



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

Gestión de residuos peligrosos y control de la contaminación, producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco, 2021

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias
Ambientales con mención en Desarrollo Sustentable en Minería y
Recursos Energéticos

AUTOR

Andres TICONA SALAZAR

ASESOR

Dr. José Raúl LÓPEZ KOHLER

Lima, Perú

2026



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

Ticona, A. (2026). *Gestión de residuos peligrosos y control de la contaminación, producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco, 2021*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Andres Ticona Salazar
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07347762
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-5206-9336
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	José Raúl López Kohler
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	21079898
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4202-5292
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Del Valle Jurado
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10266187
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luis Miguel Soto Juscamayta
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	70229130
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Johnny Henry Ccatamayo Barrios
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	20118077
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Manuel Edmundo Salazar Campos
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	07550542
Datos de investigación	
Línea de investigación	Gestión de recursos mineros y energéticos, Gestión ambiental de actividades minero energéticos
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Cuzco Provincia: La Convención Distrito: ----- Centro poblado: ----- Latitud: 12.86° S Longitud: 72.69° W
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024 - 2026
URL de disciplinas OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.07.01



Acta de Sustentación de Tesis

Sustentación Pública

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, a los catorce días del mes de agosto del año 2026, siendo las 17:00 horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000373-2026-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 30 de julio de 2026, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

Título

«GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN, PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD DE EMPRESAS GASÍFERAS EN LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN – CUSCO, 2021»

Que, presenta el Bach. **ANDRES TICONA SALAZAR**, para optar el grado académico de **MAGISTER en CIENCIAS AMBIENTALES** con mención en **DESARROLLO SUSTENTABLE EN MINERÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente digital N° F16A1-20240000699 del 19 de setiembre de 2024, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el **Reglamento General de Estudios de Posgrado**, aprobado con Resolución Rectoral N° 01153-CR-00 del 02 de febrero de 2000.

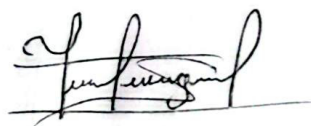
Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente en conformidad al Art. 66 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Muy bueno (17)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el grado académico de **MAGISTER en CIENCIAS AMBIENTALES** con mención en **DESARROLLO SUSTENTABLE EN MINERÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS** al Bach. **ANDRES TICONA SALAZAR**.

Siendo las 18:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. CARLOS DEL VALLE JURADO
Presidente


MG. LUIS MIGUEL SOTO JUSCAMAYTA
Secretario


DR. JOHNNY HENRRY CCATAMAYO BARRIOS
Miembro


MG. MANUEL EDMUNDO SALAZAR CAMPOS
Miembro


DR. JOSÉ RAÚL LÓPEZ KOHLER
Asesor



Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **JOSÉ RAÚL LÓPEZ KOHLER** en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen Nº 000324-2024-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es «**GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN, PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD DE EMPRESAS GASÍFERAS EN LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN — CUSCO, 2021**», presentado por el Bach. **ANDRES TICONA SALAZAR** para optar el grado académico de **MAGISTER EN CIENCIAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE EN MINERÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS**, 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 la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **15%** 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 académico de **MAGISTER EN CIENCIAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE EN MINERÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS**.

Lima, 10 de julio del 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: José Raúl López Kohler
DNI: 21079898

** Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad
La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.*

DEDICATORIA

A mis padres, Román y Judith

A mi esposa Janette

AGRADECIMIENTO

A San Marcos, mi alma mater

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Página de APROBACIÓN DE LA TESIS	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
Resumen.....	XI
Abstract.....	XII

Capítulo I

Introducción

1.1. Situación problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación de la investigación	3
1.3.1. Justificación teórica.....	3
1.3.2. Justificación práctica	4
1.4. Objetivos de la investigación	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis de investigación	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
1.5.2. Hipótesis específicas	5
1.5.3. Matriz de consistencia	7

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes del estudio.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	11
2.2. Bases teóricas	14
2.2.1. Residuos peligrosos.....	14
2.2.1.1. <i>Introducción a los residuos peligrosos</i>	14
2.2.1.2. <i>Definición y clasificación de residuos peligrosos</i>	15

2.2.1.3.	<i>Tecnologías de tratamiento y disposición final</i>	16
2.2.1.4.	<i>Innovaciones en el manejo de residuos peligrosos</i>	17
2.2.1.5.	<i>Riesgos laborales y medidas de seguridad</i>	18
2.2.1.6.	<i>Impacto ambiental e impacto para la salud humana</i>	19
2.2.1.7.	<i>Efectos en ecosistemas y biodiversidad</i>	20
2.2.2.	Control de la contaminación.....	21
2.2.2.1.	<i>Fuentes y tipos de contaminantes</i>	22
2.2.2.2.	<i>Tecnologías de control de la contaminación: principios y aplicaciones</i>	23
2.2.2.3.	<i>Control de la contaminación en la industria</i>	24
2.2.2.4.	<i>Impacto económico y social del control de la contaminación</i>	25
2.2.2.5.	<i>Innovaciones y tendencias futuras en el control de la contaminación</i> ...	26
2.2.3.	Introducción a las actividades gasíferas	27
2.2.3.1.	<i>Definición y alcance de las actividades gasíferas</i>	28
2.2.4.	Impacto ambiental de las actividades gasíferas.....	29
2.2.4.1.	<i>Emisiones contaminantes en la industria gasífera</i>	30
2.2.4.2.	<i>Tecnologías y prácticas para el control de contaminación en actividades gasíferas</i> 31	
2.2.4.3.	<i>Casos de estudio y buenas prácticas en el control de contaminación</i> ...	32
2.2.4.4.	<i>Evaluación de impacto ambiental en proyectos gasíferos</i>	33
2.2.4.5.	<i>Metodologías y herramientas de evaluación</i>	34
2.2.4.6.	<i>Participación comunitaria y consulta pública en proyectos gasíferos</i>	35
2.2.4.7.	<i>Gestión de residuos en la industria gasífera</i>	36
2.2.4.8.	<i>Estrategias de mitigación de impactos ambientales en actividades gasíferas</i> 36	
2.2.4.9.	<i>Enfoques para la compensación de impactos negativos</i>	38
2.3.	Marco conceptual	39

Capítulo III

Marco metodológico

3.1.	Tipo y diseño de investigación	41
3.1.1.	Tipo de investigación	41
3.1.2.	Diseño de investigación.....	43
3.2.	Variables de estudio.....	43
3.2.1.	Variable independiente.....	43
3.2.2.	Variable dependiente.....	44
3.2.3.	Matriz de operacionalización de variables.....	46
3.3.	Unidad de análisis	47

3.4.	Población y muestra.....	47
3.4.1.	Población.....	47
3.4.2.	Muestra.....	47
3.4.3.	Muestreo.....	48
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5.1.	Técnicas.....	49
3.5.2.	Instrumentos.....	51
3.6.	Análisis e interpretación de la información.....	52

Capítulo IV

Análisis, discusión y resultados obtenidos

4.1.	Resultados obtenidos.....	54
4.1.1.	Situación del estudio.....	54
4.1.1.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	54
4.1.1.2.	<i>Pozos de gas</i>	58
4.1.2.	Caracterización de residuos peligrosos.....	61
4.1.2.1.	<i>Residuos no peligrosos</i>	61
4.1.2.2.	<i>Residuos peligrosos</i>	63
4.1.3.	Encuesta de gestión de residuos peligrosos.....	65
4.1.4.	Evaluación del control de contaminación.....	73
4.2.	Discusión.....	75
4.3.	Comprobación de la hipótesis.....	82
	Conclusiones.....	LXXVI
	Recomendaciones.....	LXXVIII
	Referencias bibliográficas.....	LXXIX
	Anexos.....	LXXXIII
	I. CUESTIONARIO.....	LXXXIII
	II. AREAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	LXXXIII
	III. RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS.....	LXXXIII
	IV. UBICACIÓN DE YACIMIENTOS DE GAS NATURAL.....	LXXXIII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	7
<i>Matriz de consistencia</i>	7
Tabla 2	46
<i>Matriz de operacionalización</i>	46
Tabla 3	58
<i>Pozos en la Locación San Martín:</i>	58
Tabla 4	59
<i>Pozos en la Locación Cashiriari</i>	59
Tabla 5	60
<i>Población en las Actividades gasíferas</i>	60
Tabla 6	61
<i>Residuos generados por mes</i>	61
Tabla 7	62
<i>Caracterización de residuos sólidos no peligrosos</i>	62
Tabla 8	64
<i>Caracterización de residuos peligrosos</i>	64
Tabla 9	65
<i>Conocimiento de residuos peligrosos</i>	65
Tabla 10	66
<i>Conocimiento del riesgo de los residuos peligrosos</i>	66
Tabla 11	67
<i>Señalización relacionada con los residuos peligrosos</i>	67
Tabla 12	68
<i>Capacitación relacionada con los residuos peligrosos</i>	68
Tabla 13	69
<i>Condición segura de los residuos peligrosos</i>	69
Tabla 14	70
<i>Daños provocados por los residuos peligrosos</i>	70
Tabla 15	71
<i>Evidencia de confinamiento de los residuos peligrosos</i>	71
Tabla 16	72
<i>Recuperación de daños causados por los residuos peligrosos</i>	72
Tabla 17	74
<i>Evaluación del control de contaminación</i>	74

Tabla 18.....	82
<i>Evaluación de la encuesta a la apreciación de los trabajadores</i>	<i>82</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa con la distribución de los lotes gasíferos.....	55
Figura 2. Recorrido dual del Gasoducto de Camisea.....	57
Figura 3. Recorrido del Gasoducto del Sur.	57
Figura 4. Población de trabajadores por meses en las actividades gasíferas.	60
Figura 5. Generación de residuos sólidos por mes.	62
Figura 6. Caracterización de residuos sólidos no peligrosos.	63
Figura 7. Generación promedio de residuos peligrosos.	64
Figura 8. Conocimiento de Residuos Peligrosos.	66
Figura 9. Conocimiento de Riesgos que representan los residuos peligrosos.	67
Figura 10. Señalización sobre los residuos peligrosos.	68
Figura 11. Capacitación relacionada con los residuos peligrosos.	69
Figura 12. Condición segura de los residuos peligrosos.	70
Figura 13. Daños provocados por los residuos peligrosos.	71
Figura 14. Evidencia de confinamiento de los residuos peligrosos.	72
Figura 15. Recuperación de áreas afectadas por los residuos peligrosos.	73
Figura 16. Apreciación del control de la contaminación.	74

Resumen

El manejo de residuos peligrosos constituye un factor crítico en la protección ambiental en zonas gasíferas sensibles. El objetivo del estudio fue determinar la relación entre la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación en la provincia de La Convención, Cusco. La investigación fue de tipo aplicada, con diseño no experimental, correlacional, transversal y nivel descriptivo. La población estuvo conformada por 780 trabajadores, con una muestra de 100 seleccionados de forma no probabilística. Se emplearon técnicas de encuesta, observación directa y análisis documental, utilizando cuestionarios, listas de cotejo y fichas de auditoría; los datos fueron procesados mediante análisis comparativo correlacional. Los resultados evidenciaron que más del 50% de los trabajadores presenta un nivel medio o bajo de conocimiento sobre residuos peligrosos, el 40% identifica deficiencias en señalización y condiciones de seguridad, y alrededor del 60% considera insuficiente el control de la contaminación. Asimismo, se verificó una generación constante de residuos peligrosos con proporciones significativas dentro del total de residuos. El análisis, con un nivel de confianza del 95%, demostró una relación directa y significativa entre la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación. Se concluye que una gestión inadecuada incrementa los niveles de contaminación, mientras que la implementación de un sistema eficiente de manejo de residuos peligrosos contribuye significativamente a su reducción.

Palabras clave: *Fiscalización, residuos peligrosos, contaminación, actividad gasífera.*

Abstract

Hazardous waste management constitutes a critical factor in environmental protection in sensitive gas-producing areas. The objective of the study was to determine the relationship between hazardous waste management and pollution control in the province of La Convención, Cusco. The research was applied in nature, with a non-experimental, correlational, cross-sectional design and a descriptive level. The population consisted of 780 workers, with a sample of 100 selected through non-probabilistic sampling. Data collection techniques included surveys, direct observation, and documentary analysis, using questionnaires, checklists, and audit sheets; the data were processed through comparative correlational analysis. The results showed that more than 50% of workers have a medium or low level of knowledge about hazardous waste, 40% identified deficiencies in signage and safety conditions, and approximately 60% considered pollution control to be insufficient. Likewise, a constant generation of hazardous waste was observed, representing a significant proportion of total waste. The analysis, with a 95% confidence level, demonstrated a direct and significant relationship between hazardous waste management and pollution control. It is concluded that inadequate management increases pollution levels, while the implementation of an efficient hazardous waste management system significantly contributes to their reduction.

Keywords: *Inspection, hazardous waste, pollution, gas activity.*

Capítulo I

Introducción

1.1. Situación problemática

La gestión de residuos peligrosos constituye uno de los principales desafíos ambientales a nivel global, debido a su alto potencial de generar impactos negativos sobre los ecosistemas y la salud humana. Estos residuos, por sus características de toxicidad, inflamabilidad y reactividad, pueden ocasionar contaminación del aire, agua y suelo cuando no son manejados adecuadamente, generando riesgos tanto ambientales como sanitarios (United Nations Environment Programme [UNEP], 2021).

En el contexto peruano, la problemática de los residuos sólidos ha adquirido una creciente relevancia. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, el país genera más de 8 millones de toneladas de residuos sólidos al año, evidenciándose limitaciones en su adecuada gestión, especialmente en lo referido a residuos peligrosos provenientes de actividades industriales (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2022). A pesar de contar con un marco normativo como el Decreto Legislativo N° 1278, orientado a la gestión integral de residuos sólidos, persisten brechas en su implementación, particularmente en aspectos de fiscalización, control operativo y cumplimiento de estándares

ambientales (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2023).

En el ámbito de las actividades extractivas y energéticas, diversos estudios recientes han evidenciado deficiencias en el manejo de residuos peligrosos, principalmente en las etapas de segregación, almacenamiento y disposición final, lo que incrementa el riesgo de contaminación ambiental y afectación a la salud de los trabajadores y poblaciones cercanas (World Bank, 2022). Estas problemáticas son especialmente críticas en el sector gasífero, donde los residuos generados incluyen hidrocarburos, lodos, solventes y otros compuestos altamente contaminantes.

A nivel regional, la zona de Cusco presenta una alta vulnerabilidad ambiental debido a la intensificación de actividades extractivas. Investigaciones recientes han señalado que existen problemas significativos relacionados con la calidad ambiental en la región, particularmente en lo referente a contaminación de aire y suelos, asociados a actividades productivas (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2023). Esta situación se ve agravada en provincias como La Convención, donde se desarrollan importantes operaciones gasíferas.

En la provincia de La Convención, la actividad gasífera genera una cantidad considerable de residuos peligrosos derivados de procesos de exploración, extracción y transporte de hidrocarburos. Sin embargo, se evidencian indicios de una gestión inadecuada de estos residuos, reflejada en deficiencias en su identificación, manejo, control y condiciones de seguridad. Asimismo, se reportan limitaciones en la capacitación del personal y en la implementación de medidas efectivas de control de la contaminación, lo que podría estar

contribuyendo al incremento de los niveles de contaminación ambiental en la zona.

En este contexto, se hace necesario analizar la relación entre la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación en el sector gasífero de la provincia de La Convención – Cusco, con el propósito de identificar las principales deficiencias en su manejo y contribuir al desarrollo de estrategias que permitan reducir los impactos ambientales y mejorar la gestión ambiental en el sector.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la inadecuada gestión de los residuos peligrosos ocasiona el incremento de los índices de contaminación en el sector gasífero de la provincia de La Convención – Cusco - 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021?
- ¿Cuáles son las acciones del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

El estudio de los residuos peligrosos y su relación con el control de la

contaminación nos permitirá comprender la importancia de su identificación y análisis de su naturaleza nos permitirá ampliar nuestros criterios sobre el enfoque del control de la contaminación que se tiene sobre los residuos peligrosos que se generan producto de las actividades gasíferas en la provincia de La Convención - Cusco. Cuando se identifican y se analizan y posteriormente se interpretan los conocimientos, se mejora el enfoque teórico y este ayuda a atender mejor la problemática expuesta. (Díaz Barriga, 1996, p. 280), de esta forma el conocimiento se mejora y regula en favor del tratamiento y comprensión de la gestión de residuos peligrosos.

1.3.2. Justificación práctica

La gestión de residuos peligrosos es el propósito de planear, ejecutar, operar e intervenir sobre el manejo de residuos de manera eficiente y segura, para poder proponer la manera correcta de la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, en los que se analiza los riesgos que fueran asociados con este proceso, por ello el estudio de residuos peligrosos y control de los mismos para evitar la contaminación. Así, se puede desarrollar una estrategia apropiada y esta al ser validada pueda ser empleada, para que de esta forma se pueda garantizar la protección al ambiente. (Vidal y Asuaga, 2022, pág. 91), esta apreciación nos permite comprender que se justifica en el hecho de que se enfoca en apreciar y fortalecer una estrategia de control de la contaminación ante la manipulación de los residuos peligrosos. Comprobada^s las bondades del estudio se podrá replicar en otras regiones o será referencia para empezar similares gestiones.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de gestión de residuos peligrosos para reducir los índices de contaminación en el sector gasífero, en la provincia de La Convención - Cusco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Explicar las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco – 2021.
- Identificar las acciones del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021.

1.5. Hipótesis de investigación

1.5.1. Hipótesis general

El sistema de gestión de residuos peligrosos permite reducir los índices de contaminación en el sector gasífero, en la provincia de La Convención - Cusco - 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Son irregulares las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco – 2021.
- Las acciones del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021 presentan un nivel parcialmente adecuado.

1.5.3. Matriz de consistencia

Tabla 1.

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA
¿De qué manera la inadecuada gestión de los residuos peligrosos ocasiona el incremento de los índices de contaminación en el sector gasífero de la provincia de La Convención – Cusco - 2021?	Diseñar un sistema de gestión de residuos peligrosos para reducir los índices de contaminación en el sector gasífero, en la provincia de La Convención - Cusco.	El sistema de gestión de residuos peligrosos permite reducir los índices de contaminación en el sector gasífero, en la provincia de La Convención - Cusco - 2021.	Enfoque: Mixto Tipo de investigación: Aplicada Diseño: No experimental, correlacional, transversal Unidad de análisis: Trabajadores del sector gasífero Población: 780 trabajadores Muestra: 100 trabajadores Muestreo: No probabilístico por conveniencia Técnicas: Observación directa, encuesta, análisis documental Instrumentos: Ficha de auditoría, lista de cotejo, cuestionario Análisis de datos: Estadístico descriptivo e inferencial (correlacional) mediante Excel
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	
P.E 1 ¿Cuáles son las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021? P.E 2 ¿Cuáles son las acciones del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021?	O.E.1. Explicar las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco – 2021 O.E.2. Identificar las acciones del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021.	H.E1 Son irregulares las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco – 2021. H.E2 Las acciones del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021 presentan un nivel parcialmente adecuado.	

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- A. Alducin (2019), en su tesis sobre diseño de sistema de gestión de residuos peligrosos, cuyo objetivo fue: “Diseñar un sistema de gestión de residuos peligrosos para la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCBA), región Poza Rica-Tuxpan de la Universidad Veracruzana”, estudio descriptivo en el que se aplicó a la FCBA un diagnóstico, análisis normativo documental, formulación de estrategia y elaboración del sistema de gestión de residuos peligrosos, de las conclusiones se tiene la siguiente síntesis: Se pudo identificar que la gestión de residuos peligrosos es ineficiente, ya que no se cumplen los procedimientos adecuados y constituye un impacto ambiental y riesgo potencial para la salud, el nivel de cumplimiento en el manejo de residuos sólidos peligrosos es bajo: 28.5%, la existencia de equipos de protección personal es mínimo, las encuestas revelan que estudiantes, docentes y otros no tienen conocimiento del peligro que representan los residuos y tampoco entienden su manejo, los responsables de los laboratorios tampoco

recibieron capacitación al respecto, el diseño se elaboró para el manejo apropiado de los residuos peligrosos.

- B. Izquierdo (2021), en su estudio sobre desechos peligrosos y especiales en la municipalidad de Quito, cuyo objetivo fue: cuyo objetivo fue conocer las percepciones de los pobladores en la parroquia El Condado, sobre el manejo de los residuos peligrosos; se pretende proveer de elementos exploratorios para el estudio de las necesidades, dificultades y obstáculos por los que los pobladores manejan de manera inadecuada los desechos peligrosos generados en sus hogares en Quito y cuáles serían las modificaciones que podría tener la normativa ambiental vigente en Ecuador para la creación de programas que incluyan a la sociedad de manera activa, responsable y consciente. A través de encuestas realizadas, se concluyó que prevalece un nivel medio – alto (26% y 37%, respectivamente) de conocimiento sobre desechos peligrosos, de manera similar el nivel de actitudes y prácticas respecto a este tipo de desechos fue medio – alto (52% y 28%, respectivamente). Los habitantes no segregan el residuo peligroso desde la fuente.
- C. Jiménez & Jiménez (2022), en la tesis titulada "Elaboración de un sistema de gestión para el manejo de residuos en la empresa minera Curimining S.A. proyecto Curipamba, provincia Bolívar-Ecuador", la misma que se desarrolló en el cantón las Naves, mediante revisión documentaria, la observación de procesos y empleando diagramas de flujo que caracterizó a los residuos sólidos. Se tuvo como objetivo diseñar una herramienta de control para atenuar los impactos ambientales generados; a través de una evaluación de la situación inicial y análisis de cada área de trabajo, una

identificación de residuos: clasificación de los desechos provenientes de las diversas áreas. Se estableció una estructura organizacional (creación de directrices técnicas y operativas) que administre el sistema de gestión de residuos, lográndose lo propuesto.

