



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE
BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DAVID TUPAC QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE
BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DAVID TUPAC QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE :



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO :



Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

SEGUNDO MIEMBRO :



M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS :



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 849-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-5773 presentado por el (la) Bachiller: **DAVID TUPAC QUISPE** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **DAVID TUPAC QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **DAVID TUPAC QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Miércoles 20 de agosto del 2025
- * **HORA** : 14:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1531-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16473 por el señor (a): **DAVID TUPAC QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1383- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 098- 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **DAVID TUPAC QUISPE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 098- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **DAVID TUPAC QUISPE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 151-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-2882, presentado por el señor (a) **DAVID TUPAC QUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 176 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 23 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **DAVID TUPAC QUISPE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 23 - 2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **DAVID TUPAC QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	www.rossberg.net Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DAVID TUPAC QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45081168
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-8613-0089
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821

Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y calidad ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p> País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Antonio de Putina Distrito: Ananea Centro Poblado La Rinconada PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO Coordenadas: Latitud: -16.3212236 Longitud: -69.27259493 URL Maps </p>  <p> https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1bLKHEkEQ9CO_OYw6PPu25tMASP4bk-Q&usp=sharing </p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 – Agosto 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS

 Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DAVID TUPAC QUISPE, identificado con DNI
Nro. 45081168, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 19 de Setiembre del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional durante todo este proceso.

A mis profesores, por su dedicación constante en la enseñanza y por mantener su confianza en mis capacidades.

A todas las personas que me proporcionaron asistencia para la elaboración y conclusión de este análisis.

DAVID TUPAC QUISPE



AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a la divinidad por el don de la existencia y por orientarme hacia la virtud, permitiéndome progresar de manera constante en el logro de mis objetivos y en mi desarrollo moral.

A mis progenitores, por constituir el pilar fundamental de mi existencia, por su orientación y respaldo en cada una de mis elecciones, y a mis hermanos, por su afecto incondicional; dado que sin el soporte de mi familia no habría alcanzado este logro, el cual representa un antes y un después en mi trayectoria vital.

A la UANCV por recibirme y proporcionarme la formación idónea para mi desarrollo académico, así como por la oportunidad de titularme como profesional en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

DAVID TUPAC QUISPE



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación de la investigación.....	5
1.4.1. Justificación practica	5
1.4.2. Justificación social.....	6
1.4.3. Justificación ambiental	6



1.4.4. Justificación Económica	7
1.5. Hipótesis de la investigación	8
1.6. Variables.....	8
1.6.1. Variable de caracterización	8
1.6.2. Variable de interés.....	8
1.7. Operacionalización de variables	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.1.1. Antecedentes internacionales	10
2.1.2. Antecedentes nacionales	15
2.1.3. Antecedentes regionales	22
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Minería	25
2.2.2. Actividad minera	26
2.2.3. Manejo de residuos sólidos en minería	29
2.2.4. Residuos solidos	33
2.2.5. Residuos sólidos No municipales	34
2.2.6. Tipos de residuos sólidos	36
2.2.7. Gestión integral de residuos solidos.....	40
2.2.8. Importancia de la gestión de residuos en la planificación de las actividades mineras	41



- 2.2.9. Manejo de residuos sólidos y su finalidad 44
- 2.2.10. Estrategias para el manejo de los residuos sólidos 45
- 2.2.11. Efectos del manejo de residuos sólidos 50
- 2.2.12. Propiedades biológicas de los residuos sólidos 51
- 2.3. Marco conceptual. 54
 - 2.3.1. Residuos 54
 - 2.3.2. Gestión de residuos sólidos 54
 - 2.3.3. Sistema de manejo de residuos sólidos 54
 - 2.3.4. Manejo de residuos solidos 55
 - 2.3.5. Caracterización de residuos solidos 55
 - 2.3.6. Residuos peligrosos 55
 - 2.3.7. Residuos No peligrosos..... 56
 - 2.3.8. Residuos Biodegradables..... 56
 - 2.3.9. Minería 56

