría dispuesto a pagar por el servicio?	
1. Más de S/ 3000	2. Entre S/ 2000 a S/ 3000
3. Entre S/ 1000 a S/ 2000	4. Menos de S/ 1000
5. Ninguno	

Anexo N° 02: Validación de expertos

Anexo N°02: Validación de instrumentos – Juicio de Expertos

Carta de presentación

Ingeniera:

Carolina Barrera Pacherre

Presente:

Asunto: Validación de instrumentos a través de Juicios de Expertos

Es grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y mediante la presente hacer de su conocimiento que siendo bachiller de Ingeniería Ambiental requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré por el grado de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es: “Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.” Y siendo imprescindible contar con la aprobación de especialistas en el área he considerado conveniente recurrir a usted ante su connotada experiencia como **especialista en gestión de residuos sólidos**

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente

Atentamente,



Cesar Retuerto Malpartida

DNI: 77532730

Validación de expertos - Encuestas

Trabajo de investigación: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertinencia del ítem dentro de la categoría teórica donde fue colocado.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Concordancia: Este grado de concordancia debe reflejar su posición con respecto a la redacción y nivel de comprensión de cada ítem presentado para las 5 categorías.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Observación: colocar la observación concreta con relación a lo solicitado previamente o con relación a algún otro aspecto del ítem que considere relevante según su opinión.

Nº	Ítems (preguntas)	Pertinencia	Concordancia	Observación
1	¿Está familiarizado con el concepto de incineración como método de tratamiento de residuos peligrosos?	4	4	
2	¿Con qué EO-RS disponen sus residuos?	4	4	
3	¿Por qué trasladan sus residuos a aquella infraestructura de disposición?	5	5	
4	¿Estaría dispuesto a emplear el sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos?	5	5	
5	¿Su empresa presenta limitantes para usar la tecnología de incineración?	5	5	
6	¿Cuáles son sus preocupaciones asociadas al tratamiento de residuos peligrosos mediante incineración?	4	4	
7	Si no está interesado en el tratamiento por incineración ¿qué otra tecnología desea usar?	5	5	
8	¿Estaría dispuesto a pagar más por el servicio de incineración en comparación a la disposición tradicional en relleno de seguridad?	5	5	
9	¿Cuál sería un precio razonable que estaría dispuesto a pagar por el servicio?	5	5	



CAROLINA YESSENIA
BARRERA PACHERRE
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 173746

Ing. Carolina Barrera Pacherre

DNI: 46130062

Validación de expertos - Entrevistas

Trabajo de investigación: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertinencia del ítem dentro de la categoría teórica donde fue colocado.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Concordancia: Este grado de concordancia debe reflejar su posición con respecto a la redacción y nivel de comprensión de cada ítem presentado para las 5 categorías.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Observación: colocar la observación concreta con relación a lo solicitado previamente o con relación a algún otro aspecto del ítem que considere relevante según su opinión.

Nº	Ítems (preguntas)	Pertinencia	Concordancia	Observación
1	¿Cómo sienten el servicio de disposición de residuos que le brindan a su empresa?	4	4	
2	¿Cómo evalúan la implementación del de la tecnología de incineración?	5	5	
3	¿Qué criterios emplean para determinar las preferencias en el empleo de su tecnología de tratamiento?	5	5	
4	¿Cómo perciben la inversión en el método de incineración?	4	4	
5	¿Dentro de la empresa se han implementado metas alineadas a la práctica de tratamiento de residuos sólidos mediante incineración?	4	4	
6	¿Han recibido algún tipo de supervisión por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental por el tratamiento de sus residuos sólidos?	4	4	
7	¿Cuál sería su razón principal para desistir de un sistema de incineración?	5	5	



CAROLINA YESSENIA
BARRERA PACHERRE
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 173746

Ing. Carolina Barrera Pacherre

DNI:46130062

Carta de presentación

Ingeniera:

Karina Huanca Flores

Presente:

Asunto: Validación de instrumentos a través de Juicios de Expertos

Es grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y mediante la presente hacer de su conocimiento que siendo bachiller de Ingeniería Ambiental requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré por el grado de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es: "Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú." Y siendo imprescindible contar con la aprobación de especialistas en el área he considerado conveniente recurrir a usted ante su connotada experiencia en temas de gestión de residuos sólidos

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente

Atentamente,



Cesar Retuerto Malpartida

DNI: 77532730

Validación de expertos - Encuestas

Trabajo de investigación: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertinencia del ítem dentro de la categoría teórica donde fue colocado.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Concordancia: Este grado de concordancia debe reflejar su posición con respecto a la redacción y nivel de comprensión de cada ítem presentado para las 5 categorías.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Observación: colocar la observación concreta con relación a lo solicitado previamente o con relación a algún otro aspecto del ítem que considere relevante según su opinión.

Nº	Ítems (preguntas)	Pertinencia	Concordancia	Observación
1	¿Está familiarizado con el concepto de incineración como método de tratamiento de residuos peligrosos?	4	4	
2	¿Con qué EO-RS disponen sus residuos?	5	5	
3	¿Por qué trasladan sus residuos a aquella infraestructura de disposición?	4	4	
4	¿Estaría dispuesto a emplear el sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos?	5	5	
5	¿Su empresa presenta limitantes para usar la tecnología de incineración?	5	5	
6	¿Cuáles son sus preocupaciones asociadas al tratamiento de residuos peligrosos mediante incineración?	5	4	
7	Si no está interesado en el tratamiento por incineración ¿qué otra tecnología desea usar?	5	5	
8	¿Estaría dispuesto a pagar más por el servicio de incineración en comparación a la disposición tradicional en relleno de seguridad?	5	5	
9	¿Cuál sería un precio razonable que estaría dispuesto a pagar por el servicio?	4	5	



Ing. Karina Huanca Flores
Especialista en Residuos Sólidos
DNI: 44036980

Validación de expertos - Entrevista

Trabajo de investigación: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertinencia del ítem dentro de la categoría teórica donde fue colocado.

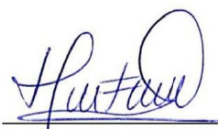
Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Concordancia: Este grado de concordancia debe reflejar su posición con respecto a la redacción y nivel de comprensión de cada ítem presentado para las 5 categorías.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Observación: colocar la observación concreta con relación a lo solicitado previamente o con relación a algún otro aspecto del ítem que considere relevante según su opinión.

Nº	Ítems (preguntas)	Pertinencia	Concordancia	Observación
1	¿Cómo sienten el servicio de disposición de residuos que le brindan a su empresa?	4	4	
2	¿Cómo evalúan la implementación del de la tecnología de incineración?	5	5	
3	¿Qué criterios emplean para determinar las preferencias en el empleo de su tecnología de tratamiento?	4	4	
4	¿Cómo perciben la inversión en el método de incineración?	4	4	
5	¿Dentro de la empresa se han implementado metas alineadas a la práctica de tratamiento de residuos sólidos mediante incineración?	5	5	
6	¿Han recibido algún tipo de supervisión por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental por el tratamiento de sus residuos sólidos?	5	5	
7	¿Cuál sería su razón principal para desistir de un sistema de incineración?	5	5	



Ing. Karina Huanca Flores

DNI: 44036980

Carta de presentación

Ingeniera:

María Elena Cieza Calderón

Presente:

Asunto: Validación de instrumentos a través de Juicios de Expertos

Es grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y mediante la presente hacer de su conocimiento que siendo bachiller de Ingeniería Ambiental requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré por el grado de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es: "Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú." Y siendo imprescindible contar con la aprobación de especialistas en el área he considerado conveniente recurrir a usted ante su connotada experiencia como **especialista en gestión de residuos sólidos**

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente

Atentamente,



Cesar Retuerto Malpartida

DNI: 77532730

Validación de expertos - Encuestas

Trabajo de investigación: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertinencia del ítem dentro de la categoría teórica donde fue colocado.