- D. Vargas (2003), en su tesis “Programa para la gestión integral de residuos peligrosos en las centrales de generación de energía eléctrica de EMGESA S.A.”, propone una gestión integral de almacenamiento, minimización y disposición segura de residuos peligrosos generados en la operación y mantenimiento de centrales eléctricas. Tuvo como objetivo proponer directrices técnicas y operativas para cumplir con las normas ambientales y reducir el riesgo ecológico y humano en la generación de energía. La autora estableció su metodología en cuatro fases, donde la primera es la recolección de la información, la segunda se trató del diagnóstico del manejo de los residuos sólidos, la tercera fue conformada por la evaluación y el análisis de la información recabada a través de encuestas, por último, realizó la formulación del programa para la gestión integral. Como resultados obtenidos se puede destacar que los residuos peligrosos se encontraban almacenados a la intemperie y no se había determinado la disposición final de estos. Vargas concluyó que el manejo actual de los residuos sólidos peligrosos generados en EMGESA es ineficiente en la operación de almacenamiento con un 53% del total de residuos peligrosos y en la disposición final con 35% del total de residuos peligrosos.
- E. Chipe & Panchana, (2015). En su investigación de tesis de pregrado “Estudio de los pozos productivos y abandonados como fuente de

contaminación de hidrocarburos y su impacto ambiental en el sector de Santa Paula del cantón Salinas” Ecuador. El tesista manifiesta que los hidrocarburos son recursos naturales considerados de gran importancia para el desarrollo de la humanidad, los mismos que son utilizados como una fuente de energía. En todo el mundo sobre todo en los países desarrollados este recurso ha generado impactos ambientales negativos debido a la poca importancia hacia el medio ambiente, más aún donde se realizaron actividades para la explotación de los hidrocarburos. La contaminación puede ser causada al medio ambiente por emanaciones y derrames de hidrocarburos por la mencionada industria, por la no aplicación de un buen manejo ambiental, en el área de diferentes operaciones. Finalmente, la presente investigación tiene como objeto principal abordar los efectos causados por la contaminación de hidrocarburo en el Sector Santa Paula, debido a la presencia de pozos tanto productivos como abandonados en el referido sector, la cual nos permitirá analizar las medidas preventivas y correctivas a implementar para lograr la obtención de un área ambientalmente sana.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- A. Astete (2022), en la tesis de maestría sobre la gestión integral de los residuos peligrosos y la conservación medioambiental en un laboratorio de hidrocarburos, cuyo objetivo fue: “Proponer una gestión integral de los residuos peligrosos para contribuir en la conservación medioambiental del laboratorio de hidrocarburos Rímac, 2019” (Astete, 2022, p. 25), para una población de 14 docentes, 7 técnicos y 487 estudiantes que se muestrearon en 154 personas, a las que se les aplicó una encuesta, de

los datos que se obtuvieron se alcanza la siguiente síntesis de datos y conclusiones: La gestión integral de residuos peligrosos ha servido para mejorar las políticas y directrices de los mismos, estos han mejorado la forma de caracterización que contribuyó a la conservación medioambiental del laboratorio, además que los procedimientos de segregación y generación fueron favorables para la mejora de la gestión de los residuos sólidos peligrosos, materializados en la mejora del tratamiento de los residuos sólidos peligrosos y las normas de bioseguridad de residuos peligrosos contribuyeron con la conservación medioambiental en el laboratorio.

- B. Bernaola (2021) en su tesis sobre la evaluación de un programa de manejo de residuos sólidos para reducir accidentes, menciona el objetivo del estudio, es una investigación aplicada, explicativa y preexperimental en una población de 45 personas y se trabaja con una muestra de 41 personas, a la que se le aplica una encuesta para evaluar la efectividad del programa, de las conclusiones se tiene la siguiente síntesis: La implementación del programa ha propiciado la reducción de residuos sólidos en un 96%, el índice de accidentabilidad también ha sido reducido en un 0,1%, siendo favorable a la reducción de accidentes y manejo de residuos sólidos.
- C. Inga & Vega (2021), en su estudio bibliométrico sobre gestión de residuos peligrosos en Sudamérica, cuyo objetivo fue: Analizar la gestión de los residuos peligrosos a nivel de Sudamérica, siendo una investigación básica, que se aplica a artículos indexados, libros, manuales, guías y normativa, mediante el análisis documental, de las conclusiones se tiene

la siguiente síntesis: Que en Perú se generan la mayor cantidad de residuos peligrosos 4 129 428 toneladas al año, Colombia tiene 159 624 toneladas al año, en Chile la información es incompleta, en Ecuador no existe documentación actualizada y en el caso de Venezuela y Argentina no existe, los tratamientos de residuos sólidos, generalmente, es térmico, más no se tiene información de Ecuador y Venezuela, todos los países tienen normas para la gestión de los residuos sólidos asociados a convenios internacionales.

- D. Agustín (2015) en su tesis “Caracterización de los residuos sólidos peligrosos generados durante el proceso de generación de energía eléctrica en la central térmica Iquitos – Electro Oriente S.A.” tuvo como objetivo general la realización de un estudio de los diferentes tipos de residuos peligrosos que se generan durante la operación de generación de energía eléctrica en la central térmica Iquitos. El autor realizó un tipo de investigación de evaluación participativa, ejecutó encuestas a los trabajadores de Electro Oriente S.A., asimismo, utilizó un diseño experimental porque realizó la comparación de los resultados con el objetivo de la investigación y para determinar los tipos y la cantidad de residuos generados realizó el pesado con una balanza en un tiempo de 82 días. Al respecto, el autor obtuvo como resultado que durante los 82 días de pesado y caracterización de residuos peligrosos se generaron 520 kilogramos de residuos peligrosos. Agustín concluyó que existe una deficiencia en el manejo de los residuos sólidos peligrosos, ya que Electro Oriente S.A. no contaba con puntos de acopio para residuos sólidos peligrosos y por ende estos se mezclaban con residuos no peligrosos,

incrementando la cantidad de residuos peligrosos; asimismo, los trabajadores de Electro Oriente S.A. desconocían sobre el manejo de residuos peligrosos por lo que realizó capacitaciones a los trabajadores en ese aspecto.

- E. Ovalle (2017) en su tesis “Manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos en Petroperú, refinería Conchán-Lurín 2017”, tuvo por finalidad medir el nivel de conocimiento de los trabajadores de la refinería acerca del manejo de los residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos, derivados de las operaciones propias del negocio. La muestra fue de tipo probabilística, compuesta por 136 trabajadores de Petroperú refinería Conchán, Lurín. Como técnica se utilizó la encuesta, y para el recojo de la información se aplicó como instrumento el cuestionario a los trabajadores de la refinería. Como resultado del estudio, se encontró que el 88.2% de los trabajadores abordados tienen un nivel principalmente medio y alto de conocimiento respecto al manejo de los residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos. Se concluyó que los trabajadores de Petroperú, refinería Conchán tienen un nivel aceptable de conocimiento respecto al manejo de los residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Residuos peligrosos

2.2.1.1. Introducción a los residuos peligrosos

En Europa, fue posible la clasificación de los residuos. Se entenderá como

residuo peligroso aquel que posea una o varias de las propiedades de peligrosidad (toxicidad, inflamabilidad, corrosión, ecotoxicidad, potencial carcinógeno, tóxicos para la reproducción de la especie humana o sensibilizante), tanto si se trata de sustancias como de objetos. Existen 7 grupos de residuos peligrosos (autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad y patogenicidad) y el octavo corresponde a otras disposiciones. (Varela y Barbosa, 2020, p. 162).

Los residuos peligrosos son regulados en el Perú, por normativas específicas debido a su potencial impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente. Estos residuos, por su composición química, toxicidad, reactividad, inflamabilidad, corrosividad o características infecciosas, representan un gran riesgo si no son gestionados de forma adecuada. Según la normativa peruana “Los residuos se clasifican, de acuerdo al manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad pública competente para su gestión, en municipales y no municipales. El Reglamento del presente Decreto Legislativo puede establecer nuevas categorías de residuos por su origen u otros criterios, de ser necesario” (Decreto Legislativo N° 1278, 2016).

2.2.1.2. Definición y clasificación de residuos peligrosos

“Se consideran residuos peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad o patogenicidad. Los envases que han sido utilizados para el almacenamiento o comercialización de sustancias o productos peligrosos y los productos usados o vencidos que puedan causar daños a la salud o al ambiente son considerados residuos peligrosos y deben ser manejados como tales, salvo que sean sometidos a un tratamiento que elimine

sus características de peligrosidad. En caso exista incertidumbre respecto de las características de peligrosidad de un determinado residuo, el MINAM emitirá opinión técnica definitoria. Los alcances de este artículo serán establecidos en el reglamento del presente Decreto Legislativo” (Decreto Legislativo N° 1278, 2016).

2.2.1.3. Tecnologías de tratamiento y disposición final

Introducción

Las propiedades peligrosas de los residuos imponen la necesidad de someterlos, en la mayor medida posible, a tratamientos que permitan una disminución de su peligrosidad, inmovilizándola, reduciéndola o transformándola en una forma menos peligrosa. Si bien en principio la ley orientaba los tratamientos hacia su neutralización o inmovilización, resulta claro que ese planteo justificó el depósito sin mayores cuidados de los residuos, produciéndose, a su vez, contaminaciones de grandes volúmenes de suelos, acuíferos y cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, lo que lleva a la actual conveniencia de rehacer la gestión para minimizar los daños, para lo cual es necesario el conocimiento profundo de las características de los residuos y saber el comportamiento de los diferentes tratamientos para sus diferentes características. Los residuos peligrosos a nivel nacional, como a nivel mundial, recién han comenzado a ser tratados en esta óptica central donde el Estado, sus áreas especializadas y las formas de representación local actuales deberán ir articulando esfuerzos y adecuándose, a través de la creación de las normas y leyes particulares, así como también verificarse la creación de sistemas consensuados de identificación y eliminación de residuos peligrosos. La situación aún más crítica se verifica en el seno de países en desarrollo o

subdesarrollados, donde la explotación de los suelos sugiere o exige todavía un primer aprovechamiento por métodos inferiores o destrucción por sobrepoblación o desarrollo insuficiente de las estructuras aportadas por la industrialización.

Tecnologías de tratamiento final para residuos sólidos peligrosos

Dado que el residuo peligroso como tal puede tener propiedades físicas, químicas o biológicas que causen peligro, un incorrecto proceso de disposición final puede generar un impacto negativo en la salud humana. Por consiguiente, este tipo de residuos requiere de un proceso de tratamiento. Estos tratamientos apuntan a eliminar, reducir, inmovilizar o aislar los contaminantes, para eliminar o reducir el impacto medioambiental y que puedan ser depositados en los rellenos industriales, efectuando una prueba previa con residuos similares para asegurar que no reaccionen de manera no controlada en el vertedero.

2.2.1.4. Innovaciones en el manejo de residuos peligrosos

Los sistemas de gestión para las empresas han tenido un desarrollo significativo, dentro de los cuales se observan elementos como el impacto ambiental, enfoque de procesos y la mejora continua, las cuales han influenciado y han multiplicado iniciativas de empresas de recogida, tratamiento, reciclaje y valorización de residuos peligrosos. En particular, la ISO 14001 ha supuesto un impulso decisivo al reciclaje y a la reutilización, ha promovido la coordinación en el manejo ambiental de los residuos y ha sentado las bases de la evaluación de proveedores. En cuanto al compromiso, deberá impulsar la innovación tratando de convertir problemas tanto externos como internos en fuentes posibles y relevantes de ventajas competitivas (Gelvez y Serna-Gomez. 2024. p. 4).

En las próximas páginas se describen distintos ejemplos del esfuerzo de empresas y colectivos por sustentar su actuación relativa al manejo de residuos en la innovación, con claros ejemplos de la influencia de la ISO 14001. El Grupo Adiego es una empresa referente en la gestión de residuos, compitiendo a nivel internacional. Desde sus comienzos, su crecimiento ha sido orgánico y sostenido, apoyado principalmente en un asesoramiento a la empresa. La ISO 14001 fue un elemento facilitador en el negocio del Grupo Adiego, transformando su unidad de negocio de recogida de residuos peligrosos en una empresa de recogida de residuos peligrosos y multimedia. La estructura y políticas transversales, en particular relacionadas con la eliminación indirecta de residuos, activaron en 2009 su interés en la apertura y potencial del concepto *cradle to cradle* en sus proyectos futuros.

2.2.1.5. Riesgos laborales y medidas de seguridad

En el presente apartado, todos los riesgos laborales citados se enmarcan en un programa de seguridad y control preventivo de la salud de los trabajadores. La necesidad de este apartado queda justificada por el hecho de que cualquier plan de gestión de residuos peligrosos debe ser fuente de un programa de prevención de riesgos. La exposición laboral a productos tóxicos y las medidas a adoptar para hacer frente a esta circunstancia, están determinadas fundamentalmente por la peligrosidad de los productos y de sus efectos en los trabajadores. Por este motivo, antes de abordar dicho contenido, conviene realizar una reflexión sobre la forma de controlar la exposición laboral a las sustancias tóxicas, a saber: en primer lugar, evitando la utilización de productos peligrosos o sustituyéndolos por sustancias no tóxicas; en segundo lugar, se debe prevenir la entrada de los contaminantes en la zona de trabajo; tercero, se

disminuirá o eliminará la cantidad de contaminante que puede entrar en contacto con el trabajador, utilizando para tal efecto el transporte en circuito cerrado, puesto que cuanto más alejado se encuentre el trabajador del foco emisor, menos deberá emplear algún tipo de medida de protección. En este último caso, el control impartido por el responsable del almacén es fundamental, ya que de su responsabilidad depende muy directamente la salud de todos los trabajadores expuestos al contaminante.

El contacto de los trabajadores con las distintas clases de productos dañinos para su salud al manipular residuos peligrosos puede dar lugar a problemas muy variados: desde una irritación severa hasta un envenenamiento mortal. Sin embargo, el conocimiento del tiempo de exposición existente es de gran utilidad también para valorar los riesgos laborales, porque suman importancia las consecuencias de una exposición crónica o continuada a bajas dosis. Por último, también es esencial el control de las enfermedades que puedan aparecer después de un largo tiempo de latencia.

2.2.1.6. *Impacto ambiental e impacto para la salud humana*

El impacto ambiental ocasionado por la presencia de desechos peligrosos ya sea en la superficie terrestre o acuífera, ocurre en un lugar específico, difundiendo los agentes químicos generados, lo cual representa riesgos directos e indirectos, como acontece con la diseminación de residuos de instituciones de salud, áreas de desechos domiciliarios y comerciales, pulperías o de aquellos frutos de transformaciones productivas más específicas. No podemos dejar de mencionar la presencia “anónima” y encubierta del mercurio como residuo industrial y la destrucción de insumos agropecuarios vencidos. Respecto a la salud humana, se establece la existencia de dos grandes vertientes: la infecciosa

y la tóxica. La primera se deriva generalmente de agentes biológicos presentes en organismos patógenos animales y vegetales. Al respecto, el crecimiento de poblaciones humanas implica un creciente esfuerzo por obtener nuevos horizontes que ofrezcan condiciones aptas para el desarrollo de las actividades productivas, lo que eleva las posibilidades de estar en contacto con determinados organismos que transmiten enfermedades infecciosas o parasitarias y, en el mismo sentido, incrementan las opciones de encontrar pollos, cerdos, ganado y humanos infectados por estos virus o bacterias. En lo que hace a los componentes tóxicos, un aspecto peculiar derivado de la acción del hombre es que rara vez son eliminados actualmente, acarreado y acumulando diferentes sustancias en ecosistemas acuáticos, terrestres e incluso en sistemas biológicos, pudiendo generar disfunciones que, finalmente, alteran el equilibrio del desarrollo de seres vivos dentro y fuera de los sistemas en donde se alojan.

2.2.1.7. Efectos en ecosistemas y biodiversidad

Los efectos procesan luego de la liberación al ambiente de los residuos peligrosos, nocivos y/o tóxicos. Es un problema que ha generado graves consecuencias en los diferentes ecosistemas del planeta. Gran cantidad de procesos de liberación no controlada de estos residuos se ha realizado en construcciones de rellenos y emplazamientos no aptos para su clasificación final, poniendo en riesgo, por un lado, los suelos, las napas de agua subterránea, así como la biodiversidad que estos ecosistemas albergan. Por otra parte, si se realizan de manera controlada, estos previenen el riesgo en la salud y el ambiente, dado que inician una serie de estudios mediante un manejo y disposición final adecuada.

De manera general, se pueden mencionar los siguientes elementos de la diversidad biológica, la cual es variada y en conjunto cumple sus diferentes funciones al interior de un ecosistema, contribuyendo a su equilibrio y dinámica. Se refiere a la diversidad del conjunto de vida que habita la totalidad de ambientes del planeta, incluidas todas las clases de organismos. El mundo reconoce la biodiversidad en: 1. Diversidad genética. 2. Diversidad de especies. 3. Diversidad de ecosistemas. Se refiere que cuando los materiales llegan al vértice del sistema económico y social, de alguna manera deben ser disgregados. La tierra y el aire son básicamente disgregados y segregados por los sistemas naturales y han mantenido la capacidad de recuperación (o de autodepuración) para poder asimilar la cantidad de más elementos.

2.2.2. Control de la contaminación

Concepto

El control de la contaminación es un proceso que involucra una gran cantidad de variables en constante transformación. Es posible considerar estas variables como un sistema que, a pesar de ser muy complejos, sufren constantes influencias que obligan al sistema completo a cambiar, en general, para adaptarse. Los seres humanos tomamos diferentes roles en el sistema, los cuales nos otorgan diferentes capacidades y responsabilidades. El objetivo de esta propuesta es, en base a un diagnóstico actualizado de la situación en la región, presentar una propuesta de articulación entre los diferentes roles en el sistema, que favorezca el desarrollo de la capacidad financiera, institucional y técnica de los organismos de control y de fiscalización ambiental.

Sin embargo, la toma de decisiones para solucionar los problemas creados por las actividades humanas tiene que ser técnicamente sustentable, pero

también debería serlo desde el punto de vista económico y político, por lo que resulta necesario conocer el verdadero impacto de tales actividades sobre el ambiente. Para ello, es imprescindible contar con información confiable sobre las fuentes, límites, características y dinámicas de los sistemas que integran el ambiente, proceso que se denomina seguimiento o monitoreo. Este trabajo se enfocará en el proceso de obtención de información a través de los monitoreos bióticos y fisicoquímicos, ya que estas dos actividades, sin ser las únicas de las que depende el seguimiento, son centrales e ineludibles para el control en general y tienen lugar dentro de un proceso de articulación particular.

2.2.2.1. Fuentes y tipos de contaminantes

Así como se ha comentado que el control de la contaminación tiene sentido y está motivado por la prevención y la protección de la salud y el medio ambiente, también la prevención que se puede y/o se tiene que realizar en función del tipo de contaminante va a ser distinta según sea el tipo de emisión y las causas. Conviene tenerlo en cuenta para abordar en profundidad tanto el estado de la cuestión como los objetivos en materia de reducción, detección, descubrimiento, evaluación de riesgos y propuesta de medidas relevantes con sus correspondientes algoritmos de actuación.

Fuentes y tipos de contaminantes: las fuentes de emisión de contaminantes son los distintos procesos asociados a las actividades humanas que liberan al receptor emisiones de un gran número de sustancias. La fuente puede ser puntual o difusa, y puede ser natural o de origen antropogénico. Entre las fuentes puntuales cabe citar torres de refrigeración, conductos de ventilación, chimeneas, tanques, depósitos o vertederos, por ejemplo, y entre las fuentes difusas la agricultura, la ganadería, la erosión del suelo, los incendios forestales,

etc. Cada fuente industrial puede ser la causa de alimentar distintas emisiones a un medio receptor y, además, cada tipo de emisión puede ser portador de un gran número de sustancias. El menor conocimiento sobre la contaminación de las aguas subterráneas respecto de las de superficie es debido a la dificultad para obtener información sobre ellas directamente del medio. Resulta, además, complicado obtener muestras representativas del agua subterránea, incluso con el empleo de técnicas adecuadas para la realización de pozos y la obtención de las muestras a distancias considerables del propio pozo.

2.2.2.2. *Tecnologías de control de la contaminación: principios y aplicaciones*

Pulverización, para que se forme una superficie suficientemente grande de esas partículas y los metales pesados presentes en las mismas reaccionen si es preciso con un reactivo.

Dentro de los precipitadores electrostáticos, es frecuente intentar atraer las partículas hacia los sustratos, o bien aplicando un potencial que les atraiga, o bien quitándoles un potencial que las haga avanzar hacia los sustratos. Las dificultades pueden venir de la resistencia específica y de la posibilidad de que las partículas vuelen de nuevo hacia los gases en vez de seguir avanzando hacia el fondo; se pueden minimizar separando en varios módulos los sustratos que requiere un precipitador electrostático, lo cual tiene un efecto parecido al que se indica más adelante para los filtros de mangas que son sacudidos por aire comprimido. Una alternativa cada vez más competitiva viene de los colectores de polvo húmedo.

Otro tanto sucede con los prefiltros o con los filtros de mangas tipo *bag-house*, que se obstruirían en poco tiempo si aplicamos el aire inverso con una

presión muy por debajo de la que necesitan. La aplicación de este flujo (aproximadamente 1500 Pa por cada pulso) debe hacerse con aire comprimido, pero elimina la obstrucción, extiende el intervalo de mantenimiento y reposiciona la materia sólida de su superficie interna a un contenedor bajo el filtro. En la atomización, las soluciones alternativas son los colectores de polvo y el uso de dispositivos de pulverización mecánica (para la pulverización, la velocidad requerida se puede obtener agitando los gases con una alta velocidad).