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Diseño de investigación 57
- 3.2. Tipo de investigación 57
- 3.3. Nivel de investigación 58
- 3.4. Enfoque de investigación..... 58
- 3.5. Población y muestra 59
 - 3.5.1. Población..... 59



3.5.2. Muestra	59
3.6. Materiales y equipos.....	60
3.7. Técnicas e instrumentos.....	60
3.7.1. Técnicas.....	61
3.7.2. Instrumentos.....	61
3.8. Lugar de estudio.....	62
3.9. Procedimiento metodológico:	63
3.9.1. Objetivo 1: Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada mediante el cumplimiento de la normativa ambiental.	63
3.9.2. Objetivo 2: Caracterizar los residuos sólidos domésticos e industriales generado en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	68
3.9.3. Objetivo 3: Implementar un sistema de manejo integral de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, basado en el diagnóstico y caracterización realizada.....	71

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	73
4.1.1. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	73
4.1.2. Caracterización de los residuos sólidos domésticos e industriales generado en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	90



4.1.3. Implementar un sistema de manejo integral de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, basado en el diagnóstico y caracterización realizada..... 103

4.2. Discusiones..... 110

CONCLUSIONES 114

RECOMENDACIONES 116

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....118

ANEXOS127



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.....	8
Tabla 2 Coordenadas del lugar de estudio de la “Planta de Beneficio Metalúrgica -Rinconada”.....	62
Tabla 3 Resultados del checklist de verificación del cumplimiento normativo en el manejo de residuos sólidos – Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada..	74
Tabla 4 Nivel de cumplimiento y porcentaje de la gestión de residuos sólidos según checklist aplicado a 20 trabajadores de la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	76
Tabla 5 Nivel de cumplimiento y observaciones sobre la gestión de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	80
Tabla 6 Respuestas de 20 trabajadores sobre el nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.	82
Tabla 7 Sumatoria de respuestas de 20 trabajadores sobre el nivel de conocimiento y práctica en el manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	84
Tabla 8 Respuestas más frecuentes y porcentaje de trabajadores sobre conocimiento y prácticas en el manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.....	86
Tabla 9 Residuos identificados mediante la observación directa en las 05 áreas de la Planta de Beneficio Metalúrgica – Rinconada.....	88
Tabla 10 Caracterización de residuos sólidos – mayo 2024 (1ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.	90



Tabla 11 Caracterización de residuos sólidos – junio 2024 (2ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.	92
Tabla 12 Caracterización de residuos sólidos – Julio 2024 (3ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.	93
Tabla 13 Caracterización de residuos sólidos – agosto 2024 (4ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.	95
Tabla 14 Promedio semanal de generación de residuos sólidos domésticos e industriales en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.	97
Tabla 15 Proyección mensual independiente de residuos sólidos generados en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.	99
Tabla 16 Proyección acumulada progresiva de residuos sólidos generados en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.	101
Tabla 17 Brechas identificadas en el manejo de residuos sólidos y soluciones implementadas.	104
Tabla 18 Infraestructura y especificaciones técnicas para la gestión de residuos sólidos.	106
Tabla 19 Frecuencias de recolección y rutas internas de residuos sólidos. .	107
Tabla 20 Programa de capacitación y sensibilización del personal en manejo de residuos sólidos.	108
Tabla 21 Indicadores de desempeño del sistema de manejo integral de residuos sólidos.	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Manejo de residuos sólidos en el sector minero.	32
Figura 2 Residuos sólidos.	34
Figura 3 Residuos biodegradables.	37
Figura 4 Residuos reciclables.	38
Figura 5 Residuos inertes.	39
Figura 6 Jerarquía de gestión de residuos sólidos.	40
Figura 7 Segregación de residuos sólidos uno de los pasos para un adecuado manejo de residuos.	45
Figura 8 Clasificación según el tipo de residuos para una adecuada gestión de residuos.	49
Figura 9 Lugar de estudio: "Planta de Beneficio Metalúrgica -Rinconada".....	63
Figura 10 Modelo del Checklist de verificación del manejo de residuos sólidos de residuos en la Planta de Beneficio Metalúrgica – Rinconada.....	65
Figura 11 Modelo del cuestionario para el personal de la Planta de Beneficio Metalúrgica – Rinconada.	66
Figura 12 Nivel de cumplimiento (%) de los criterios de manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.	78
Figura 13 Nivel de incumplimiento (%) de los criterios de manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.	79
Figura 14 Proyección comparativa de residuos generados (kg) entre septiembre a diciembre 2024 y enero a diciembre 2025.	100
Figura 15 Total de residuos acumulados por mes (kg) durante el periodo septiembre 2024 a diciembre 2025.	102