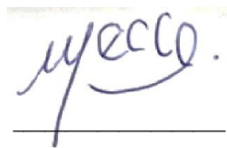
Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Concordancia: Este grado de concordancia debe reflejar su posición con respecto a la redacción y nivel de comprensión de cada ítem presentado para las 5 categorías.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concordo totalmente**.

Observación: colocar la observación concreta con relación a lo solicitado previamente o con relación a algún otro aspecto del ítem que considere relevante según su opinión.

Nº	Ítems (preguntas)	Pertinencia	Concordancia	Observación
1	¿Está familiarizado con el concepto de incineración como método de tratamiento de residuos peligrosos?	4	4	
2	¿Con qué EO-RS disponen sus residuos?	4	4	
3	¿Por qué trasladan sus residuos a aquella infraestructura de disposición?	5	5	
4	¿Estaría dispuesto a emplear el sistema de incineración como tecnología de tratamiento de residuos?	5	5	
5	¿Su empresa presenta limitantes para usar la tecnología de incineración?	5	5	
6	¿Cuáles son sus preocupaciones asociadas al tratamiento de residuos peligrosos mediante incineración?	4	4	
7	Si no está interesado en el tratamiento por incineración ¿qué otra tecnología desea usar?	5	5	
8	¿Estaría dispuesto a pagar más por el servicio de incineración en comparación a la disposición tradicional en relleno de seguridad?	5	5	
9	¿Cuál sería un precio razonable que estaría dispuesto a pagar por el servicio?	5	5	



Ing. María Elena Cieza Calderón

DNI: 45123106

Validación de expertos - Entrevistas

Trabajo de investigación: Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú.

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertenencia del ítem dentro de la categoría teórica donde fue colocado.

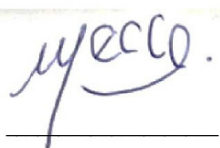
Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Concordancia: Este grado de concordancia debe reflejar su posición con respecto a la redacción y nivel de comprensión de cada ítem presentado para las 5 categorías.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Observación: colocar la observación concreta con relación a lo solicitado previamente o con relación a algún otro aspecto del ítem que considere relevante según su opinión.

Nº	Ítems (preguntas)	Pertinencia	Concordancia	Observación
1	¿Cómo sienten el servicio de disposición de residuos que le brindan a su empresa?	4	4	
2	¿Cómo evalúan la implementación del de la tecnología de incineración?	5	5	
3	¿Qué criterios emplean para determinar las preferencias en el empleo de su tecnología de tratamiento?	5	5	
4	¿Cómo perciben la inversión en el método de incineración?	4	4	
5	¿Dentro de la empresa se han implementado metas alineadas a la práctica de tratamiento de residuos sólidos mediante incineración?	4	4	
6	¿Han recibido algún tipo de supervisión por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental por el tratamiento de sus residuos sólidos?	4	4	
7	¿Cuál sería su razón principal para desistir de un sistema de incineración?	5	5	



Ing. María Elena Cieza Calderón

DNI: 45123106

Anexo N° 03: Validación de resultados

Anexo N°02: Validación de resultados – Revisión por pares

Revisión por pares – Resultados

1. **Título del trabajo revisado:** *Análisis del mercado de tratamiento de residuos sólidos peligrosos con incineración para disminuir el riesgo ambiental en el norte del Perú*

2. **Autor(es):** *Cesar Retuerto Malpartida*

3. **Revisor(es):**

- *Ing. Carolina Barrera Pacherre*
- *Ing. Karina Huanca Flores*
- *Ing. María Elena Cieza Calderón*

4. **Fecha de revisión:** *10/09/2024*

Comentarios Generales del Revisor

- **Calidad general del trabajo:** Los resultados presentan un orden claro y detallado en relación a las cantidades de generación y manejo. Sin embargo, el desarrollo de entrevistas podría tener mayor profundidad.
- **Originalidad y relevancia:** La investigación es original, pues es una tecnología de tratamiento poco empleada en esa zona del país y en general para todo el territorio peruano. Fortalece y promueve el empleo de tecnologías de tratamiento de residuos peligrosos, lo cual es de suma relevancia.