2.2.2.3. Control de la contaminación en la industria

En la industria, la adopción del control de la contaminación al final del proceso es el primer nivel para establecer estándares generales, como en el caso de los límites de emisión de gases que deben establecerse para cada contaminante. Este control de final de proceso, si bien es una tendencia, no debe considerarse una solución ideal ya que el impacto ambiental se traslada al aire o al agua con otros problemas asociados. El control de fuentes combina principios técnicos en la fuente de emisión con el desarrollo de técnicas de control de la contaminación aplicadas en este punto, evitando la liberación de contaminantes o controlándolos dentro de rangos aceptables para evitar afectar el medio ambiente antes de su eliminación. Entre las técnicas específicas empleadas en este control preventivo se encuentran operaciones simples que pueden tener altos costos operativos y otras técnicas que pueden ser complejas e innovadoras, que muchas veces permiten el reciclaje o la reutilización de contaminantes, evitando costos directos asociados con nuevas materias primas. El control de efluentes representa una opción que se debe tomar en los casos en que las técnicas de control de la contaminación en la fuente no han logrado resultados adecuados. Las normas de descarga fijadas por la autoridad sanitaria

generalmente se presentan como límites de concentración de diferentes contaminantes en un efluente medidos en metros cúbicos generados en un período de tiempo; También es posible tener límites basados en la carga de materiales, como kilogramos de material por día. Incluso cuando algunas tecnologías de tratamiento aplicadas no pueden considerarse preventivas por naturaleza, muchas de ellas buscan reciclar y reutilizar subproductos, transformando residuos peligrosos en residuos menos peligrosos.

2.2.2.4. Impacto económico y social del control de la contaminación

El control de la contaminación puede contribuir a mitigar los efectos deletéreos sobre la salud humana y el medio ambiente generados por los contaminantes. Si bien el costo de implementar un control efectivo es significativo, el costo de no hacerlo sería mucho más elevado. Por ello, el control de la contaminación implica hacer frente a riesgos actuales y futuros. Este es un tema central, no solo en las estrategias de producción más limpia, sino en todo tipo de adopción de políticas medioambientales. No hacer frente adecuadamente a los efectos contaminantes también genera un costo para el aparato productivo en forma de competencia desleal. Dicho de otra forma, si no todos los competidores tienen las mismas condiciones para disponer de un entorno limpio, algunos de ellos poseerían costos menores asociados al impacto ambiental, lo que los beneficia en perjuicio de los más responsables. En ambas situaciones, el costo final termina siendo soportado por la sociedad.

A su vez, la adopción de tecnologías limpias por parte de las empresas tiene importantes impactos económicos positivos, a saber: - Permite mejorar las relaciones con la comunidad, facilitando la implantación de programas de

Responsabilidad Social Empresarial. - Por el esquema de sanciones establecido en la legislación según la forma tradicional de regulación de la contaminación, el control de los efluentes consolidados no solo implica costo, sino que cesa el riesgo futuro de ser descubierto, contribuyendo a reducir la probabilidad de las sanciones. En cambio, el cambio hacia un esquema de aplicación basado en tecnologías limpias implica la ampliación del mercado de productos y servicios asociados a los mismos, estimulándose la innovación y la competencia en esa desventaja. - Desarrollo e internalización de capacidades a través de la transferencia de conocimientos junto a locales y externos vinculados al manejo ambiental.

2.2.2.5. Innovaciones y tendencias futuras en el control de la contaminación

Con respecto a la innovación y tendencias futuras en el control de la contaminación, "tendencia" es el sentido hacia el cual se inclina una situación. Las tendencias de innovación van desde los sistemas más tradicionales, control *end of pipe*, que limitan su funcionamiento al equipamiento de final del proceso generador de contaminantes, hasta los de mayor innovación como la selección de productos menos contaminantes; la remanufactura de productos, permitiendo la realización de nuevos productos a partir del reciclado de los materiales en sus componentes; los sistemas de cogeneración, que permiten la generación de energía eléctrica y energía térmica, generando una mejora global en el rendimiento energético del sistema; la minimización o reutilización de residuos, maximizando la vida útil de los productos; los sistemas que permiten la emisión cero, basados en una reducción de emisiones al mínimo; y la producción más limpia, que es el desarrollo de productos y servicios valiosos, proactivos en la

protección ambiental y previniendo la generación de contaminación desde la fuente, que elimina el riesgo de la contaminación sobre los trabajadores, el medio ambiente y la comunidad.

En los últimos años, muchos países han adoptado programas de desarrollo de tecnologías para la captura y almacenamiento geológico del dióxido de carbono, que ocurre a medida que el sector energético trata de detener el cambio climático. La captura más efectiva del dióxido de carbono comprende la realizada antes de que el dióxido sea emitido, y puede alcanzarse con una combinación de control avanzado de precombustión y capturas incorporadas en plantas de gasificación de carbón. En los países en vías de desarrollo ambientalmente sensibles, un programa de desarrollo internacional para capturar y almacenar artificialmente el dióxido de carbono comprende una fase inicial de demostración real con cerca de 20 proyectos. Si las aplicaciones de seguimiento e informes demostraran que funciona en la demostración a gran escala, facilitaría la introducción de tecnologías de captura y convergencia y aceleraría la adopción comercial.

2.2.3. Introducción a las actividades gasíferas

De acuerdo con las actividades de la industria gasífera, dependiendo de la naturaleza de las emisiones, se pueden realizar diferentes estrategias de control, las cuales pueden ser en el punto de emisión, mediante dispositivos o a nivel de proceso. A nivel de dispositivo se realizan los controles finales para tratar los contaminantes presentes en los gases de inmisión con otros de menor impacto, como los siguientes: - La separación de las distintas corrientes en un sistema de tornillos, preferencias, etc. Estos son disipadores de energía y esconden a la atmósfera una cantidad de contaminante igual a la del producto. -

Los dispositivos del tipo filtros inerciales, ciclones o con generadores de corriente son útiles en la separación de partículas. Además de las emisiones fugitivas de hidrocarburos que comúnmente requieren una densidad de fuentes emisoras superior a lo que puede ser aceptado según las normas reglamentarias, permiten la recuperación de los hidrocarburos de la atmósfera, pero en cambio es una misión cambiar los compuestos orgánicos volátiles que se escaparon con el flujo auxiliar para completar el quemado necesario. A continuación, se muestran las emisiones más comunes en los procesos gasíferos. A pesar de los esfuerzos realizados a lo largo de los años en la práctica profesional por obtener y utilizar bases de datos de emisiones reales, es necesario mantener una precaución, ya que a veces la precisión de los datos es engañosa, por lo que es necesaria una comparación con valoraciones asentadas o la propia obtenida para instalaciones similares. Los elementos donde pueden generarse emisiones asociadas a fugas pueden ser recipientes de almacenamiento, trasbordadores de fluidos, válvulas, bombas, etc. - Quemados en antorchas residuales.

2.2.3.1. Definición y alcance de las actividades gasíferas

El gas es una fuente de energía fósil primaria la cual se observa, extrae, purifica, almacena transporta, distribuye y consume para aprovechar el calor, de modo que emite dióxido de carbono y vapor de agua a la atmósfera, y tiene en cuenta diferentes normativas y medidas recomendadas para disminuir este impacto ambiental. Las actividades relacionadas con el gas se dividen en varios grupos, desde la localización de los yacimientos hasta la distribución del gas a los consumidores. Estos grupos son los siguientes: **Exploración geofísica:** Estudia las propiedades físicas de las rocas para interpretar estructuras ocultas donde puede encontrarse gas. **Perforación de pozos exploratorios:** Son pozos

geofísicamente identificados cuyo fin es caracterizar y cuantificar los yacimientos potenciales. **Perforación de desarrollo:** Son pozos perforados buscando la explotación del yacimiento. **Procesamiento:** Procesamiento del gas natural una vez que es extraído, saneando la corrosión de los separadores del petróleo y altos niveles de líquidos para evitar que dañen los equipos. Al final del procesamiento se obtiene el gas natural; condensado de gas: gas licuado de petróleo; nafta y otros derivados del procesamiento. **Transportación:** Tubos crean redes de transporte por donde se transporta el gas desde la fuente de extracción hasta las diferentes estaciones de recolección, distribución o consumidor final. **Distribución:** Redes de tuberías de diferente diámetro para transportar el gas hasta las viviendas de los consumidores, donde será utilizado como energético.

2.2.4. Impacto ambiental de las actividades gasíferas

El ciclo de actividades que se desarrolla en el sector gasífero incluye, básicamente, las etapas de extracción, transporte, almacenamiento y distribución del gas natural. Si bien cada una de estas etapas produce diferentes impactos, se deduce que el transporte y distribución son las actividades que afectan en mayor medida el ambiente. En general, la distribución del gas natural a través de redes de tuberías tiene un efecto no siempre controlable sobre la vegetación y los suelos, con la consecuente pérdida de la biodiversidad local, así como sobre los asentamientos humanos rurales. No obstante, los riesgos de contaminación del agua y el aire producidos durante el transporte del gas son más altos y, por ende, son los aspectos ambientales más críticos.

Por su lado, las actividades de extracción tienen efectos no controlables sobre la flora, la fauna y los suelos, y los riesgos de contaminación son muy

importantes. En caso de que la operación sea offshore, la fauna marina es la más afectada. El almacenamiento tiene poca incidencia sobre el ambiente, así como en la seguridad, al punto de ser considerados benignos, siempre y cuando cumplan con la permanencia en instalaciones del generador de los residuos, establecida por la normativa correspondiente. A continuación, se presentarán, de forma sintética, los impactos potenciales en el medio ambiente que presentan las diversas actividades del sector gasífero.

2.2.4.1. Emisiones contaminantes en la industria gasífera

Desde la extracción del gas de los yacimientos, en la que se emiten gases metano y etano; en la siguiente etapa de deshidratación por medio de calor, emanarán vapores de productos volátiles, si el proceso se realiza a temperaturas atmosféricas, entre otros; durante la compresión en las estaciones de bombeo o compresión; para inyectar el gas a los gasoductos, se presenta el caso de fugas en las válvulas y compresores de los ductos; en el transporte a través de gasoductos. El transporte del gas a través de gasoductos emite menos contaminantes que en el transporte mediante camiones cisterna; ya que el mismo viaja a presiones bajas y prácticamente no existen emisiones de gases ni de partículas. El control de las emisiones contaminantes de la industria y en particular de la industria del gas, implica el empleo de tecnologías adecuadas aplicadas en la correcta ubicación relativa con respecto a los yacimientos, asesorando que la gleba donde se emplaza no sea de porosidad alta y que cuente con una capa superior impermeable, por lo que debiera realizarse un estudio antes de la colocación tanto desde el punto de vista técnico-económico como así también del impacto en la gleba donde se emplazarán. La concentración del gas en la atmósfera cuando es obligatorio el alivio de

emergencia es atrayente desde el punto de vista de la medición de emisiones; pero no tanto desde el punto de vista de una descarga atmosférica segura propiamente dicha.

2.2.4.2. Tecnologías y prácticas para el control de contaminación en actividades gasíferas

El control de contaminación depende del tipo de instalación de la actividad gasífera a considerar. En líneas generales, los problemas se presentan en el área de operación de la planta en el área de almacenamiento temporal de residuos, y en el área de consumo de energía. Lógicamente, en cada uno de estos polos del problema se delinean técnicas y recomendaciones específicas para evitar la contaminación del medio atmosférico.

Las actividades que suelen generar contaminación atmosférica en la actividad gasífera corresponden a la utilización de consumidores de energía en la operación y explotación de los yacimientos, líneas, compresores, procesamiento y transporte de los fluidos producidos, peso y tránsito de los vehículos, almacenamiento provisorio de tapas y líquidos y construcción de nuevas instalaciones permanentes. Las prácticas seleccionadas en este capítulo para el control de contaminantes atmosféricos se refieren esencialmente a emisiones fugitivas, ya que el impacto que pueden generar las emisiones directas es acotado. Dado que las prácticas acostumbradas del negocio y las regulaciones aplicables se dirigen principalmente a las emisiones fugitivas, en este estudio se trata de minimizar las emisiones como resultado de posibles escapes o derrames. Toda normativa que al respecto no sea específica para los líquidos o gases que trata esta fuente está referida a cualquier proceso industrial. Toda práctica común estandarizada conferida a otra fuente de líquidos o

gaseosos. También se detalla en este capítulo la aplicación de un amplio número de tecnologías propias de los sistemas de manejo de contaminantes gaseosos y líquidos, que al ser aplicadas a los procesos evaluados pueden tener un impacto significativo en la calidad del aire y del recurso hídrico.

2.2.4.3. Casos de estudio y buenas prácticas en el control de contaminación

Uno de los ejemplos de buenas prácticas en la industria gasífera respecto a la emisión de gases se produce en la explotación de yacimientos de gas de turba en la cuenca del Anadyr, cuyo 95% se exporta a la Unión Europea a través de Polonia. La mayoría del gas producido en la cuenca del Anadyr es de origen biogénico. La emisión de este gas, especialmente de metano, se produce sobre todo en áreas degradadas y en tierras turbosas debido a diferentes actividades antrópicas, de donde se deriva a la atmósfera. Gran parte de este metano se emite desde la toma de muestras de gas, manómetros y trampas de barras de perforación. En el caso de las trampas de la superficie, este hecho ha sido atribuido inevitable y pasivamente al aire debido a la liberación en las distintas etapas del muestreo. No atrapar o atrapar mal puede ocasionar errores en los análisis, sobre todo si algunas operaciones que tienen lugar previamente en la superficie del fondo de pozo emiten gas.

Hasta hoy en esta región no se han tomado técnicas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los campos de gas natural que, por tanto, podían considerarse agotados. Sin embargo, se ha producido una intensificación de los trabajos de exploración con prioridades de crecimiento, por lo que el número de campos actuales sigue aumentando y es probable que también aumenten otros gases posiblemente presentes en el gas natural,

utilizando como gas de transporte. Para reducir estas emisiones, que de otro modo seguirían siendo inevitables hasta que se dispusieran de soluciones comerciales para una exportación de dióxido de carbono, podrían estar sujetas a futuras obligaciones legales de informar las emisiones de gas sobre los futuros campos.

2.2.4.4. *Evaluación de impacto ambiental en proyectos gasíferos*

La Evaluación de Impacto Ambiental es el procedimiento a cargo de la autoridad de aplicación del proyecto que evaluará en qué forma la actividad gasífera podrá afectar al medio ambiente y qué impactos previsibles podría producir. Su tarea es evitar o mitigar esos impactos hasta niveles aceptables. La obligatoriedad de los trámites concernientes a la evaluación de impacto depende muy marcadamente de las disposiciones legales de cada jurisdicción. Es por ello de vital importancia el conocimiento del mismo de parte de los profesionales que participan en las actividades gasíferas. El contenido típico de un EIA se divide en especializaciones, reflejando así la complejidad del proyecto que se está estudiando. Esta distribución llega al extremo de fragmentar el estudio en subtítulos de especialidades muy interrelacionadas y ha originado una serie de críticas acerca de su utilidad, a veces llegando a cuestionar la existencia de ampliaciones de evaluación y de falsa organización técnica de los estudios de impacto. El Análisis de Impacto Ambiental es desarrollado por un equipo de diferentes profesionales, entre los que podrían mencionarse a los ingenieros de gas. Este equipo es responsable de la generación de información técnica y de la toma en cuenta de la legislación ambiental aplicable, las reglas y normas del buen quehacer de la disciplina y las implicancias del proyecto a estudio para la evaluación del “área de influencia”, los “aspectos ambientales” y la “evaluación

de impacto”.

2.2.4.5. Metodologías y herramientas de evaluación

Se analizan distintas metodologías y herramientas de evaluación de la contaminación del área donde es posible intervenir en la gestión ambiental dentro del equipo de proyecto. Si bien existen otras discriminaciones del área, varias y distintas extendidas para el conocimiento de las actividades realizadas, se las puede realizar del siguiente modo o similar: - Área directa: aquella que pertenece al proyecto y su operación, y donde a su vez, el proyecto es responsable de las disposiciones contaminantes generadas. Es factible clasificar el área directa en: - **Área por actividades generadoras de impactos:** corresponderá a las distintas actividades desarrolladas en la localización y ejecución del proyecto. - **Área receptora de residuos:** corresponderá a aquel sitio, rincón o sector del ámbito donde se generen residuos. - **Área indirecta:** corresponderá a un segundo anillo del emprendimiento/empresa, impactada indirectamente por la actividad/actividades del proyecto. Población potencial a ser impactada por los efectos causados al ambiente, en su mayoría, por actividades humanas consideradas en el análisis de riesgos, como la gastronomía marina y el turismo, permitiendo detectar este tipo de actividades.

Con semejanza a lo que se realiza para los impactos, previamente se deben identificar y caracterizar las ramas del conjunto de industrias u otras actividades dentro de una geografía. Se debe tener en cuenta que, aunque sea indudable las diferencias específicas de una actividad en los impactos, no es posible un efecto óptico respecto de la forma en que se cuantifiquen las distintas categorías utilizadas. A continuación, presentamos algunas de las herramientas para la gestión de riesgos más utilizadas, analizándolas individualmente, aunque

haremos hincapié en solo algunas pautas relevantes y mostraremos su utilización a través de ejemplos simples.

2.2.4.6. *Participación comunitaria y consulta pública en proyectos gasíferos*

La Ley de Hidrocarburos establece que en una fase exploratoria de un proyecto gasífero se debe convocar a audiencia pública previo al inicio de la misma y establecer comunicación con los pobladores cercanos al lugar de los trabajos. En el caso de una fase de desarrollo, debe convocarse a audiencia pública previo al inicio de los trabajos. La Ley de Consulta Previa establece que el estado peruano y las empresas tienen que adecuarse al proceso de la consulta previa. En perfiles y estudios de preinversión, se deben tener identificadas y priorizadas a las comunidades con las que se realizará el proceso; y, si se encuentra pendiente el proceso, considerar un PETI y ser autorizado por el ministerio correspondiente.

Para las actividades gasíferas en fase de planeamiento, se tienen como proyectos gasíferos: el Gasoducto Sur Peruano y el Gasoducto Andino del Sur. Para estas actividades se tiene que, durante su fase de planeamiento, obtener la principal autorización social de estas actividades. Aunar esfuerzos con el Gasoducto Sur Peruano para lograr un único proceso de participación ciudadana en la fase de planeamiento. El Gasoducto Sur Peruano se encuentra planificando los planes de campesinado. Asegurarse de no duplicar con el Gasoducto Andino del Sur. Además, la definición de los procesos de participación ciudadana en la fase de planeamiento y su ejecución deberán estar bajo la supervisión del grupo de gestión social y ambiental. De igual manera, los procesos de participación ciudadana en la fase de planeamiento deberán programarse conjuntamente.

2.2.4.7. Gestión de residuos en la industria gasífera

Para llevar a cabo una adecuada gestión de residuos, se debe definir la política de manejo, la responsabilidad política de articulación, la responsabilidad política de los diferentes actores involucrados en las distintas etapas del proceso, la capacidad operativa con dispositivos adecuados, así como los métodos de transporte, almacenamiento, tratamiento y/o disposición final de los residuos.

La industria gasífera genera grandes cantidades de residuos, los cuales repercuten en el ambiente. La mayoría son residuos peligrosos. Los productos químicos generan residuos, ya sea por envases y embalajes, como por procesos de mezclas, disoluciones, neutralizaciones, eliminaciones, separaciones, reciclaje, purificación, acondicionamiento y tratamiento. La clasificación de los residuos peligrosos requerirá de la aplicación de reglamentos locales que pueden variar de un país a otro o a medida que las condiciones regulatorias se vayan actualizando.

Los residuos domésticos generados dentro de instalaciones deben ser segregados en el lugar de origen. Las barreras para este proceso son factores como la capacidad limitada de almacenamiento, los horarios del área de residentes, el incumplimiento de los sistemas y/o procedimientos de declaración de residuos y las operaciones. Es necesario aplicar una clasificación previa de los residuos que se emitirán. Estos identificarán el uso de los recipientes, las estaciones de entrega y los sistemas de almacenamiento temporales y recipientes auxiliares.

2.2.4.8. Estrategias de mitigación de impactos ambientales en actividades gasíferas

Contaminación del aire en actividades gasíferas. Control de emisiones

gaseosas y difusas. Alternativas de mitigación. - La contaminación del aire en actividades gasíferas puede ocurrir tanto en superficie como en subsuelo. A nivel superficial, la contaminación se produce por la emisión de gases procedentes de diversos focos de origen y por la suspensión de partículas. Las emisiones gaseosas pueden ser asignadas a chimeneas y otros elementos estructurales, a equipos y plantas petroquímicas, a los campos de explotación, al tráfico rodado y a fuentes difusas como cuencas de agua y drenaje. En consecuencia, el control de la contaminación del aire en las actividades gasíferas dependerá de los sectores implicados y de las actividades desarrolladas dentro del ámbito minero. Entre las medidas para mitigar este tipo de impacto ambiental se encuentran: Aplicación de técnicas de control del grado de producción de gases y de emisiones, como por ejemplo la selección del método de explotación y producción más apropiado desde el punto de vista ambiental y del desarrollo conjunto de la explotación y el posterior procesamiento del gas. Diseño de estrategias y programas de vigilancia y control de emisiones contaminantes. Aplicación de sistemas de control de polución y emisiones, como pueden ser, por ejemplo, los sistemas de eliminación del riesgo asociado a las emisiones de gas o los sistemas de prevención que suelen estar relacionados con la identificación técnica y económica de los riesgos asociados a cada proyecto. Reducción del consumo de agua y de emisión de contaminantes atmosféricos y fáciles de manipular o tratamientos aplicados a las emisiones. Medidas de protección y prevención ambiental entre las que se destacan, entre otras, la evitación de tormentas de arena o la aplicación de plazos de acuerdo, en función del carácter de las emisiones, para diluir la cantidad a emitir y con ello atenuar las recuperaciones y el mantenimiento de los valores umbrales de los recursos

ambientales, tras la realización de un estudio completo y documentado de los impactos del medio receptor.