RESUMEN

La investigación poseyó por propósito de elaborar e implementar una sistemática de conducción de restos sólidos en la PBMR Puno 2024. El estudio se enmarcó en un diseño no experimentales de cortes transversales, de carácter descriptivo, con una metodología cualitativa, de nivel descriptivo y de tipo aplicada, se desarrollada en tres fases: diagnóstico de la gestión actual mediante checklist y encuestas a 20 trabajadores, caracterización de residuos sólidos durante cuatro meses con muestreo físico de 7 días por semana, e implementación de un sistema integral basado en segregación, almacenamiento temporal, recolección interna, registros y capacitación. Los resultados evidenciaron un bajo cumplimiento inicial, con apenas 30% de áreas con tachos diferenciados, 20% de separación en la fuente y 0% de disposiciones finales adecuadas, mientras que la caracterización determinó una generación promedio de 21.28 kg semanales, predominando los residuos industriales peligrosos con 40.31% (8.58 kg), seguidos de los orgánicos domésticos con 28.79% (6.13 kg). La implementación del sistema permitió establecer indicadores de desempeño con metas de $\geq 80\%$ segregaciones en la fuente, 30% de valorización de reciclables y 100% de disposición final segura y uso de EPP. En conclusión, la investigación demostró que la aplicación de un sistema integral fortalece las gestiones de restos sólidos, contribuye al desempeño del estándar ambiental vigente y constituye una herramienta clave para la sostenibilidad de la planta metalúrgica en Puno.

Palabras claves: planta metalúrgica, sistema de manejo de restos sólidos, elaboración e implementación.



ABSTRACT

The purpose of the research was to develop and implement a solid waste management system at the PBMR Puno 2024. The study was framed within a non-experimental cross-sectional design, descriptive in nature, with a qualitative methodology, descriptive in nature and applied in type, It was carried out in three phases: diagnosis of current management using a checklist and surveys of 20 workers; characterization of solid waste over four months with physical sampling seven days a week; and implementation of a comprehensive system based on segregation, temporary storage, internal collection, records, and training.

The results showed low initial compliance, with only 30% of areas having separate bins, 20% separation at source, and 0% adequate final disposal. while the characterization determined an average generation of 21.28 kg per week, with hazardous industrial waste predominating at 40.31% (8.58 kg), followed by domestic organic waste at 28.79% (6.13 kg). The implementation of the system made it possible to establish performance indicators with targets of $\geq 80\%$ segregation at source, 30% recovery of recyclables, and 100% safe final disposal and use of PPE. In conclusion, the research demonstrated that the application of a comprehensive system strengthens solid waste management, contributes to the performance of the current environmental standard, and constitutes a key tool for the sustainability of the metallurgical plant in Puno.

Keywords: solid waste management system, metallurgical plant, development and implementation.



INTRODUCCIÓN

Un desafío primordial en la gestión y operatividad de las diligencias en los sectores mineros radica en el manejo de los restos sólidos, también denominados restos. Estos están integrados por componentes orgánicos, madereros, cartón, papel y, en términos generales, por material biodegradable y no biodegradable. En consecuencia, la situación actual del procesamiento de estos restos evidencia la imperiosa necesidad de optimizar continuamente dicho sistema para prevenir y resolver potenciales inconvenientes (Murazzo Bazán, 2013).

En el Perú, el sector minero se ha consolidado, desde hace un tiempo, como una fuente significativa de restos sólidos, originados por las operaciones propias de su actividad. Cabe destacar que las empresas que producen la mayor cuantía de restos industriales (la mediana y gran minería) han experimentado un aumento en su producción, en consonancia con la expansión de sus proyectos de explotación y exploración.