Evaluación de Secciones Específicas

1. **Identificación del tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en la zona norte del país**
 - Las cantidades de oferta y demanda son correctas, el periodo de evaluación para el desarrollo de la investigación también; sin embargo, hubiera sido más atractivo ampliar la cantidad de años a fin de evaluar más cantidades y quizá más generadores.
 2. **Características de la preferencia en el uso de tecnologías de tratamiento por sectores**
 - En cuanto a las encuestas las preguntas son correctas al igual que su interpretación, las entrevistas muestran un análisis más simplificado y que podría extenderse según las preguntas que se han realizado. Sin embargo, es correcto
 3. **Factores que limitan la incorporación de la incineración para el tratamiento de residuos**
 - Se han identificado correctamente los factores más relevantes para la investigación
 4. **Medidas que incrementarían el uso del sistema de incineración como tratamiento de residuos**
 - Son correctas y potencialmente aplicables las medidas de incremento de uso
-

Evaluación General

Instrucciones al profesional que se solicita la revisión.

Por favor, bajo la consideración de su conocimiento y experiencia en el tema de estudio correspondiente al instrumento que se presenta se le solicita validar los ítems abajo mencionados

Seguir los siguientes criterios:

Originalidad: Este grado de originalidad debe reflejar su posición con respecto a la autenticidad y novedad del ítem y su contenido desarrollado

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Pertinencia: Este grado de pertinencia debe reflejar su posición con relación a la pertenencia del apartado de resultado dentro de todo el capítulo donde fue desarrollado.

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Claridad: Este grado de claridad debe reflejar su posición con respecto a la redacción y orden de cada apartado que facilite el nivel de comprensión del capítulo de resultados

Colocar un número del 1 al 5 para cada ítem, donde 1 es **discrepo totalmente** y 5 es **concuerso totalmente**.

Experto 1:

Sección específica	Originalidad	Pertinencia	Claridad	Observaciones
Identificación del tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en la zona norte del país	5	5	4	-
Características de la preferencia en el uso de tecnologías de tratamiento por sectores	5	5	3.5	Desarrollar más el análisis de entrevistados
Factores que limitan la incorporación de la incineración para el tratamiento de residuos	4	5	5	-
Medidas que incrementarían el uso del sistema de incineración como tratamiento de residuos	4	5	5	-

Experto 2:

Sección específica	Originalidad	Pertinencia	Claridad	Observaciones
Identificación del tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en la zona norte del país	5	5	5	-

Características de la preferencia en el uso de tecnologías de tratamiento por sectores	5	5	4	-
Factores que limitan la incorporación de la incineración para el tratamiento de residuos	5	5	5	-
Medidas que incrementarían el uso del sistema de incineración como tratamiento de residuos	5	4	4	-

Experto 3:

Sección específica	Originalidad	Pertinencia	Claridad	Observaciones
Identificación del tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos peligrosos en la zona norte del país	5	5	5	Está bien, pero evaluar más años pudo ayudar también
Características de la preferencia en el uso de tecnologías de tratamiento por sectores	3.5	5	5	-
Factores que limitan la incorporación de la incineración para el tratamiento de residuos	4.5	5	4.5	-
Medidas que incrementarían el uso del sistema de incineración como tratamiento de residuos	5	5	5	-

• **Recomendación final:**

Especialista	Aceptar sin cambios	Aceptar con cambios menores	Aceptar con cambios mayores	Rechazar
Ing. Carolina Barrera Pacherre		x		
Ing. Karina Huanca Flores		x		
Ing. María Elena Cieza Calderón		x		



CAROLINA YESSÉNIA
BARRERA PACHERRE
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 173746

Ing. Carolina Barrera Pacherre
DNI: 46130062



Ing. Karina Huanca Flores
DNI: 44036980



Ing. María Elena Cieza Calderón
DNI: 45123106