2.2.4.9. *Enfoques para la compensación de impactos negativos*

Las acciones para la gestión de impactos que normalmente sugieren son de tres tipos: evitación, mitigación y compensación. La secuencia en que estas acciones son sugeridas en los Estudios de Impacto Ambiental es la siguiente: primero, evitar la generación de impactos; luego, proponer medidas de mitigación y solo cuando estas dos no sean suficientes, proponer acciones de compensación. No obstante, la evaluación de impactos ambientales de otros países cuenta con una sección "Indemnizaciones y Compensaciones" en la que se incluyen medidas de mitigación que tienen que ver exclusiva o predominantemente con la compensación de impactos.

La compensación se genera directa o indirectamente; será directa cuando exista una manifestación física compensatoria inmediata de los impactos por reemplazar directamente los recursos provistos por el ecosistema objeto del impacto y, por consiguiente, provocar la perpetuación o restauración del sistema destruido, alterado o afectado negativamente. En el caso de la compensación indirecta, esta se produce cuando previa y sistemáticamente se realiza una valoración económica del impacto negativo, atribuyendo a través de sistemas fiscales y productos al capital humano, que se transforma en compensación monetaria, generalmente bajo la forma de tributo. A menudo, la compensación se adquiere directa o indirectamente como medida consultiva por la Dirección General del Sector de Hidrocarburos que desempeña una labor consultiva dentro de la Transferencia de Acceso a terrenos pertenecientes a la Comunidad Campesina.

2.3. Marco conceptual

Ambiente: Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que interactúan y condicionan la vida y el desarrollo de los organismos (Ministerio del Ambiente, 2022).

Impacto ambiental: Cambio en el ambiente, positivo o negativo, derivado de las actividades, productos o servicios de una organización (ISO, 2015).

Contaminación: Introducción de sustancias o energía en el ambiente en concentraciones que generan efectos adversos sobre la salud humana y los ecosistemas (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Desarrollo sostenible: Modelo de desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones (United Nations, 2020).

Ecosistema: Sistema dinámico formado por comunidades de organismos vivos y su entorno físico, que interactúan como una unidad funcional (UNEP, 2021).

Gestión ambiental: Conjunto de acciones, políticas y prácticas orientadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales generados por actividades humanas (Ministerio del Ambiente, 2022).

Residuos peligrosos: Residuos que presentan características de toxicidad, inflamabilidad, corrosividad o reactividad, representando un riesgo para la salud y el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2021).

Gestión de residuos peligrosos: Conjunto de operaciones que incluyen la generación, segregación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos (UNEP, 2021).

Segregación de residuos: Proceso de separación de residuos en la fuente, según sus características, para facilitar su manejo y tratamiento adecuado (MINAM, 2021).

Almacenamiento de residuos peligrosos: Acción de retener temporalmente residuos peligrosos en condiciones seguras, evitando riesgos de contaminación o exposición (World Bank, 2022).

Tratamiento de residuos peligrosos: Proceso mediante el cual se reduce, neutraliza o elimina la peligrosidad de los residuos antes de su disposición final (UNEP, 2021).

Disposición final: Etapa final del manejo de residuos, en la cual estos son confinados o eliminados de manera controlada para minimizar impactos ambientales (MINAM, 2021).

Control de la contaminación: Conjunto de medidas técnicas y operativas destinadas a prevenir, reducir o eliminar la emisión de contaminantes al ambiente (World Bank, 2022).

Sistema de gestión ambiental: Estructura organizativa que permite gestionar los impactos ambientales de una organización, basada en políticas, procedimientos y mejora continua (ISO, 2015).

Prevención de la contaminación: Uso de prácticas, procesos y materiales que reducen o eliminan la generación de contaminantes en la fuente (United Nations Environment Programme, 2021).

Capítulo III

Marco metodológico

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El enfoque de la investigación es mixto y el tipo de investigación es aplicada, pues recurre a información existente y a datos obtenidos en campo para desarrollar un estudio orientado a determinar una problemática ambiental concreta. Al respecto, Ramos (2022), citando a Ñaupas et al., señala que: “La investigación aplicada, basándose en los resultados de la investigación básica, pura o fundamental, se orienta a resolver los problemas (...)” (p. 20).

La elección del enfoque mixto responde a la necesidad de abordar el fenómeno de estudio desde una perspectiva integral, considerando tanto la medición objetiva de la relación entre la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación, como la interpretación de las condiciones operativas, organizacionales y ambientales en las que se desarrolla dicho proceso en el sector gasífero. En ese sentido, el componente cuantitativo permite medir el comportamiento de las variables mediante datos obtenidos a través de instrumentos estructurados, como encuestas, listas de cotejo y registros documentales, los cuales son procesados mediante frecuencias, porcentajes,

gráficos y análisis correlacional.

Asimismo, el componente cualitativo permite interpretar las prácticas de gestión de residuos peligrosos, las condiciones de almacenamiento, los criterios normativos de auditoría interna, la cultura de bioseguridad, los niveles de conocimiento del personal y las condiciones de seguridad observadas en el entorno de estudio. Este componente se sustenta en la observación directa, el análisis documental y la ficha de auditoría, permitiendo complementar los resultados cuantitativos con una lectura técnica de las evidencias observadas en campo.

Por otro lado, el carácter aplicado de la investigación se sustenta en que el conocimiento generado se orienta a la atención de un problema concreto de gestión ambiental en la provincia de La Convención – Cusco, donde la inadecuada manipulación, control y disposición de residuos peligrosos puede incidir en el incremento de los niveles de contaminación. En este sentido, la investigación no solo busca establecer relaciones entre variables, sino también proporcionar evidencia empírica y técnica que permita fundamentar la toma de decisiones, fortalecer las acciones de control ambiental y proponer mejoras en los sistemas de gestión ambiental del sector gasífero analizado.

Con esta redacción, el estudio mantiene su carácter aplicado y, al mismo tiempo, formaliza el enfoque mixto, debido a que integra el análisis cuantitativo de los datos con la interpretación cualitativa de las condiciones reales de gestión, control y fiscalización ambiental.

3.1.2. Diseño de investigación

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), los estudios correlacionales tienen como finalidad identificar la existencia y magnitud de la relación entre dos o más variables en un contexto determinado, sin establecer necesariamente relaciones de causalidad.

En este sentido el presente estudio es Correlacional. Debido a que se trata de establecer relación entre la Gestión de Residuos Peligrosos y el Control de la contaminación que se produce en las actividades gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco.

$$\begin{array}{ccc} & & O_1 \\ & & \downarrow \\ M & r & \\ & & O_2 \end{array}$$

Donde:

M = Muestra.

O₁ = Gestión de los residuos sólidos.

O = Control de la contaminación.

R = Relación entre ambas variables.

3.2. Variables de estudio

3.2.1. Variable independiente.

Gestión de Residuos peligrosos.

Definición conceptual

“La gestión de residuos peligrosos comprende el conjunto de actividades técnicas, administrativas y operativas orientadas a la identificación, segregación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos que, por

sus características de toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, patogenicidad u otras propiedades peligrosas, representan riesgo para la salud humana y el ambiente” (DIGESA 2018).

Definición operacional

La gestión de residuos peligrosos se evaluará a partir del nivel de cumplimiento de prácticas técnicas y operativas en el manejo de dichos residuos dentro de las actividades gasíferas, considerando dimensiones como la planificación, segregación, almacenamiento, transporte y control de riesgos. Estas dimensiones serán medidas mediante indicadores específicos recogidos a través de instrumentos como cuestionarios y listas de cotejo, permitiendo determinar el grado de eficiencia en la gestión de residuos peligrosos en el área de estudio.

3.2.2. Variable dependiente.

Control de la contaminación

Definición conceptual

El control de la contaminación comprende el conjunto de acciones preventivas, correctivas, técnicas y operativas orientadas a reducir, controlar o evitar la liberación de contaminantes al ambiente, producto de las actividades desarrolladas por las empresas gasíferas (Castro y Castillo. 2024. P. 138).

Definición operacional

El control de la contaminación se evaluará a partir del nivel de implementación de medidas preventivas y correctivas en las actividades gasíferas, considerando dimensiones como la planificación ambiental, control de emisiones, manejo de residuos y cumplimiento de normas ambientales. Estas

dimensiones serán medidas mediante indicadores específicos obtenidos a través de encuestas y listas de cotejo aplicadas a los trabajadores, permitiendo determinar el grado de eficacia del control de la contaminación en el área de estudio.

3.2.3. Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 2.

Matriz de operacionalización

Variable	Dimensiones	Tipo de dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Gestión de residuos peligrosos	Segregación de residuos peligrosos	Cuantitativa	Nivel de segregación de residuos peligrosos	Observación directa / encuesta	Lista de cotejo / cuestionario
	Almacenamiento temporal	Cuantitativa	Condiciones de almacenamiento de residuos peligrosos	Observación directa	Lista de cotejo
	Señalización y rotulado	Cuantitativa	Cumplimiento de señalización relacionada con residuos peligrosos	Observación directa / encuesta	Lista de cotejo / cuestionario
	Caracterización de residuos peligrosos	Cuantitativa	Porcentaje y tipo de residuos peligrosos identificados	Análisis documental	Ficha de registro documental
	Criterios normativos de auditoría interna	Cualitativa	Cumplimiento observado de criterios técnicos y normativos	Auditoría interna / análisis documental	Ficha de auditoría
	Cultura de bioseguridad percibida	Cualitativa	Percepción del trabajador sobre prácticas seguras, capacitación y manejo de residuos peligrosos	Encuesta / observación directa	Cuestionario / ficha de observación
	Control de efluentes y emisiones	Cuantitativa	Existencia de registros de efluentes, emisiones y residuos controlados	Análisis documental	Ficha documental
Control de la contaminación	Medidas preventivas y correctivas	Cuantitativa	Número o cumplimiento de acciones de control ambiental implementadas	Observación directa / auditoría	Lista de cotejo / ficha de auditoría
	Fiscalización operativa	Cualitativa	Efectividad percibida de la supervisión y control operativo	Encuesta / análisis documental	Cuestionario / ficha de auditoría
	Impacto socioambiental percibido	Cualitativa	Percepción sobre daños, recuperación de áreas y riesgos ambientales	Encuesta	Cuestionario

3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación está constituida por los trabajadores que participan en las actividades gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco, en tanto son los sujetos que interactúan directamente con los procesos de gestión de residuos peligrosos y las prácticas de control de la contaminación. A través de ellos se obtiene información relevante sobre las condiciones operativas, niveles de cumplimiento y aplicación de medidas ambientales en el contexto estudiado.

3.4. Población y muestra.

3.4.1. Población.

La población se define como el conjunto total de elementos, individuos o unidades de análisis que comparten características comunes y sobre los cuales se desea realizar inferencias en una investigación (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En el presente estudio, la población está conformada por un total de 780 trabajadores que participan en las actividades gasíferas en el valle de La Convención, Cusco, durante el año 2021. La selección de esta población se fundamenta en que dichos trabajadores constituyen la unidad de análisis del estudio.

3.4.2. Muestra.

La muestra es un subconjunto de la población, seleccionado con el propósito de representar sus características y permitir la obtención de datos que puedan generalizarse al total de la misma (Hernández-Sampieri & Mendoza,

2018).

En la presente investigación, la muestra está constituida por 100 trabajadores de las actividades gasíferas en el valle de La Convención, Cusco, durante el año 2021. La selección de la muestra responde a criterios de accesibilidad y disponibilidad de los sujetos de estudio, empleándose un muestreo de tipo no probabilístico. Este tipo de muestreo resulta pertinente en estudios correlacionales aplicados, donde el acceso a la totalidad de la población puede ser limitado y se requiere trabajar con sujetos que presentan características directamente relacionadas con el fenómeno analizado. Asimismo, el tamaño de la muestra se considera adecuado para identificar patrones de relación entre las variables de estudio, garantizando la obtención de información empírica suficiente para el análisis planteado.

3.4.3. Muestreo

El muestreo es el procedimiento mediante el cual se selecciona una muestra a partir de una población, con la finalidad de obtener información representativa para el análisis de un fenómeno de estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En la presente investigación, se empleó un muestreo de tipo no probabilístico, específicamente por conveniencia, debido a que la selección de los participantes estuvo condicionada por criterios de accesibilidad, disponibilidad y participación voluntaria de los trabajadores del sector gasífero en la provincia de La Convención.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron seleccionados en función del enfoque mixto de la investigación, considerando la necesidad de obtener información cuantitativa y cualitativa sobre la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación en las actividades de empresas gasíferas de la provincia de La Convención – Cusco, 2021.

Desde el componente cuantitativo, se empleó el cuestionario estructurado con escala tipo Likert, aplicado a una muestra de 100 trabajadores del sector gasífero. Este instrumento permitió recoger datos medibles sobre el conocimiento, percepción, prácticas de manejo, señalización, capacitación, condiciones de seguridad y control de la contaminación relacionados con los residuos peligrosos. Los datos obtenidos fueron organizados en tablas de frecuencia, porcentajes y gráficos, permitiendo describir el comportamiento de las variables de estudio.

Desde el componente cualitativo, se incorporó formalmente el análisis de contenido aplicado a las fichas de auditoría ambiental y a las listas de cotejo de fiscalización. Estos instrumentos permitieron sistematizar evidencias observadas en campo y documentos relacionados con la segregación, almacenamiento, rotulado, confinamiento, cumplimiento normativo, medidas de seguridad y acciones de control ambiental. De esta manera, el componente cualitativo permitió interpretar las condiciones reales de manejo de residuos peligrosos y complementar los resultados obtenidos mediante el cuestionario.

3.5.1. Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son procedimientos sistemáticos

utilizados para obtener información relevante sobre las variables de estudio, permitiendo su análisis e interpretación en función de los objetivos de la investigación.

En la presente investigación se emplearon las siguientes técnicas:

- **Encuesta:** se utilizó como técnica cuantitativa, mediante la aplicación de un cuestionario estructurado con escala tipo Likert a 100 trabajadores del sector gasífero. Esta técnica permitió recolectar información medible sobre el nivel de conocimiento, percepción y prácticas relacionadas con la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación.
- **Observación directa:** se empleó como técnica cualitativa y de verificación en campo, permitiendo identificar las condiciones reales de la gestión de residuos peligrosos, las prácticas de almacenamiento, segregación, señalización, rotulado, confinamiento y medidas de control ambiental aplicadas en las actividades gasíferas.
- **Análisis documental:** permitió revisar reportes, registros, normativas, fichas de auditoría ambiental y listas de cotejo de fiscalización relacionadas con la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación. Esta técnica permitió complementar la información obtenida mediante la encuesta y la observación directa.
- **Análisis de contenido:** se incorporó como técnica cualitativa para sistematizar e interpretar la información registrada en las fichas de auditoría ambiental y listas de cotejo de fiscalización. A través de esta técnica se organizaron las evidencias en categorías como

cumplimiento normativo, condiciones de almacenamiento, seguridad operativa, fiscalización ambiental y acciones de control de residuos peligrosos.

3.5.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos son herramientas específicas que permiten aplicar las técnicas de investigación y registrar la información de manera ordenada, sistemática y verificable.

En el presente estudio se emplearon los siguientes instrumentos:

- **Cuestionario estructurado:** instrumento cuantitativo compuesto por ítems cerrados con escala tipo Likert, aplicado a una muestra de 100 trabajadores. Permitió medir la percepción y el nivel de conocimiento de los trabajadores sobre la gestión de residuos peligrosos, las condiciones de seguridad, la capacitación recibida, la señalización, el confinamiento y las acciones de control de la contaminación.
- **Lista de cotejo de fiscalización:** instrumento de verificación utilizado para registrar la presencia o ausencia de criterios técnicos relacionados con la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación. Permitió evaluar aspectos como segregación, almacenamiento temporal, rotulado, señalización, disponibilidad de equipos, condiciones de seguridad y cumplimiento de medidas de control ambiental.
- **Ficha de auditoría ambiental:** instrumento cualitativo utilizado para registrar evidencias técnicas y documentales sobre el cumplimiento

de criterios ambientales, normativos y operativos. Permitió identificar hallazgos vinculados con el manejo de residuos peligrosos, las acciones de control ambiental, la fiscalización operativa y las condiciones observadas en el área de estudio.

- **Ficha de análisis documental:** instrumento empleado para organizar y sistematizar información procedente de reportes, registros, documentos técnicos, normativa ambiental y evidencias relacionadas con la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación. Su aplicación permitió contrastar la información documental con los resultados obtenidos mediante encuesta, observación directa y auditoría ambiental.

En conjunto, estos instrumentos permitieron validar el enfoque mixto de la investigación, debido a que el cuestionario estructurado aportó información cuantitativa, mientras que las fichas de auditoría ambiental, listas de cotejo de fiscalización y análisis documental aportaron información cualitativa para interpretar las condiciones reales de gestión y control ambiental en el sector gasífero analizado.

3.6. Análisis e interpretación de la información

En la presente investigación, los datos recolectados a través de los instrumentos aplicados fueron organizados, codificados y procesados mediante el uso de herramientas informáticas, específicamente el programa Microsoft Excel. Se empleó un análisis estadístico de tipo descriptivo, mediante la elaboración de tablas de frecuencia, porcentajes y gráficos, con el fin de caracterizar las variables de estudio.

Asimismo, se desarrolló un análisis inferencial de tipo correlacional, orientado a determinar la relación entre la gestión de residuos peligrosos y el control de la contaminación. Para ello, se aplicaron pruebas estadísticas adecuadas al tipo de datos recolectados, permitiendo establecer el grado de asociación entre las variables.

Finalmente, la interpretación de los resultados se realizó en función de los objetivos de la investigación, contrastando los hallazgos obtenidos con el marco teórico y antecedentes del estudio, lo que permitió formular conclusiones fundamentadas sobre el comportamiento de las variables en el contexto del sector gasífero de la provincia de La Convención – Cusco.

Capítulo IV

Análisis, discusión y resultados obtenidos

4.1. Resultados obtenidos

4.1.1. Situación del estudio

4.1.1.1. Ubicación geográfica

La provincia de La Convención es parte de la Región Cusco, es una de las 13 que conforman esta región, sus límites son por el Noroeste con la región Junín, por el Norte con la región Ucayali, por el Este con la región de Madre de Dios, por el Sur con las provincias cusqueñas de Calca, Urubamba y Anta y por el Oeste con las regiones de Ayacucho y Apurímac, por tanto está al norte de la ciudad de Cusco, con un clima muy variado, tiene como capital a la ciudad de Quillabamba (1 050 msnm), tiene 16 pisos ecológicos lo que propicia diversa producción agrícola y ocupa el 48% de la extensión de la región, tiene más de 180 mil habitantes, esta provincia se divide en 18 distritos, Echarate es uno de ellos y ocupa el 63% de todo el territorio y en sus límites se ubica la Reserva de hidrocarburos de Camisea, con reservas de 13 trillones de pies cúbicos de gas natural y 660 millones de barriles de líquidos, Megantoni es el que tiene la mayor proyección y riqueza en este se encuentran los lotes 56, 57, 58 y 88 que son los pozos principales de Camisea, los demás distritos no tienen reservas como los

mencionados.

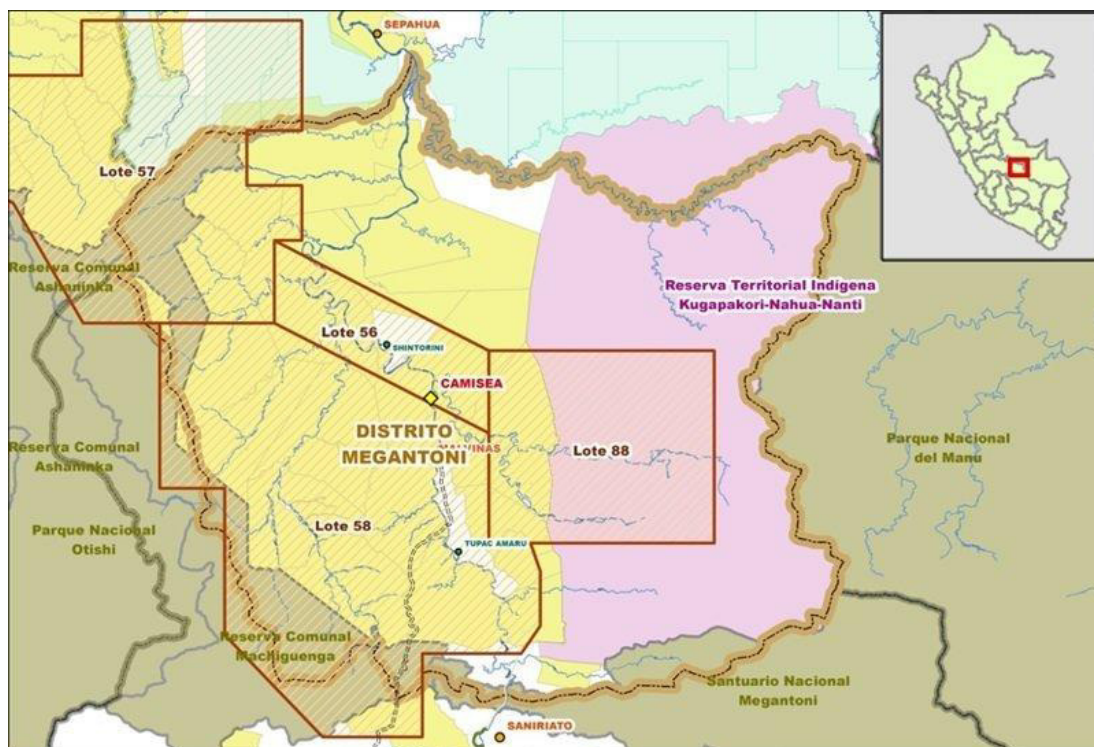


Figura 1. Mapa con la distribución de los lotes gasíferos.