La CMMPB - Rinconada Ltda. enfrenta una problemática de suma gravedad vinculada a su operación: la producción de restos sólidos. Estos subproductos, originados fundamentalmente en el procesamiento de los minerales y en las labores cotidianas de la asociación, comprenden elementos como estériles, sustancias de peligrosidad (lubricantes, reactivos y agentes químicos), además de restos inorgánicos y orgánicos provenientes de la presencia humana en el sitio. La disposición y gestión incorrecta de estos materiales constituye una amenaza tanto para el ecosistema y la salubridad pública, como un obstáculo para la perdurabilidad de la minería en la zona.



El presente análisis está conformado por los siguientes IV CAPÍTULOS, en la que CAPÍTULO I está conformada por el PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, en este ítem tratara del estudio del contexto problemática orientada a partir de nivel mundial, nacional y local y de acuerdo a ello se planteará las preguntas y surgirán los objetivos a responder durante el trabajo de estudio, el CAPÍTULO II está conformada por el MARCO TEÓRICO, en este ítem se desarrolló la teoría correspondiente a tema, el CAPÍTULO III está conformada por la METODO DE INVESTIGACIÓN, en este ítem se desarrollara el diseño y el tipo de estudio LA, los materiales a utilizarse, la ubicación, muestra y población del estudio y asimismo la metodología a utilizarse y finalmente el CAPÍTULO IV está conformada por las DERIVACIONES Y DISCUSIONES DEL ESTUDIO, en este ítem se desarrollara los resultados para cada objetivo planteado y de acuerdo a ello conforme a los antecedentes se efectuara la discusión correspondiente del estudio. Supremamente, se desarrollará las terminaciones en base a los hallazgos conseguidos de cada objetivo específico, y luego se procederá con las recomendaciones dirigidas a futuros investigadores.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

La elaboración de restos sólidos constituye uno de los desafíos ecológicos más apremiantes. De acuerdo con datos del Banco Mundial, la cuantía global de restos generados en 2016 fue de 2.01 mil millones de t, proyectándose un aumento hasta los 3.40 mil millones de t para el año 2050. De este total, al menos el 33% no recibe una disposición adecuada, siendo arrojados en botaderos informales o incinerados a cielo abierto, lo que ayuda a la polución de superficies, agua y aire (World Bank, 2018). En la actividad minera, la gestión incorrecta de desechos, particularmente en naciones con marcos normativos ambientales laxos, genera la polución de la tierra y los recursos hídricos, la devastación de hábitats nativos y peligros para la salubridad pública. Incidentes recientes por rupturas de diques de contención de relaves, como la catástrofe de Brasil, Brumadinho, en 2019, demuestran la severidad de este asunto y enfatizan la urgencia de implementar una conducción más estricto y defendible de los subproductos mineros en el mundo.

En el Perú, el marco jurídico que regula las gestiones de restos sólidos se encuentra establecido en la Orden Legislativa N.º 1278 y su reglamento, oficializado mediante el D.S. N.º 014-2017-MINAM, el cual dispone las disposiciones sobre la clasificación, acopio transitorio, traslado y eliminación



terminal de los desechos. No obstante, en la práctica, muchas operaciones mineras y plantas de beneficio aún presentan deficiencias en la implementación de sistemas de manejo integral. La Defensoría del Pueblo (2012) señala que, en zonas de minería informal e ilegal, la ausencia de control y la falta de formalización generan una disposición inadecuada de restos comprometidos y no comprometidos, incrementando la polución ambiental. Además, la fiscalización de las autoridades ambientales como OEFA todavía enfrenta limitaciones en cobertura y recursos. Actualmente, pese a la existencia de un marco regulatorio que incluye la LGM y disposiciones climático particulares, su aplicación segura resulta dispar, en especial en zonas alejadas. Los desechos, tales como los relaves que contienen metales sólidos y sustancias químicas peligrosas, frecuentemente son vertidos en cursos de H₂O o depositados a cielo abierto, lo que deteriora la condición del entorno y perjudica la salubridad de los poblados aledaños.