Fuente: <https://convoca.pe/investigacion/abundancia-y-muerte-conviven-en-el-distrito-mas-rico-del-peru>

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) en su publicación (2005) se extraen y resumen aspectos como: “Los suelos son favorables para el desarrollo forestal y de especies agrícolas propias de la selva alta por lo general, con respecto al agua es propicia la zona por la presencia de grandes cumbres, lo que convierten a la zona en promisoría por la densa red hidrográfica, sin embargo no se aprovecha por las dificultades geográficas del lugar, que pertenece a la cuenca Bajo Urubamba y es la sub cuenca Camisea de 1709.14 km² y corresponde al 5.39% del territorio, sus ríos son irregulares pero en épocas de creciente su caudal es alto, ríos como el Camisea alcanzan 130.82 km, Mishagua de 199.33 km, Serjaji de 90.08 km, Cashiriari de 74.84 km, Pocorari de 53.80 km, Rija de 43.57 km y Cirialo de 18.92 km, con un caudal de 106.4 a 158.3 m³/seg, la zona es considerada como Bosque muy húmedo subtropical, en el que prima la

actividad forestal que está generando cierta deforestación y la actividad agropecuaria es muy incipiente por las condiciones de la zona, su valor energético no solo es de hidrocarburos, sino de pequeños yacimientos cupríferos y polimetálicos, además de reportes de presencia de uranio, además de no metálicos como arcilla, grava, roca ornamental, puzolana y caliza, este último en cantidades muy pequeñas”. (MEM, 2005, p. 36 a 94)

Continúa el texto: “Existen conflictos ambientales en la zona, unos porque las actividades productivas y extractivas exceden la capacidad natural de los suelos, provocando pérdida de la cobertura vegetal y propiciando escorrentía y erosión, lo que afecta la biodiversidad y genera dificultades para la actividad agropecuaria, se aprecia el daño en las purmas y desertificaciones provocadas” (MEM, 2005, p. 94 a 96).

Existen en la zona de Camisea entre Santa Ana y Vilcabamba importantes reservas de gas natural y petróleo las mismas que generan actividades en muchas empresas que laboran en diferentes actividades, estas actividades generan residuos sólidos, muchos de ellos son residuos peligrosos por su nivel de toxicidad, estas empresas son:

- Consorcio Mantenimiento de Gasoductos del Perú (CMgP), dedicado al mantenimiento del Gasoducto Camisea.
- Estudios Técnicos S.A. (ETSA), dedicado al mantenimiento del Gasoducto del Sur
- REPSOL, en actividades de extracción y envío a través de los Gasoductos: Tramo I: Kinteroni - Nuevo Mundo y Tramo II: Pagoreni A – Malvinas.



Figura 2. Recorrido dual del Gasoducto de Camisea.

Fuente: <http://www.planteamientosperu.com/2012/10/gas-de-camisea-vulnerabilidad-operativa.html>

Al igual que este Gasoducto que recorre 123 km hacia Pisco y 176 km hacia Lima, los problemas son ambientales desde la misma construcción y ya en operaciones por las emanaciones y la extracción misma.

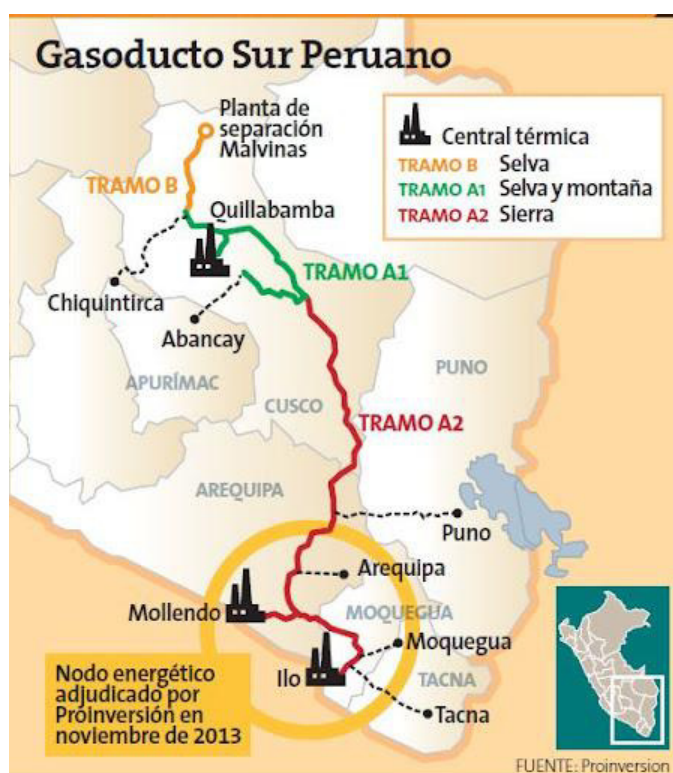


Figura 3. Recorrido del Gasoducto del Sur.

Fuente: <https://www.servindi.org/actualidad/68306>

4.1.1.2. Pozos de gas

El lote 88 de la Compañía Pluspetrol Perú Corporation S.A., conocido como Camisea, en el cual se agrupan dos estructuras de gas y condensados localizadas en las inmediaciones del río Camisea, a unos 20 km. de la margen derecha del río Urubamba, este incluye los yacimientos San Martín y Cashiriari; San Martín se compone de dos locaciones: San Martín 1 y San Martín 3; mientras que Cashiriari dispone también de dos locaciones Cashiriari 1 y Cashiriari 3. En marzo de 1984 se efectuó el primer descubrimiento en la estructura de San Martín, mediante la perforación y terminación del Pozo 42-46-1X. Dos años más tarde se realiza el segundo descubrimiento en el Anticlinal Cashiriari, al sur del anterior, durante el 2012 se iniciaron los trabajos de exploración en una nueva locación denominada San Martín Este.

Los pozos correspondientes a la locación San Martín, así como su tipo de operación, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Pozos en la Locación San Martín:

Locación	Pozo	Tipo
San Martín 1	SM – 1X	Productor
	SM – 1001	Productor
	SM – 1002	Productor
	SM – 1003	Productor
	SM – 1004	Productor
San Martín 3	SM – 3X	Reinyector
	SM – 1005	Reinyector
	SM – 1006	Reinyector

Fuente: OSINERGMIN, 2023

El pozo productor es un pozo perforado del que se extrae gas natural en bruto o condensados como el butano o propano y un tanto de agua, que se procesa para ser distribuido.

Un pozo reinyector de gas es un pozo de servicio en el que se inyecta gas para mantener la presión de un yacimiento de petróleo, este se obtiene de pozos de producción o importarlo, se inyecta en la sección superior del yacimiento de gas, tiene como objetivo incrementar la recuperación de petróleo, este procedimiento tiene como objetivo el mantenimiento de presión o de recuperación mejorada de petróleo.

Los pozos correspondientes a la locación Cashiriari, junto con su clasificación, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.

Pozos en la Locación Cashiriari

Locación	Pozo	Tipo
Cashiriari 1	CR – 1CRI	Reinyección de cortes de perforación
	CRI1 – 1R	Productor
	CR – 1001D	CR – 1002D
	CR – 1002D	Productor
	CR – 1003D	Productor
	CR – 1004D	Productor
Cashiriari 3	CR – 3CRI	Reinyección de cortes de perforación
	CRI1 – 3ST2	Productor
	CR – 1005D	CR – 1002D
	CR – 1006D	Productor
	CR – 1007D	Productor
	CR – 1008D	Productor

Fuente: OSINERGMIN, 2023

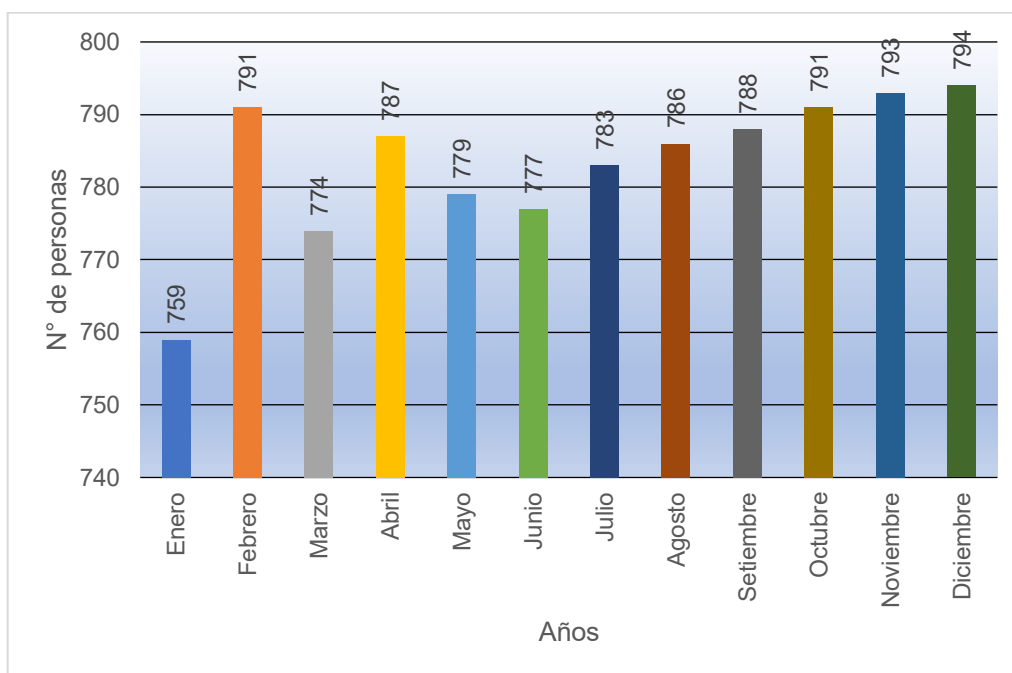
Dentro de esta área existen empresas que operan y todas ellas generan residuos peligrosos y no peligrosos, dada la naturaleza del estudio, se presentan ambos casos y se analiza luego lo referido a los residuos peligrosos que fue la materia del estudio.

La distribución de la población involucrada en las actividades gasíferas durante el año 2021 se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5.*Población en las Actividades gasíferas*

Mes	Total
Enero	734
Febrero	771
Marzo	774
Abril	777
Mayo	779
Junio	782
Julio	783
Agosto	785
Setiembre	788
Octubre	791
Octubre	791
Noviembre	793
Diciembre	794
Promedio	779.25

Fuente: MEM y MPT 2021.

**Figura 4.** Población de trabajadores por meses en las actividades gasíferas.

Nota: Adaptado de Tabla 5.

Comentario:

Se puede apreciar que existe una población que regularmente fluctúa entre los 759 a los 794 trabajadores de toda índole y clase dentro de la zona de extracción observada, siendo el promedio de 783 personas que laboran en la zona en el año 2021.

4.1.2. Caracterización de residuos peligrosos

4.1.2.1. Residuos no peligrosos

Con el propósito de analizar la generación de residuos no peligrosos en las actividades gasíferas, se presenta la información correspondiente al volumen de residuos generados por mes, considerando variables como el promedio por persona, la cantidad diaria y la proyección mensual, tal como se muestra en la Tabla 6. Estos datos permiten identificar el comportamiento de la generación de residuos a lo largo del año 2021.

Asimismo, para complementar este análisis, se presenta la caracterización de los residuos no peligrosos generados, en función de su tipo, peso y porcentaje de participación, lo cual permite conocer la composición de dichos residuos y su predominancia dentro del total generado, tal como se observa en la Tabla 7.

Tabla 6.

Residuos generados por mes

Mes	Promedio	Persona	Diario	Mensual
Enero	0.36	759	273.24	8470.44
Febrero	0.37	791	292.67	8194.76
Marzo	0.39	774	301.86	9357.66
Abril	0.41	787	322.67	9680.1
Mayo	0.36	779	280.44	8693.64
Junio	0.28	777	217.56	6526.8
Julio	0.41	783	321.03	9951.93
Agosto	0.39	786	306.54	9502.74
Setiembre	0.36	788	283.68	8510.4
Octubre	0.36	791	284.76	8827.56
Noviembre	0.38	793	301.34	9040.2
Diciembre	0.42	794	333.48	10337.88
Promedio		783.5	293.27	8924.51

Fuente: Archivos documentales

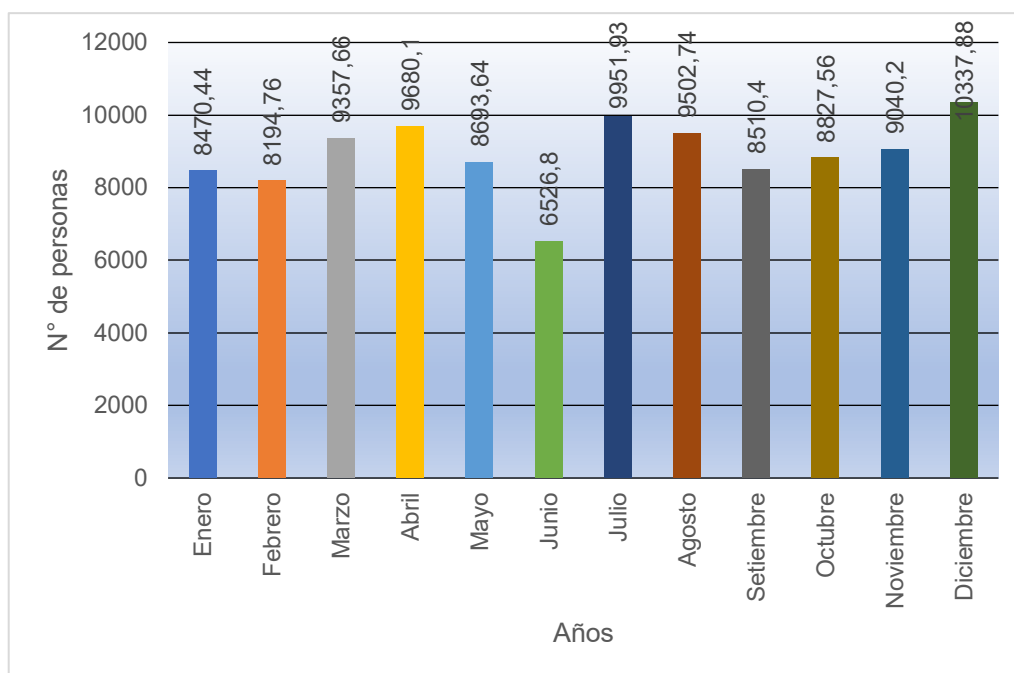


Figura 5. Generación de residuos sólidos por mes.

Nota: Adaptado de Tabla 6.

Comentario:

Se puede apreciar que existe (como es normal) generación de residuos sólidos, los que se aprecian entre 270 a 293 kg diarios con un promedio de 293.97 kg diarios de residuos sólidos no peligrosos y de acuerdo con el gráfico se aprecia que se tiene de 8470 a 8195 kg residuos sólidos con un promedio de 8 294.51 kg.

Tabla 7.

Caracterización de residuos sólidos no peligrosos

Tipo	Peso	%
Papel	7.84	2.66
Cartón	4.34	1.47
Vidrio	7.72	2.61
Metal	13.78	4.67
Plásticos	6.04	2.05
Materia Orgánica	176.67	59.83
Materia Inerte (tierra)	43.33	14.67
Telas	4.66	1.58
Pañales	12.43	4.21
Papel Higiénico	7.51	2.54
Toallas Higiénicas	2.11	0.71
Productos Farmacéuticos	3.40	1.15
Pilas y Baterías	1.94	0.66
Fluorescente y Focos	1.26	0.43
Tecnopor	1.04	0.35
Porcelana	1.20	0.41
Sumatorias	295.27	100.00

Fuente: Registro de las empresas

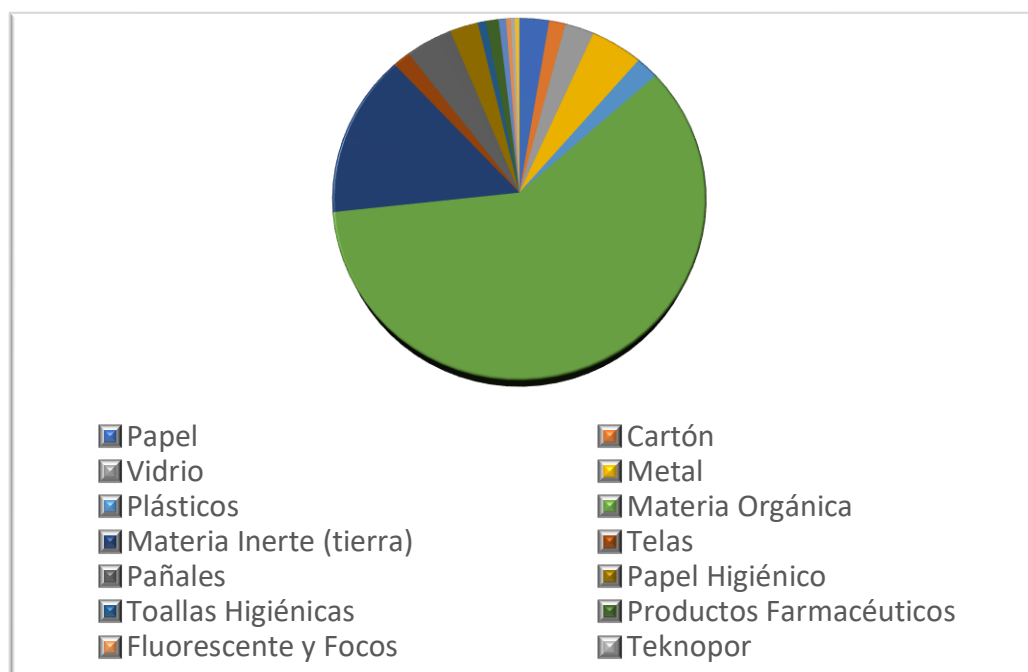


Figura 6. Caracterización de residuos sólidos no peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 7.

Comentario:

Como se puede apreciar los residuos sólidos son variados por su uso doméstico o administrativo de carácter no peligroso, siendo mayor la carga orgánica, con un 59.83 en promedio, y las porcelanas el menor porcentaje con 0.41%.

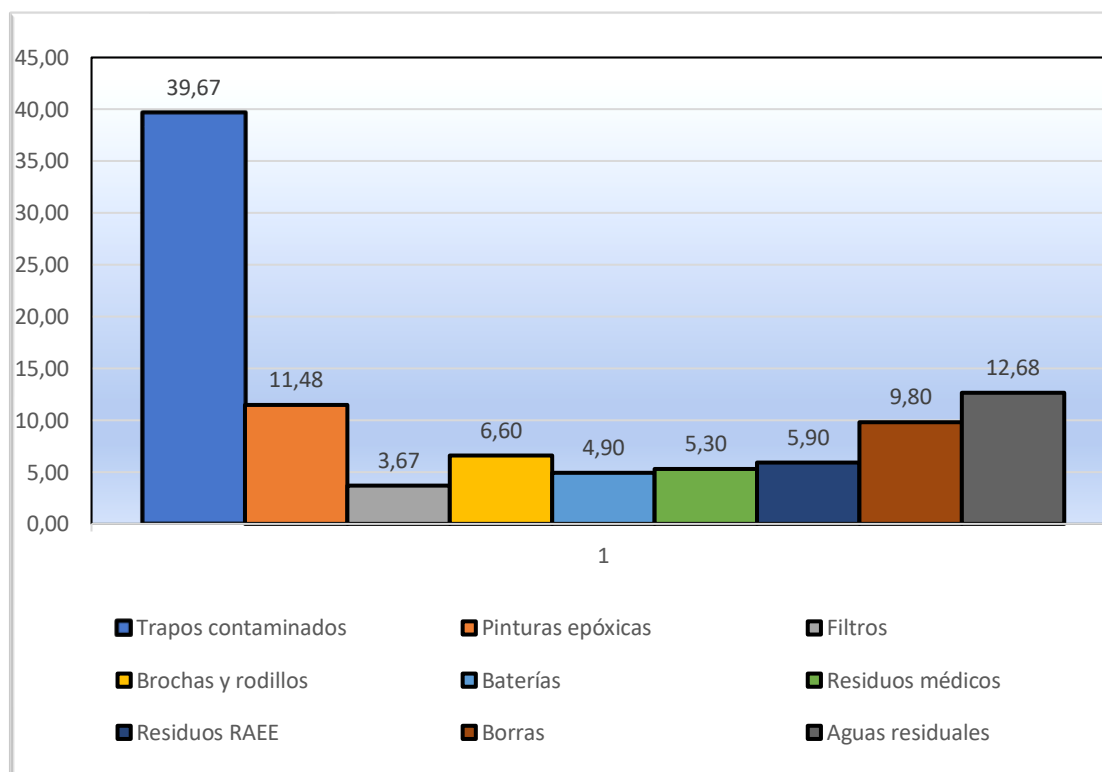
4.1.2.2. Residuos peligrosos

Con el fin de analizar la composición de los residuos peligrosos generados en las actividades gasíferas, se presenta la caracterización de dichos residuos en función de su tipo, peso y porcentaje de participación dentro del total generado. Esta información permite identificar los residuos predominantes y evaluar su potencial impacto ambiental, tal como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8.*Caracterización de residuos peligrosos*

Tipo	Peso	%
Trapos contaminados	156.70	39.67
Pinturas epóxicas	45.35	11.48
Filtros	14.50	3.67
Brochas y rodillos	26.07	6.60
Baterías	19.36	4.90
Residuos médicos	20.94	5.30
Residuos RAEE	23.31	5.90
Borras	38.71	9.80
Aguas residuales	50.09	12.68
Sumatorias	395.03	100.00

Fuente: Registro de las empresas 2021

**Figura 7.** Generación promedio de residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 8.

Comentario:

Se puede apreciar que los residuos más generados son los trapos o residuos textiles impregnados de borra de petróleo y otros hidrocarburos que representan el 39,67% de los mismos, luego las pinturas epóxicas que son un 11.48% y las aguas residuales que representan a un 12.68% de los residuos en general.

4.1.3. Encuesta de gestión de residuos peligrosos

Con el propósito de evaluar la gestión de residuos peligrosos en las actividades gasíferas, se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los trabajadores, considerando aspectos como el nivel de conocimiento, percepción del riesgo, señalización, capacitación, condiciones de seguridad, efectos generados, medidas de control y recuperación ambiental. Estos resultados permiten analizar de manera integral las prácticas y condiciones relacionadas con el manejo de residuos peligrosos, tal como se muestra en las Tablas 9 a 16.

Tabla 9.

Conocimiento de residuos peligrosos

Respuesta	f_i	p_i
Totalmente de acuerdo	17	17.00
De acuerdo	37	37.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	29	29.00
Totalmente en desacuerdo	15	15.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: Encuesta aplicada

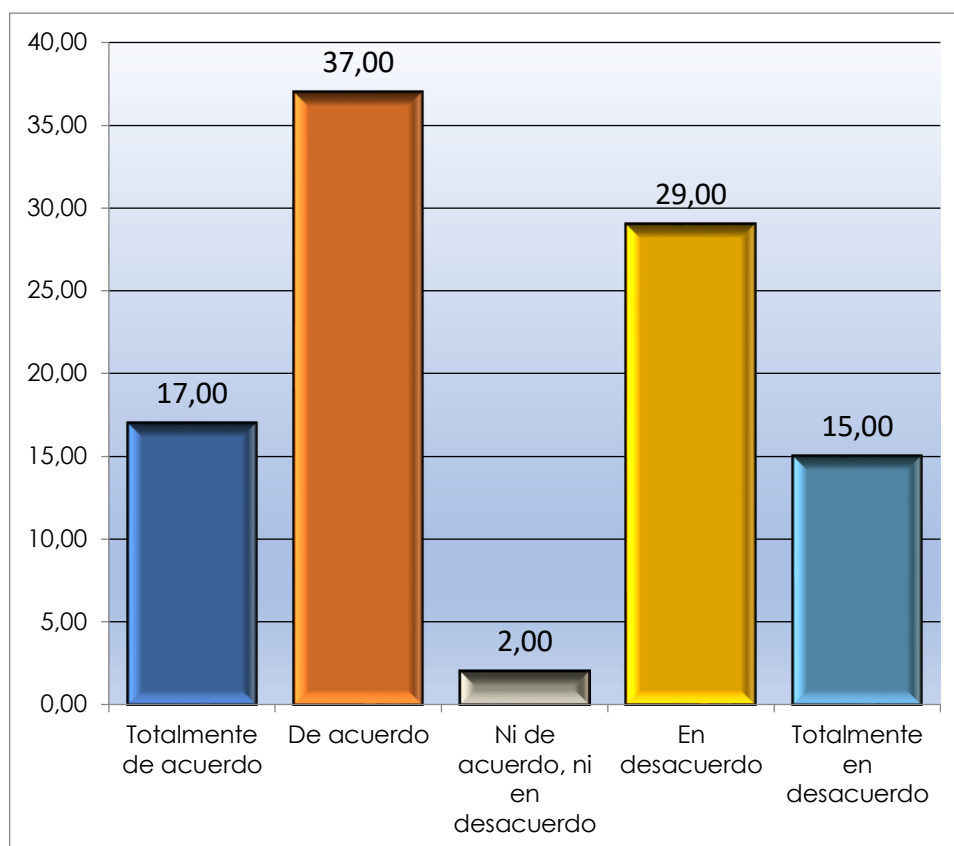


Figura 8. Conocimiento de Residuos Peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 9.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto al conocimiento de residuos peligrosos que el 17% considera que está totalmente de acuerdo, 37% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 29% que está en desacuerdo y el 15% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 10.

Conocimiento del riesgo de los residuos peligrosos

Respuesta	f _i	p _i
Totalmente de acuerdo	69	69.00
De acuerdo	25	25.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	3	3.00
Totalmente en desacuerdo	1	1.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: Encuesta aplicada

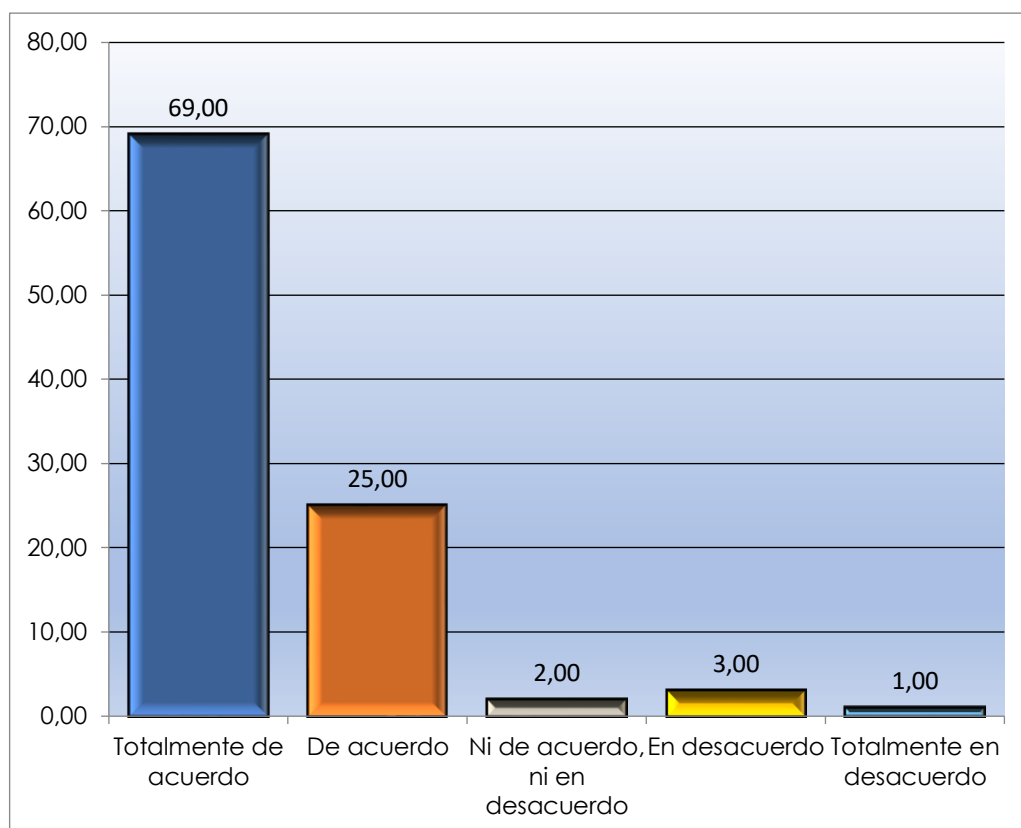


Figura 9. Conocimiento de Riesgos que representan los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 10.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto al conocimiento del riesgo que representan los residuos peligrosos que el 69% considera que está totalmente de acuerdo, 25% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 3% que está en desacuerdo y el 1% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 11.

Señalización relacionada con los residuos peligrosos

Respuesta	f_i	p_i
Totalmente de acuerdo	51	51.00
De acuerdo	41	41.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	5	5.00
Totalmente en desacuerdo	1	1.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: encuesta aplicada

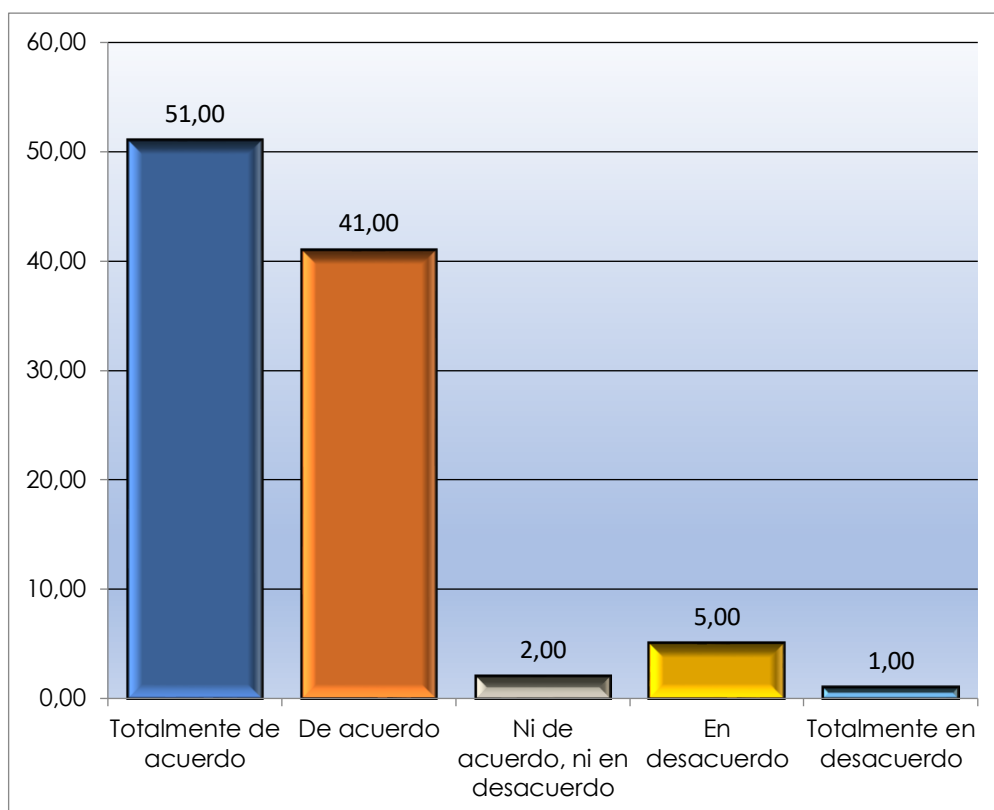


Figura 10. Señalización sobre los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 11.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto la señalización relacionada con los residuos peligrosos que el 51% considera que está totalmente de acuerdo, 41% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 5% que está en desacuerdo y el 1% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 12.

Capacitación relacionada con los residuos peligrosos

Respuesta	f _i	p _i
Totalmente de acuerdo	31	31.00
De acuerdo	49	49.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	10	10.00
Totalmente en desacuerdo	8	8.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: encuesta aplicada

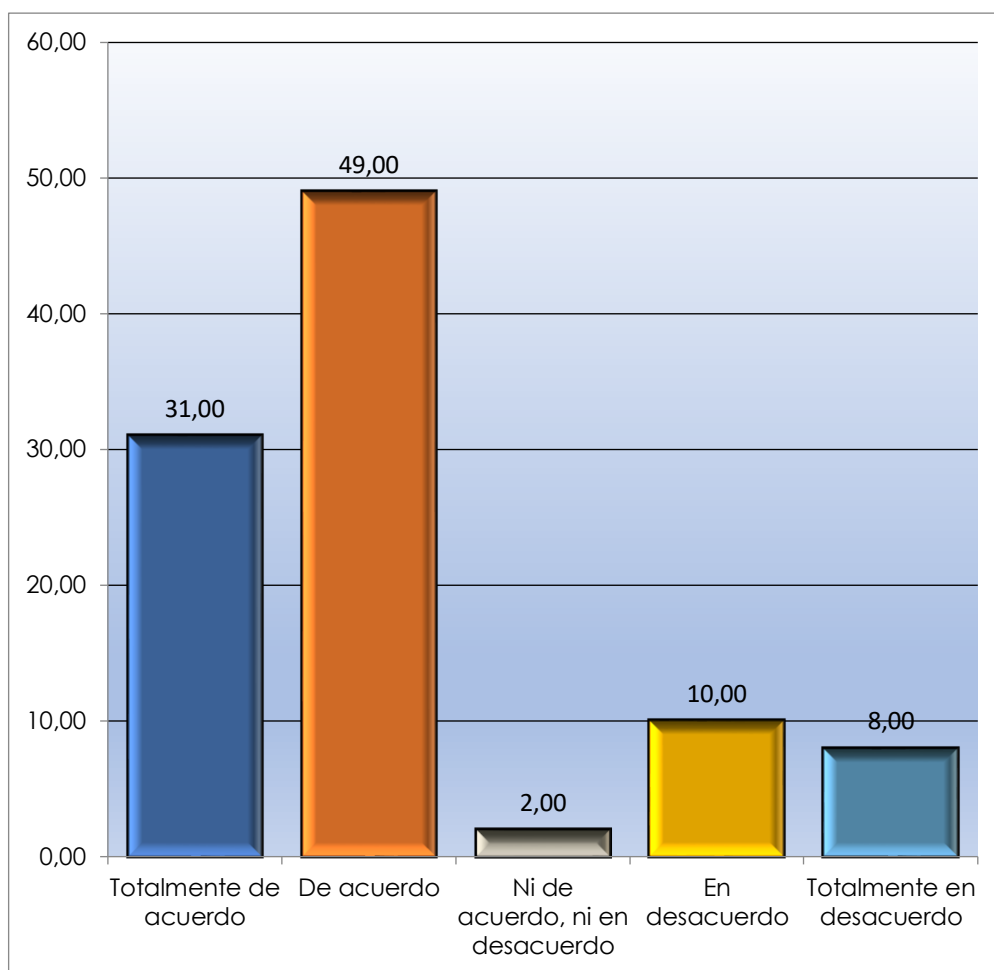


Figura 11. Capacitación relacionada con los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 12.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto a la capacitación relacionada con los residuos peligrosos que el 31% considera que está totalmente de acuerdo, 49% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 10% que está en desacuerdo y el 8% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 13.

Condición segura de los residuos peligrosos

Respuesta	f _i	p _i
Totalmente de acuerdo	29	29.00
De acuerdo	23	23.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	38	38.00
Totalmente en desacuerdo	8	8.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: encuesta aplicada

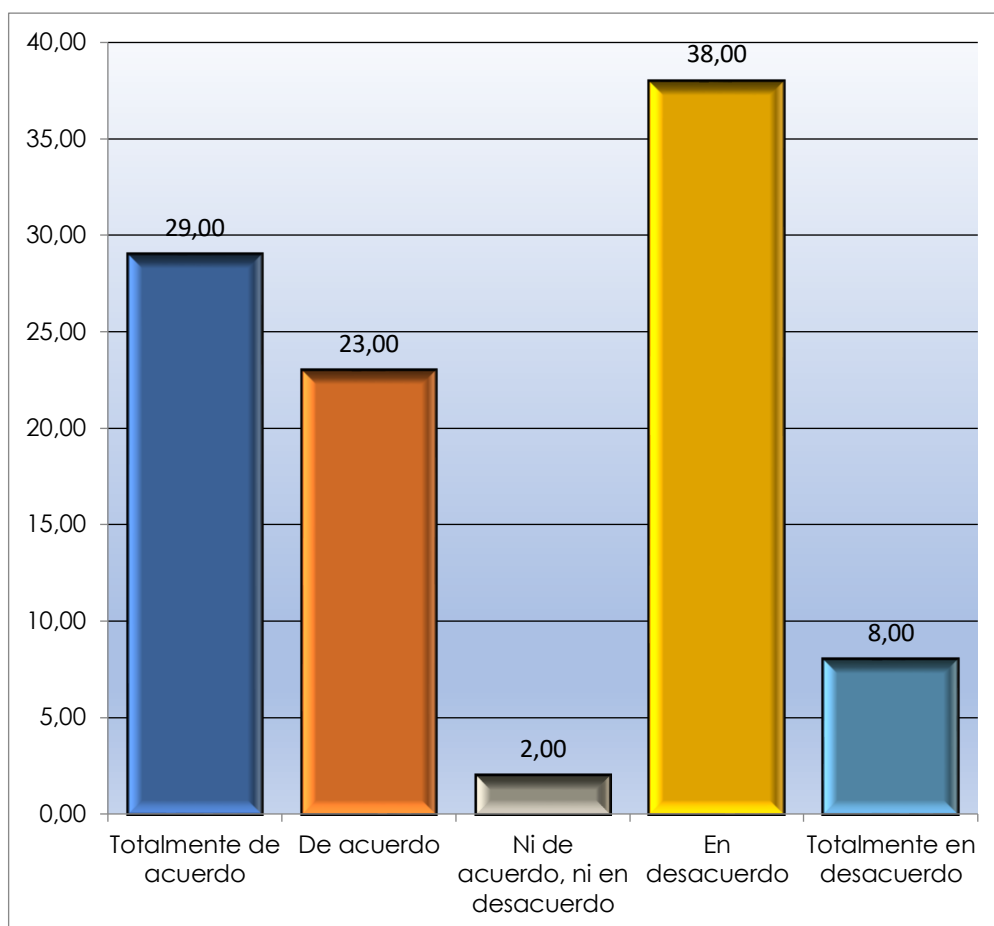


Figura 12. Condición segura de los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 13.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto la condición segura de los Residuos Peligrosos que el 29% considera que está totalmente de acuerdo, 23% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 38% que está en desacuerdo y el 8% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 14.

Daños provocados por los residuos peligrosos

Respuesta	f _i	p _i
Totalmente de acuerdo	69	69.00
De acuerdo	29	29.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	0	0.00
Totalmente en desacuerdo	0	0.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: encuesta aplicada

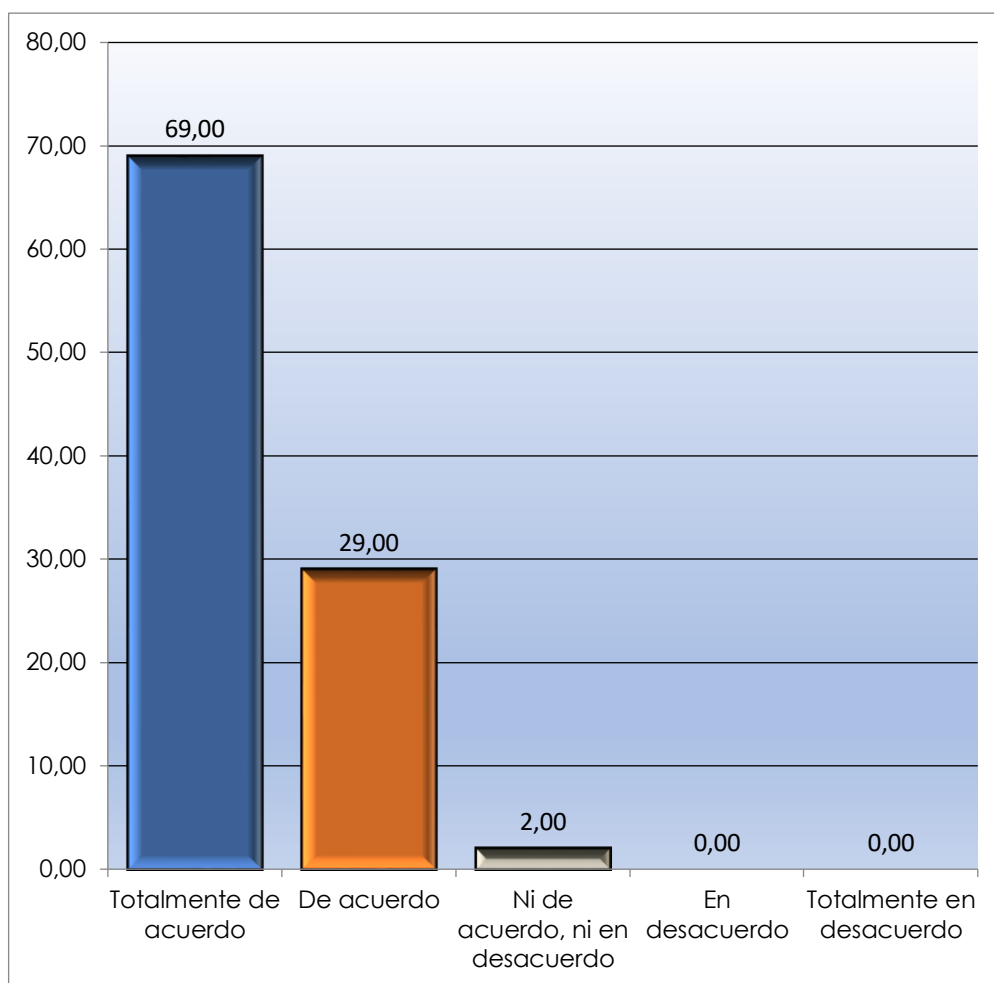


Figura 13. Daños provocados por los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 14.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto a los daños provocados por los residuos peligrosos que el 69% considera que está totalmente de acuerdo, 29% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 0% que está en desacuerdo y el 0% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 15.