El departamento de Puno es una de las zonas con mayor diligencia minera aurífera artesanal y de chica escala en el país. Investigaciones académicas han evidenciado que la minería en la zona altoandina genera liberación de metales pesados y mercurio en los cuerpos de agua, especialmente en la cuenca del río Ramis y la laguna Rinconada. Estos residuos impactan en la condición del H₂O, los suelos y la salubridad de la población, afectando actividades como la agricultura, ganadería y consumo humano. Asimismo, la acumulación de restos sólidos domésticos e industriales en los asentamientos mineros de altura se convierte en un problema adicional, pues muchas veces son preparados en



tiradero a cielo abierto o quemados, generando contaminación atmosférica y riesgos sanitarios (Goyzueta, 2009).

Se sabe que la minería informal y artesanal, que opera con poca supervisión, agrava la situación al generar residuos sin algún tipo de procesamiento o control adecuado. En consecuencia, los restos en sus estados líquido, gaseoso o sólido ocasionan una serie de complicaciones ambientales cuando su manejo, acopio y eliminación definitiva son incorrectos. Esto impacta primordialmente en elevados índices de polución en la superficie, el H₂O y la atmósfera, con serias consecuencias para la salubridad pública y para la preservación del ambiente. En particular, una disposición final inapropiada de los residuos sólidos produce perjuicios incuantificables, entre los que destaca la contaminación de las corrientes hídricas debido a la descarga directa de desechos dentro del sistema minero, lo que provoca un aumento de la turbiedad, la creación de bancos de sedimentos o lodo, fluctuaciones térmicas, entre otros efectos, que alteran las condiciones naturales del cuerpo de agua, provocando graves inconvenientes aguas abajo que imposibilitan su uso directo sin un procesamiento previo, el cual suele ser financieramente oneroso (Defensoría del Pueblo, 2012).

En la Rinconada - Ananea, un problema significativo es la acumulación de residuos sólidos provocando alteración del paisaje y pérdida de la biodiversidad, esto se debe principalmente al retraso en las compilaciones y disposiciones de los restos de todas las empresas mineras artesanales ubicadas en la zona industrial de la Rinconada, generando preocupación entre la población y posibles peligros para la salubridad y el ambiente. La problemática en la CMMPB -



Rinconada, ubicada en una de las zonas más elevadas del mundo, afronta diversos impactos ambientales debido al uso de químicos, agua, energía y la generación de residuos. Estas actividades, si no son bien controladas, pueden polucionar la superficie, el agua, el aire y poner en riesgo la biodiversidad y la salubridad humana.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cómo minimizar los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, Puno 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál será el diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada mediante el cumplimiento de la normativa ambiental?
- b) ¿Cuál es la caracterización de residuos sólidos domésticos e industriales generado en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada?
- c) ¿Cuál será el sistema de manejo integral de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, basado en el diagnóstico y caracterización realizada?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Elaborar e implementar un sistema de manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada Puno 2024.



1.3.2. Objetivos específicos

- a) Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada mediante el cumplimiento de la normativa ambiental.
- b) Caracterizar los residuos sólidos domésticos e industriales generado en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.
- c) Implementar un sistema de manejo integral de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, basado en el diagnóstico y caracterización realizada.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación practica

La instauración de una sistemas de gestión de residuos sólidos en la PBMR posibilitará la creación de un modelo organizado y eficaz para administrar los desechos producidos en sus operaciones cotidianas. Este modelo incorporará la segregación, acopio, traslado, procesamiento y eliminación terminal de los restos, garantizando la observancia de la legislación ambiental aplicable y perfeccionando los procedimientos internos de la instalación. En consecuencia, se atenuará considerablemente la polución vinculada a manejo incorrecto y se robustecerá la sustentabilidad operacional (MINAM, 201).

Asimismo, esta iniciativa coadyuvará a la normalización de prácticas idóneas en la conducción de restos sólidos, permitiendo su aplicabilidad en demás plantas de beneficio de la localidad. Mediante la ejecución de estas acciones, la instalación se erigirá como un paradigma de gestión apropiada de



restos dentro de la industria minero-metalúrgica, evidenciando la factibilidad de armonizar rentabilidad operativa con responsabilidad ecológica.