Evidencia de confinamiento de los residuos peligrosos

Respuesta	f _i	p _i
Totalmente de acuerdo	71	71.00
De acuerdo	24	24.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	3	3.00
Totalmente en desacuerdo	0	0.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: encuesta aplicada

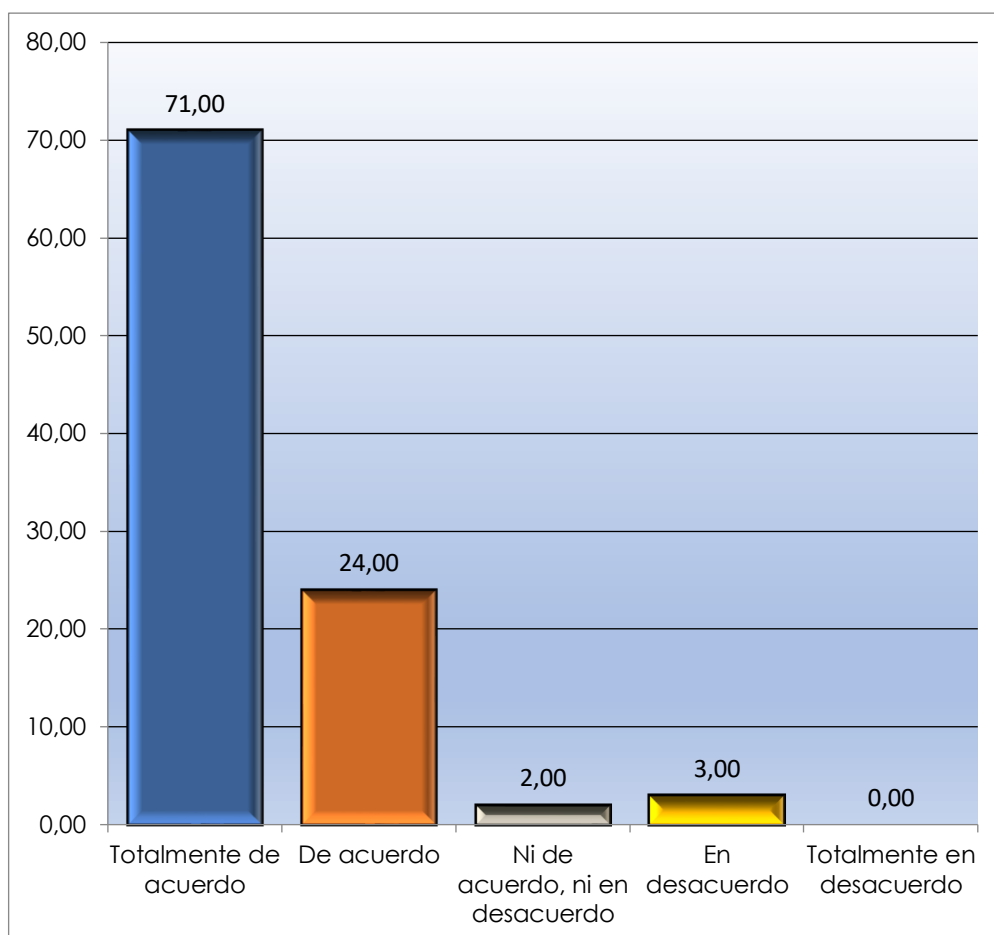


Figura 14. Evidencia de confinamiento de los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 15.

Comentario:

Se puede apreciar con respecto a la evidencia de confinamiento de los residuos peligrosos que el 71% considera que está totalmente de acuerdo, 24% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 3% que está en desacuerdo y el 0% que está totalmente en desacuerdo.

Tabla 16.

Recuperación de daños causados por los residuos peligrosos

Respuesta	f _i	p _i
Totalmente de acuerdo	45	45.00
De acuerdo	38	38.00
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	2.00
En desacuerdo	12	12.00
Totalmente en desacuerdo	3	3.00
Sumatoria	100	100.00

Fuente: encuesta aplicada

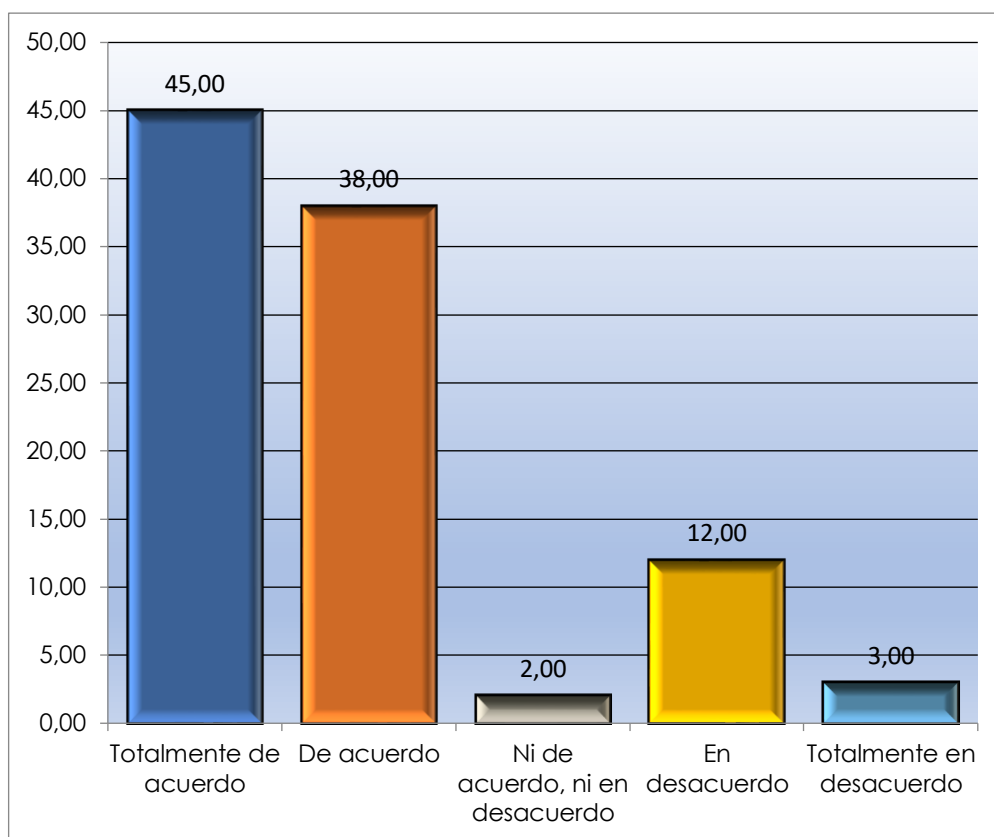


Figura 15. Recuperación de áreas afectadas por los residuos peligrosos.

Nota: Adaptado de Tabla 16.

Comentario:

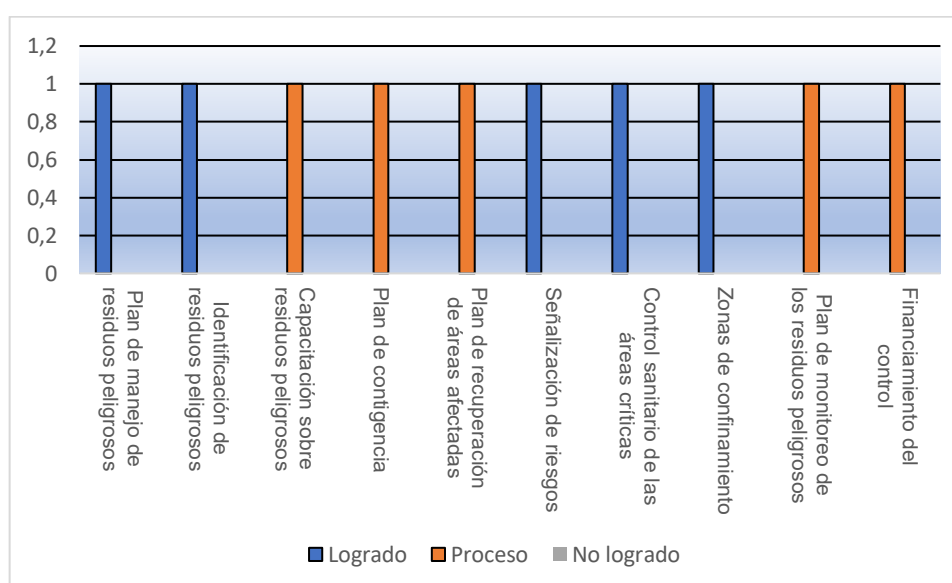
Se puede apreciar con respecto a la recuperación de áreas afectadas por los residuos peligrosos que el 45% considera que está totalmente de acuerdo, 38% que está de acuerdo, el 2% no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 12% que está en desacuerdo y el 3% que está totalmente en desacuerdo.

4.1.4. Evaluación del control de contaminación

Con el propósito de evaluar el nivel de cumplimiento de las acciones relacionadas con el control de la contaminación en las actividades gasíferas, se presenta un análisis de las principales medidas implementadas, considerando su estado de logro, proceso o no ejecución. Esta evaluación permite identificar el grado de avance en la gestión ambiental y las áreas que requieren fortalecimiento, tal como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17.*Evaluación del control de contaminación*

Acción	Logrado	Proceso	No logrado
Plan de manejo de residuos peligrosos	X		
Identificación de residuos peligrosos	X		
Capacitación sobre residuos peligrosos		X	
Plan de contingencia		X	
Plan de recuperación de áreas afectadas		X	
Señalización de riesgos	X		
Control sanitario de las áreas críticas	X		
Zonas de confinamiento	X		
Plan de monitoreo de los residuos peligrosos		X	
Financiamiento del control		X	
Totales	5	5	0

Fuente: lista de cotejo y análisis documental**Figura 16.** Apreciación del control de la contaminación.

Nota: Adaptado de Tabla 17.

Comentario:

Se puede apreciar que sobre el control de la contaminación se tiene un avance del 50% logrado y un 50% por lograr de acuerdo con los criterios observados.

4.2. Discusión

- A. Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la gestión de residuos peligrosos en la actividad de empresas gasíferas de la provincia de La Convención – Cusco presenta avances importantes en la caracterización, identificación del riesgo, señalización, confinamiento y recuperación de áreas afectadas; sin embargo, también muestra limitaciones en el conocimiento técnico, capacitación, condiciones seguras de manejo y consolidación de las acciones de control ambiental. Esta situación permite afirmar que la gestión evaluada no es totalmente deficiente, pero tampoco plenamente adecuada, sino que presenta un comportamiento irregular y parcialmente consolidado.
- B. En relación con el estudio de Alducin (2019), quien identificó una gestión ineficiente de residuos peligrosos debido al bajo cumplimiento de procedimientos, escasa disponibilidad de equipos de protección personal, falta de capacitación y desconocimiento del peligro de los residuos, los resultados de la presente investigación muestran coincidencias parciales. En La Convención, si bien se evidencia una caracterización favorable de los residuos peligrosos y una alta percepción del riesgo, también se identifican debilidades importantes en el conocimiento técnico y en las condiciones seguras de manejo. El 44% de respuestas desfavorables en conocimiento de residuos peligrosos y el 46% de respuestas desfavorables en condiciones seguras confirman que la gestión requiere mayor fortalecimiento operativo y formativo. Por tanto, al igual que en el antecedente citado, se demuestra que la existencia de procedimientos no garantiza por sí sola una gestión eficiente si no se acompaña de

capacitación, control y condiciones adecuadas de seguridad.

- C. Respecto a Izquierdo (2021), quien señaló que el desconocimiento de los desechos peligrosos y la falta de difusión limitan la segregación adecuada desde la fuente, los resultados de esta investigación permiten establecer una relación directa con el componente de conocimiento de los trabajadores. Aunque el 94% reconoce el riesgo asociado a los residuos peligrosos, solo el 54% presenta una valoración favorable respecto al conocimiento de estos residuos, mientras que el 44% manifiesta una percepción desfavorable. Esta diferencia muestra que los trabajadores pueden reconocer la existencia de un riesgo ambiental o laboral, pero no necesariamente dominan los criterios técnicos para identificar, clasificar o manejar correctamente los residuos peligrosos. En consecuencia, los resultados coinciden con Izquierdo en que la educación ambiental, la difusión interna y la capacitación continua son elementos esenciales para mejorar la gestión desde la fuente de generación.
- D. En cuanto al estudio de Jiménez y Jiménez (2022), quienes desarrollaron un sistema de gestión de residuos basado en la observación de procesos, revisión documental, caracterización y organización interna para mejorar la eficiencia del manejo de residuos, los hallazgos de la presente investigación muestran una correspondencia importante. En La Convención se evidencia que la caracterización de residuos peligrosos alcanza una valoración favorable, lo cual constituye una base técnica para la planificación del manejo ambiental. Sin embargo, la evaluación del control de contaminación muestra que el 50% de las acciones se encuentra logrado y el 50% en proceso, lo que indica que el sistema aún

requiere consolidación. En ese sentido, los resultados reafirman lo planteado por Jiménez y Jiménez, en cuanto a que la gestión de residuos peligrosos requiere no solo identificación y caracterización, sino también una estructura organizacional, seguimiento documentario y mecanismos de control que aseguren su aplicación sostenida.

- E. Con relación a Vargas (2003), quien reportó deficiencias en el almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos en centrales de generación eléctrica, los resultados de esta tesis evidencian una situación menos crítica, pero todavía perfectible. En el caso de las empresas gasíferas de La Convención, la evidencia de confinamiento de residuos peligrosos alcanza una valoración favorable del 95%, lo cual muestra avances importantes respecto al manejo físico de los residuos. No obstante, en la evaluación del control ambiental, aspectos como zonas de confinamiento, control sanitario de áreas críticas, plan de monitoreo y financiamiento del control aparecen en proceso, lo que impide considerar el sistema como plenamente adecuado. De esta forma, el contraste con Vargas permite sostener que, aunque no se observa una deficiencia extrema en almacenamiento o confinamiento, sí persisten componentes operativos y presupuestales que deben fortalecerse para garantizar un control ambiental integral.
- F. En relación con Chipe y Panchana (2015), quienes analizaron la contaminación por hidrocarburos asociada a pozos productivos y abandonados, señalando que los derrames, emanaciones y la falta de manejo ambiental pueden generar impactos negativos en el entorno, los resultados de la presente investigación son pertinentes porque se

desarrollan también en un contexto de actividad gasífera. La percepción de daños provocados por residuos peligrosos alcanza una valoración favorable del 98%, lo que evidencia que los trabajadores reconocen la posibilidad de afectación ambiental asociada al manejo inadecuado de estos residuos. Asimismo, la recuperación de áreas afectadas presenta un 83% de valoración favorable, aunque todavía existe un 15% desfavorable. Esto permite afirmar que, al igual que en el antecedente citado, las actividades vinculadas a hidrocarburos requieren medidas preventivas, correctivas y de recuperación ambiental que reduzcan los riesgos de contaminación en zonas de influencia directa.

- G. Respecto a Astete (2022), quien sostuvo que la gestión integral de residuos peligrosos contribuye a mejorar la caracterización, segregación, tratamiento, bioseguridad y conservación medioambiental en un laboratorio de hidrocarburos, los resultados de esta investigación coinciden en la importancia de contar con un sistema de gestión formalizado. En La Convención, la caracterización de residuos peligrosos presenta una valoración favorable del 100%, lo que demuestra que existe reconocimiento de los residuos generados; sin embargo, la capacitación y las condiciones seguras no alcanzan el mismo nivel de consolidación. La capacitación presenta 80% favorable y 18% desfavorable, mientras que las condiciones seguras muestran solo 52% favorable frente a 46% desfavorable. Estos resultados permiten sostener que la caracterización constituye un avance importante, pero debe complementarse con bioseguridad, capacitación efectiva y control operativo permanente para lograr una gestión ambiental integral.

- H. En cuanto a Bernaola (2021), quien evidenció que la implementación de un programa de manejo de residuos sólidos permitió reducir residuos y disminuir el índice de accidentabilidad, los resultados de la presente investigación permiten establecer una relación desde el componente de seguridad operativa. Si bien el estudio de Bernaola se orienta principalmente a la reducción de accidentes, su aporte es útil para interpretar que la gestión de residuos peligrosos también tiene implicancias preventivas en seguridad y salud ocupacional. En esta tesis, las condiciones seguras de manejo de residuos peligrosos constituyen uno de los puntos más críticos, debido a que solo el 52% presenta valoración favorable y el 46% valoración desfavorable. Esta situación permite afirmar que el fortalecimiento del sistema de gestión no solo contribuiría al control de la contaminación, sino también a la reducción de riesgos laborales asociados al contacto, exposición o manipulación inadecuada de residuos peligrosos.
- I. Respecto a Inga y Vega (2021), quienes analizaron la gestión de residuos peligrosos en Sudamérica y señalaron la relevancia de contar con información documentada, normativa y técnica para el manejo de estos residuos, los resultados de esta investigación confirman la necesidad de fortalecer el registro, monitoreo y control documentario. En el caso de La Convención, la evaluación del control de contaminación evidencia que existen acciones logradas, como plan de manejo, identificación de residuos peligrosos, capacitación, plan de contingencia y recuperación de áreas; sin embargo, también existen acciones en proceso, como señalización de riesgos, control sanitario, zonas de confinamiento, plan

de monitoreo y financiamiento del control. Por ello, el contraste con Inga y Vega permite sostener que la gestión ambiental no debe limitarse al cumplimiento formal de normas, sino que requiere información sistematizada, trazabilidad y seguimiento operativo continuo.

- J. Con relación a Agustín (2015), quien identificó deficiencias en el manejo de residuos peligrosos en una central térmica debido a la falta de puntos de acopio y al desconocimiento de los trabajadores, los resultados de esta investigación muestran coincidencias relevantes. En La Convención, aunque el confinamiento de residuos peligrosos presenta una valoración favorable elevada, aún se evidencian limitaciones en conocimiento técnico y condiciones seguras de manejo. El 44% de respuestas desfavorables sobre conocimiento de residuos peligrosos demuestra que una proporción importante del personal no cuenta con dominio suficiente sobre el tema. Esta situación coincide con Agustín, en cuanto a que el desconocimiento del personal puede afectar la segregación, almacenamiento y control de residuos peligrosos. Por tanto, resulta necesario reforzar la capacitación técnica y la supervisión en campo para evitar prácticas inadecuadas que puedan incrementar los riesgos de contaminación.
- K. Finalmente, en relación con Ovalle (2017), quien encontró que el 88.2% de trabajadores de una refinería presentaba un nivel medio y alto de conocimiento sobre residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos, los resultados de esta investigación muestran una diferencia importante. En las empresas gasíferas de La Convención, solo el 54% de los trabajadores presenta una valoración favorable respecto al

conocimiento de residuos peligrosos, mientras que el 44% mantiene una valoración desfavorable. Esta diferencia evidencia que el nivel de conocimiento en el contexto estudiado aún es menor al reportado por Ovalle en una refinería, posiblemente por diferencias en el grado de implementación de programas de capacitación, cultura preventiva y control operativo. En consecuencia, el contraste permite establecer que el conocimiento técnico del personal es una condición clave para mejorar la gestión de residuos peligrosos y fortalecer el control de la contaminación en actividades vinculadas a hidrocarburos.

- L. En síntesis, la discusión de los antecedentes permite afirmar que los resultados de esta investigación coinciden con estudios previos en cuanto a la importancia de la caracterización, capacitación, segregación, almacenamiento, confinamiento, bioseguridad y control documentario de los residuos peligrosos. Sin embargo, los hallazgos propios muestran una situación intermedia: existen avances significativos en identificación, percepción del riesgo, señalización, confinamiento y recuperación de áreas, pero persisten debilidades en conocimiento técnico, condiciones seguras, monitoreo, control sanitario y financiamiento. Por ello, se confirma que la gestión de residuos peligrosos en las empresas gasíferas de La Convención presenta condiciones irregulares y que las acciones de control de residuos peligrosos se encuentran en un nivel parcialmente adecuado.

4.3. Comprobación de la hipótesis

La comprobación de las hipótesis se realizó considerando el carácter descriptivo-correlacional de la investigación y la naturaleza mixta del estudio. En ese sentido, la contrastación se efectuó a partir de los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada a los trabajadores, la lista de cotejo, la ficha de auditoría ambiental y el análisis documental. Asimismo, debe precisarse que, al tratarse de un diseño no experimental, los resultados permiten identificar asociación, correspondencia y nivel de cumplimiento entre las variables, mas no establecer causalidad directa.

4.1.1. Hipótesis específicas

- A. Son irregulares las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco – 2021.

La irregularidad de las condiciones se puede reflejar en el resumen de la encuesta realizada en la que se aprecia que no existe regularidad en la gestión por las respuestas que precisan los trabajadores:

Tabla 18.

Evaluación de la encuesta a la apreciación de los trabajadores

Acción	Favorable	NF/ND	Desfavorable
Caracterización de ResPel	100	0	0
Conocimientos de ResPel	54	2	44
Conocimiento de riesgos de ResPel	94	2	4
Señalización sobre ResPel	92	2	6
Capacitación sobre ResPel	80	2	18
Condiciones seguras de ResPel	52	2	46
Apreciación de daños por ResPel	98	2	0
Confinamiento de ResPel	95	2	3
Recuperación de áreas	83	2	15
Promedios	83	2	15

Fuente: Tablas 5 a 14

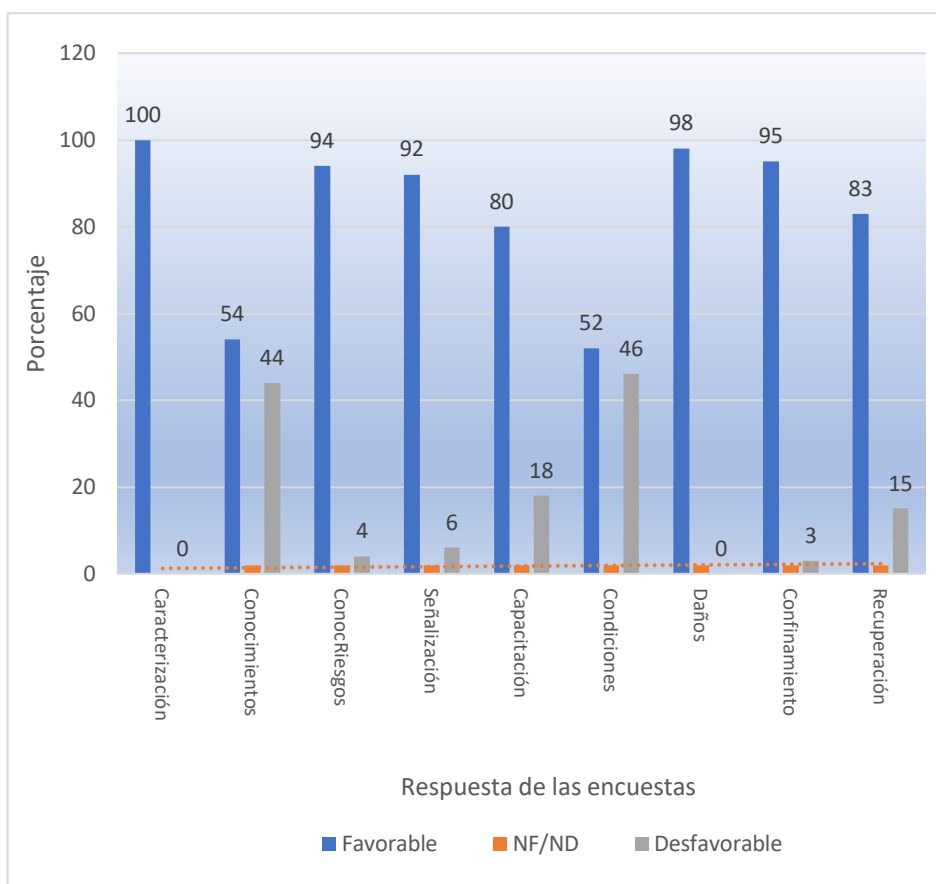


Gráfico N° 14: evaluación de las respuestas de la encuesta
Fuente: tabla 16.