1.4.2. Justificación social

Los habitantes de las áreas colindantes con la PBMR están expuestos a peligros inmediatos provenientes de la polución ocasionada por la gestión incorrecta de restos sólidos. Esta iniciativa pretende atenuar dichos efectos, optimizando la calidad del aire, los recursos hídricos y la tierra, factores fundamentales para la salubridad y condición de vida de las poblaciones vecinas. Al minimizar los focos contaminantes, se reducirán padecimientos asociados a la exposición de restos nocivos, particularmente en los sectores demográficos de mayor riesgo (Defensoría del Pueblo, 2012).

De igual forma, la iniciativa promueve la integración e intervención dinámica de las poblaciones locales en labores de concientización y formación ambiental. Esto no solo producirá un mayor entendimiento sobre la excelencia de un manejo responsable de los restos, sino que además robustecerá los vínculos entre la instalación industrial y la comunidad, impulsando un progreso más justo y perdurable en la zona.

1.4.3. Justificación ambiental

El área de Rinconada, ubicada en un entorno de alta montaña con ambientes vulnerables, sufre una presión ambiental significativa derivada de la actividad minera. La gestión incorrecta de los desechos sólidos intensifica la contaminación de las cabeceras de cuenca, los suelos y los recursos acuíferos, afectando gravemente a la biodiversidad local. Esta iniciativa plantea atenuar



dichos efectos a través de una gestión comprehensiva y apropiada de los desechos producidos en la instalación, apoyando así la preservación de los sistemas ecológicos (Goyzueta, 2009).

Complementariamente, la adopción de este modelo disminuirá el impacto ecológico de la instalación al fomentar la reducción de desechos y la valorización de materiales susceptibles de reciclaje. Estas medidas no solo impulsarán la preservación de los recursos naturales, sino que también coadyuvarán al alcance de los ODS, particularmente aquellos vinculados con la protección del entorno y las iniciativas climáticas.

1.4.4. Justificación Económica

A partir del punto de vista financiero, las gestiones apropiadas de restos sólidos pueden producir notables ventajas económicas para la PBMR. La adopción de un modelo organizado facilitará la valorización de materiales reciclables, disminuyendo los gastos operativos asociados con la eliminación terminal de desechos. Igualmente, al observar las regulaciones medioambientales, se prevendrán imposiciones monetarias y penalizaciones, robusteciendo la viabilidad económica de las diligencias.

Adicionalmente, esta iniciativa puede consolidar a la instalación como un paradigma de compromiso ecológico en la zona, lo que potencialmente captaría nuevas inversiones y reforzaría su ventaja competitiva en el sector. Una reputación favorable y una dedicación demostrable hacia la sustentabilidad no solo redundan en beneficio corporativo, sino que también inspiran credibilidad entre las comunidades locales y los organismos públicos y privados, promoviendo un crecimiento económico integral y perdurable (PNUD, 2019).



1.5. Hipótesis de la investigación

En el actual análisis no se plantean hipótesis, dado que el análisis es de carácter descriptivo, cuenta con variables de caracterización y variables de interés, y su propósito no reside en establecer relaciones causales o efectos.

1.6. Variables

1.6.1. Variable de caracterización

- Generación de restos sólidos.

1.6.2. Variable de interés

- Ejecución de un sistema de manejo de restos sólidos.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala / Unidad de medida	Técnica / Instrumento
Variable de Caracterización Generación de residuos sólidos	Tipología de residuos sólidos	- Cuantía de restos sólidos no peligrosos	Kg	Muestreo de residuos. Registro en fichas de caracterización.
		- Cuantía de restos sólidos peligrosos	Kg	Balanza.
	Clasificación por fuente de generación	- % de residuos domésticos	%	Observación directa.
		- % de residuos industriales	%	Registro fotográfico. Análisis documental.