Comprobación:

Se puede apreciar que las respuestas de la encuesta son favorables para los hechos de los residuos peligrosos, sin embargo, las respuestas: conocimientos sobre residuos peligrosos no son muy favorables, un 44% considera que no se identifica los riesgos de los residuos peligrosos, un 18% afirma no haber sido capacitados (es un riesgo leve, pero riesgo al final) y 46% coinciden en que las condiciones de los residuos peligrosos no son tan seguras. De forma general es apreciablemente favorable, pero por esas tres respuestas en particular no podría ser tan favorable.

Conclusión:

Existe irregularidad en la gestión de los residuos peligrosos, ya que hay tres

situaciones muy importantes que se revelan como tales, un 44% que es un porcentaje moderado hacia alto de trabajadores no conoce todos los residuos peligrosos, un 18% que es un porcentaje bajo a moderado no ha sido capacitado sobre residuos peligrosos y las condiciones seguras son apreciadas desfavorables por un 46% de trabajadores, son irregulares las acciones de gestión de residuos peligrosos.

Son apropiados los índices del control de los residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021.

De acuerdo con la Tabla 15 las acciones para controlar los residuos peligrosos son apropiados de forma regular o moderada puesto que el 50% se han logrado y un 50% están en proceso de lograrse.

Comprobación:

Siendo moderado el resultado de la evaluación de las acciones de control de los residuos peligrosos se puede decir que es apropiada o moderadamente apropiada la gestión de residuos peligrosos, por lo que se determina que es una hipótesis comprobada de forma limitada.

4.1.2. Hipótesis general

Es influyente la relación de la gestión de los residuos peligrosos con el control de los residuos peligrosos, producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco - 2021.

Comprobación:

De acuerdo a la Tabla 15 se puede apreciar que existe acciones de gestión de residuos peligrosos logrados como son: Plan de manejo de los ResPel,

Identificación de ResPel, Señalización de riesgos de ResPel, Control Sanitario de áreas críticas y Zonas de confinamiento de ResPel que son situación críticas para un mejor control y en proceso se encuentran: Capacitación sobre ResPel, Plan de contingencia de ResPel, Plan de recuperación de áreas afectadas, Plan de monitoreo ResPel y Financiamiento del control, bajo estos hechos se estima que todo se produce a un 75% de buenos resultados, observando lo apreciado en la Tabla 18 de ResPel estos influyen puesto que se permite apreciar que los trabajadores muestran conocimientos en un 54%, conocimiento de riesgos por los ResPel en un 94%, capacitación a un 80% de trabajadores y las condiciones de manejo está a un 52% aunque la caracterización e identificación está a un 100%, se ha identificado al 98% los daños y se considera que el 95% de los ResPel son confinados y las áreas verdes se han recuperado a un 83% es decir que el 83% de los trabajadores en promedio consideran que las condiciones de los ResPel son favorables, por lo que existe una influencia de la gestión de residuos peligros en el control de los residuos sólidos.

Conclusiones

- Se determinó que la gestión de residuos peligrosos producto de la actividad de empresas gasíferas en la provincia de La Convención – Cusco, 2021, presenta una relación directa con el control de la contaminación, debido a que las condiciones de manejo, identificación, almacenamiento, capacitación, confinamiento y recuperación de áreas influyen en la efectividad de las acciones de control ambiental.
- Se identificó que las condiciones y/o características de la gestión de los residuos peligrosos son irregulares, debido a que existen aspectos favorables en la caracterización, percepción del riesgo, señalización, confinamiento y recuperación de áreas; sin embargo, persisten limitaciones en el conocimiento técnico, capacitación y condiciones seguras de manejo. Por ello, la gestión no puede ser considerada totalmente adecuada, sino parcialmente consolidada.
- Se estableció que las acciones del control de los residuos peligrosos presentan un nivel parcialmente adecuado, debido a que existen acciones logradas en planificación, identificación, capacitación, contingencia y recuperación de áreas; sin embargo, otros componentes como monitoreo, control sanitario, confinamiento, señalización de riesgos y financiamiento aún se encuentran en proceso de fortalecimiento.
- Se comprobó que la gestión de residuos peligrosos requiere mayor integración entre los procedimientos operativos, la capacitación del personal, la fiscalización ambiental y la trazabilidad documental. Esta integración es necesaria para mejorar la prevención de impactos

ambientales y reducir los riesgos asociados a la contaminación en el sector gasífero.

- Se concluye que el sistema de gestión de residuos peligrosos debe fortalecerse mediante acciones permanentes de monitoreo, capacitación, auditoría ambiental, control documental y mejora de condiciones seguras, a fin de contribuir de manera efectiva a la reducción de los índices de contaminación en la provincia de La Convención – Cusco.

Recomendaciones

- Fortalecer el sistema de gestión de residuos peligrosos mediante la actualización de procedimientos de identificación, segregación, almacenamiento temporal, rotulado, transporte, confinamiento y disposición final, considerando las características propias de la actividad gasífera en la provincia de La Convención – Cusco.
- Implementar programas periódicos de capacitación dirigidos a los trabajadores del sector gasífero, con énfasis en conocimiento técnico de residuos peligrosos, riesgos ambientales, uso de equipos de protección personal, respuesta ante contingencias y manejo seguro de residuos contaminados.
- Reforzar las acciones del control de los residuos peligrosos mediante auditorías ambientales internas, listas de cotejo de fiscalización, seguimiento documental y monitoreo de las áreas críticas donde se generan, almacenan o confinan residuos peligrosos.
- Asignar mayor financiamiento y recursos técnicos para consolidar las acciones que se encuentran en proceso, principalmente en control sanitario de áreas críticas, señalización de riesgos, zonas de confinamiento, plan de monitoreo y recuperación de áreas afectadas.
- Desarrollar investigaciones complementarias orientadas a evaluar alternativas de minimización, tratamiento, valorización o aprovechamiento de determinados residuos peligrosos generados por la actividad gasífera, siempre que dichas alternativas sean técnica, ambiental y normativamente viables.

Referencias bibliográficas

- ADPR (Asociación Peruana de Prevencionistas de Riesgo). (2015). Guía para implementar la normativa de seguridad y salud en el trabajo del Perú.
- Agustín Vásquez, L. (2015). Caracterización de los residuos sólidos peligrosos generados durante el proceso de generación de energía eléctrica en la central térmica – Electro Oriente S.A. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
- Alducin Colorado, M. C. (2019). Diseño de un sistema de gestión de residuos peligrosos, para una DES de la Universidad Veracruzana. [Tesis de grado, Universidad Veracruzana]
- Astete Gonzáles, L. S. (2022). Gestión integral de los residuos sólidos y la conservación medioambiental del laboratorio de hidrocarburos – Rímac, 2019 [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].
- Bernaola Paúcar, R. F. (2021). Evaluación de un programa de manejo de residuos sólidos para reducir accidentes en la planta minera de beneficio Nueva Esperanza [Tesis de posgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Bnamericas. (2016). Gasoducto Sur Peruano muestra talón de Aquiles.
- Castro López, C. R., & Castillo Rodríguez, L. M. (2024). Contaminantes orgánicos persistentes: Impactos y medidas de control. Revista Manglar, 21(1).
- Chipe Del Pezo, L. B., & Panchana Saona, F. F. (2015). Estudio de los pozos productivos y abandonados como fuente de contaminación de hidrocarburos y su impacto ambiental en el sector de Santa Paula del cantón Salinas [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador].
- Decreto Legislativo N.º 1278. (2016). Ley de gestión integral de residuos sólidos. Presidencia de la República.
- Díaz Barriga, F. (1996). Los residuos peligrosos en México: Evaluación del riesgo para la salud. Salud Pública de México, 38(4).

- Doria Serrano, M. C. (2009). Química verde: Un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. *Educación Química*, 20(4).
- Galván Rico, L. E., Reyes Gil, R. E., Güedes Mozur, C., & De Armas, D. (2007). Los macroprocesos de la industria petrolera y sus consecuencias ambientales. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 11(43).
- Gelvez Rengifo, M. E., & Serna Gómez, H. M. (2024). ISO 14001: Retos, impactos, desempeño y oportunidades para las organizaciones. *Revista Lúmina*, 24(2).
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Inga Estrada, S., & Vega Alarcón, P. C. (2021). *Gestión de los residuos peligrosos en Sudamérica: Revisión bibliográfica*.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001:2015 environmental management systems—Requirements with guidance for use*.
- Izquierdo Condoy, M. M. (2021). *Análisis de la gestión de los desechos peligrosos y especiales domiciliarios en el distrito metropolitano de Quito* [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar].
- Jiménez Granizo, M. J., & Jiménez Vargas, A. J. (2022). *Elaboración de un sistema de gestión para el manejo de residuos en la empresa minera Curimining S.A. proyecto Curipamba, provincia Bolívar-Ecuador* [Tesis de maestría, Escuela de Posgrado Newman].
- Ley N.º 28611. (2005). *Ley general del ambiente*. Congreso de la República.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). *Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2021). *Ley de gestión integral de residuos sólidos y su reglamento*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2022a). *Informe nacional sobre la gestión de residuos sólidos en el Perú*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2022b). *Política Nacional del Ambiente al 2030*.

- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2022). Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis (6.^a ed.). Editorial San Marcos.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). ISO 14001:2015 sistemas de gestión ambiental—Requisitos con orientación para su uso.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Air pollution and health.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2023). Evaluaciones del desempeño ambiental: Perú 2023. OECD Publishing.
- Ovalle Huertas, C. M. (2017). Manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos en Petroperú, refinería Conchán-Lurín 2017 [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Quesada, H., Salas, J. C., & Romero, L. G. (2007). Manejo de desechos industriales peligrosos. *Tecnología en Marcha*, 20(2).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2023). Informe de calidad ambiental en la región Cusco.
- Tovar Artunduaga, M., Losada Salazar, G. M., & García, T. F. (2015). Impacto en la salud por el inadecuado manejo de residuos peligrosos. *USBMed*, 6(2).
- United Nations. (2020). The sustainable development goals report.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). Global waste management outlook.
- Varela Mejías, A., & Barbosa Ortega, W. (2020). Captura, selección e ingestión de partículas en Ostreidae (Bivalvia): *Crassostrea* spp. *AcquaTechnica*, 2(3).
- Vargas Marcos, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2).
- Vargas Peña, J. L. (2003). Programa para la gestión integral de residuos peligrosos en las centrales de generación de energía eléctrica de EMGESA S.A. [Tesis de grado, Universidad de la Salle, Bogotá].
- Vásquez Villegas, P. T., Meza Gordillo, R., Gutiérrez Miceli, F. A., Ruiz Valdiviezo, V. M., Villalobos Maldonado, J. J., Montes Molina, J. A., & Fernández Toledo, A. A. J. (2018). Determinación de CL50 y

CE50 de Endosulfan lactona y Diazinón en lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). *Agroproductividad*, 11(4).

Vidal, A., & Asuaga, C. (2022). Gestión ambiental en las organizaciones: Una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 18(1).

World Bank. (2022). *Waste management in extractive industries: Environmental and social impacts*.

Zamora, A. C., & Ramos, J. (2010). Las actividades de la industria petrolera y el marco ambiental legal en Venezuela: Una visión crítica de su efectividad. *Revista Geográfica Venezolana*, 51(1).

Anexos

ANEXO 1 CUESTIONARIO SOBRE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

I. DATOS GENERALES

Edad: _____ **Sexo:** ☐ Masculino ☐ Femenino

Área de trabajo: _____

Tiempo de servicio: ☐ Menos de 1 año ☐ 1–3 años ☐ 4–6 años ☐ Más de 6 años

Nivel de instrucción: ☐ Secundaria ☐ Técnica ☐ Universitaria ☐ Posgrado

Locación: ☐ San Martín ☐ Cashiriari ☐ Otra: _____

II. INSTRUCCIONES

Estimado(a) trabajador(a):

Marque con una (X) la alternativa que mejor represente su opinión. La información es confidencial y será utilizada únicamente con fines académicos.

III. ESCALA DE VALORACIÓN

1 Totalmente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 De acuerdo, 5 Totalmente de acuerdo

IV. CUESTIONARIO

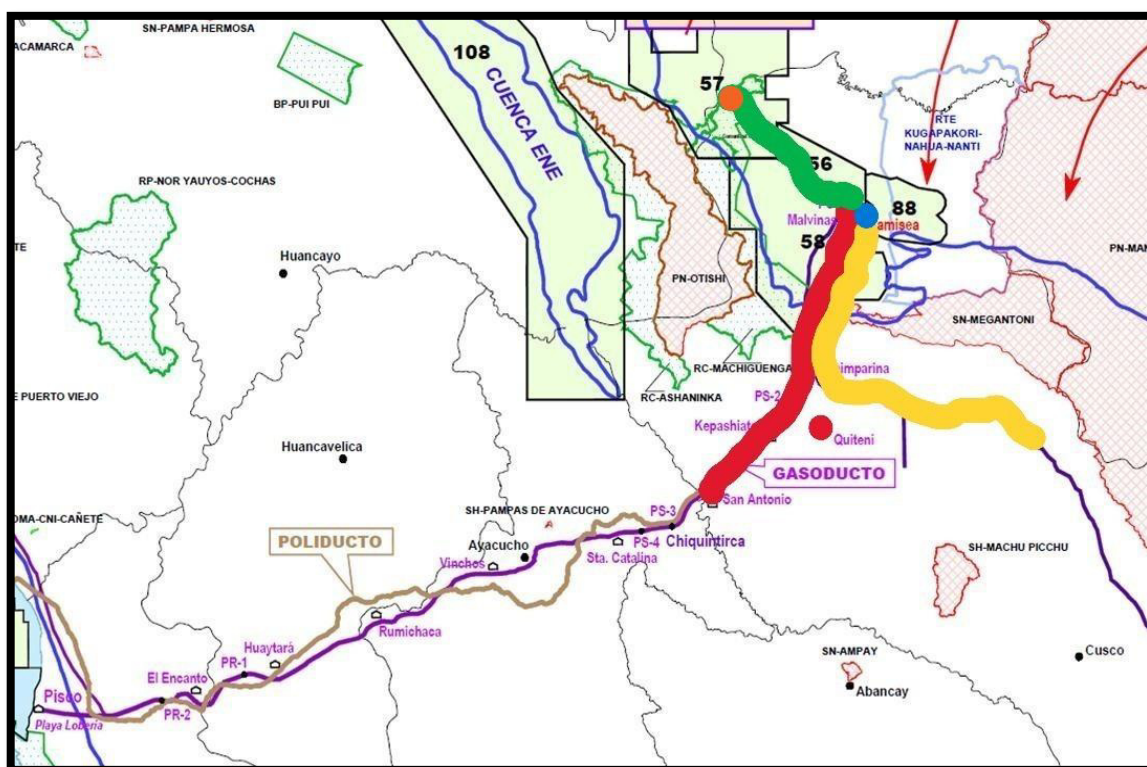
Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Conozco qué son los residuos peligrosos y cómo se identifican en mi área de trabajo.					
2	Reconozco que los residuos peligrosos representan riesgos para la salud y el ambiente.					
3	En mi área de trabajo existe señalización adecuada sobre residuos peligrosos.					
4	He recibido capacitación suficiente sobre el manejo de residuos peligrosos.					
5	Los residuos peligrosos se mantienen en condiciones seguras en mi área de trabajo.					
6	El manejo inadecuado de los residuos peligrosos puede ocasionar daños al ambiente o a la salud.					

7	Existe evidencia de confinamiento o almacenamiento controlado de los residuos peligrosos.					
8	En la empresa se realizan acciones de recuperación o remediación de daños causados por residuos peligrosos.					

ANEXO 2

Áreas de generación de Residuos Peligrosos – Industria Gasífera Provincia La Convención

- Flowline Lote 57
- Gasoducto Camisea - Tramo La Convención
- Gasoducto Sur Peruano - Tramo La Convención
- Planta de Gas Natural de Malvinas
- Base Operativa Kiteni
- Base Nuevo Mundo



Fuente: Bnamericas. (2016)

ANEXO 3

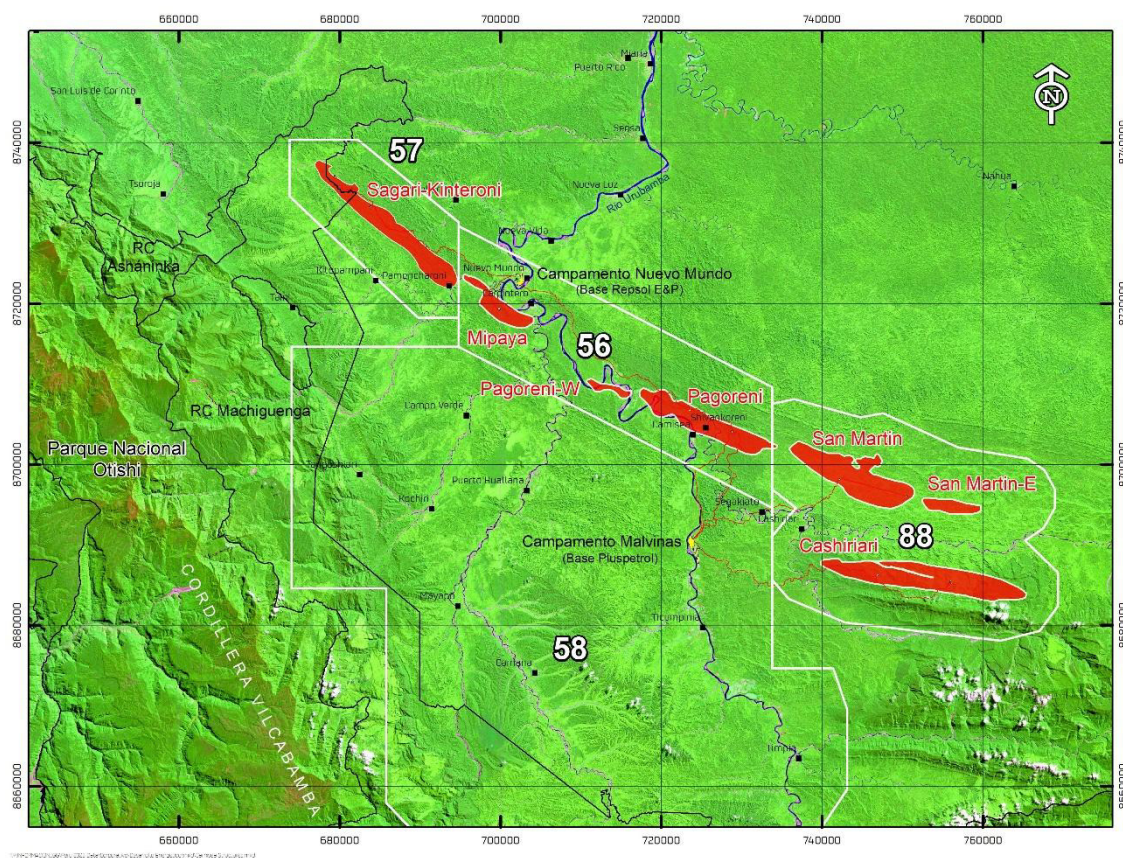
Residuos sólidos y líquidos peligros generados (peso en porcentaje) durante las actividades de exploración, extracción y producción de gas natural y líquidos, y mantenimiento de ductos asociados a los Lotes 56, 57, 58 y 88 (Provincia de La Convención)

Paños, trapos con hidrocarburos o productos químicos Trapos industriales impregnados con hidrocarburos , producto del mantenimiento y limpieza de maquinarias, equipos, herramientas de poder; y aplicación de aceite protector corrofin, pintura epóxica y anticorrosivo Tanik .	82%
Envases y brochas de pinturas Gama de base epóxica y anticorrosivos para protección de tuberías, se incluyen a las pinturas, resinas y pigmentos utilizados, fondos de alta protección utilizados para mantenimiento de tuberías. Incluye además a los envases de estos productos (tarros y spray de productos usados).	11%
Filtros de aceite y combustibles Incluyen filtros de aceite, filtros de combustibles, filtros hidráulicos, etc. usados durante el mantenimiento de maquinaria pesada, liviana y equipos.	3%
Líquidos contaminados Combustibles contaminados, agua contaminada con liquido de gas natural, hidrocarburos y/o productos químicos, refrigerantes residuales y productos químicos vencidos; son envasados y dispuestos en cilindros metálicos.	2%
Pilas y baterías usadas	1%
Residuos médicos y biocontaminados (COVID-19)	< 1%
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE Se incluyen aparatos y dispositivos eléctricos, electrónicos, informáticos, de comunicación y sus combinaciones , usados. También se incluyen cartuchos y toners de impresoras, residuos recurrentes en los campamentos base.	< 1%
Natas de hidrocarburos (borras) Residuos aceitosos con emulsión de hidrocarburos, agua, metales pesados y partículas sólidas; tierra contaminada con hidrocarburo o productos químicos y el material particulado de la limpieza interna de ductos, son dispuestos en cilindros metálicos y contenedores de madera.	< 1%
Otros Papel-cartón, metales, vidrios, plásticos contaminados, residuos no aprovechables, etc.	< 1%

Fuente: elaboración propia

ANEXO 4

Ubicación de yacimientos de Gas Natural – Provincia de La Convención



Fuente: Repsol, Exploración y Producción. 2026