Variable de interés			Frecuencia	Encuestas.
Implementación de un sistema de manejo de residuos sólidos	Capacitación y sensibilización	- N° de capacitaciones realizadas	/ Cantidad	
		- N° de trabajadores capacitados		
	Segregación en la fuente	- % de residuos segregados correctamente	%	Observación en campo. Fichas de control
	Disposición final	- Cuantía de restos dispuestos adecuadamente	Kg / %	Registro de disposición final. Actas de disposición. Check list.
	- % de cumplimiento de normativa ambiental			
Buenas prácticas ambientales	- N° de prácticas implementadas		Cantidad / %	Guías de verificación Lista de chequeo
	- % de desempeño del plan de manejo			



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

El artículo presentado por Maia (2024), titulado "Gestiones de Restos Sólidos Industriales en un Centro Metalúrgica: Efectos de la Reorganización Ambiental y la Retroalimentación", tuvo como objetivo evaluar el efecto de una intervención basada en el reordenamiento ambiental y la retroalimentación al propia en la mejora de las segregaciones y reciclaje de restos en una planta metalúrgica brasileña. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi-experimental y estudio de caso único, donde se implementaron tres fases: diagnóstico de línea base, reubicación y señalización de contenedores por tipo de residuo (metal, plástico, papel/cartón, madera) y finalmente la retroalimentación mensual mediante un tablero de métricas visibles al personal. Los resultados mostraron una reducción de los residuos metálicos desde aproximadamente 2056 - 2076 kg/mes a 1461 kg/mes, mientras que los plásticos disminuyeron de 1.2 - 1.3 m³/mes a 0.8 m³/mes, y el papel/cartón a 0.4 m³/mes tras la intervención. Se concluyó que la



implementación de medidas simples, como señalización y retroalimentación, puede mejorar de manera significativa la segregación y valorización de los residuos, constituyéndose en una estrategia replicable en otras plantas metalúrgicas y de beneficio.

Por otro lado, Sellitto y Murakami (2020), en el estudio “Destino de los residuos generados por una planta siderúrgica: un estudio de caso en América Latina”, plantearon como objetivo asemejar las tipologías de restos creados y sus destinos de valorización en una siderúrgica semi-integrada de América Latina. El estudio fue de tipo aplicado y diseño de caso, utilizando entrevistas, visitas de campo y revisión documental para mapear los flujos de residuos. Los resultados evidenciaron que la planta logra enrutamiento adecuado del 100% de sus residuos, con una generación promedio de 0.6 t de residuo por tonelada de acero producido, lo que representa cerca de 12000 t/mes de escoria usada en carreteras, 200 t/mes de polvos de horno eléctrico reutilizados en aleaciones Zamak y terraplenes, 200 t/mes de cascarilla de laminación para cemento y 30 t/mes de lodos de zinc con 80–82% de pureza retornados a la fundición. Se destacó que la valorización generaba un ingreso de aproximadamente 1.2 millones de dólares anuales, aunque la principal motivación fue ambiental y de reducción de costos de disposición. Se concluyó que un sistema estructurado de destinos finales y logística inversa puede alcanzar tasas de valorización cercanas al 100%, siendo un referente para replicar en plantas metalúrgicas y de beneficio.

De acuerdo a Moreno (2022) en su tesis de investigación titulada “Diseño de una iniciativa de optimización para el manejo de restos en la



licencia minera Victoria durante el año 2022”, este estudio persiguió como finalidad optimizar el manejo de restos en las concesiones mineras "Victoria" y atenuar los impactos circunstanciales producidos por los desechos creados en las actividades extractivas. El enfoque metodológico corresponde al tipo aplicado, pues la concesión puede ejecutar las acciones delineadas en el plan; por su hondura se clasifica como descriptivo y sus hallazgos fueron expresados cualitativamente. El estudio expone determinadas regulaciones vigentes en Ecuador para administrar los residuos desde su generación hasta su eliminación terminal, conforme lo estipula la legislación nacional. Estas normativas pertenecen al Pacto Ministerial 061, el estándar Técnico Ecuatoriana NTE INEN 2841 y, naturalmente, la Ley de Minería de Ecuador. Los hallazgos del estudio evidenciaron que el protocolo de manejo de residuos se encontraba obsoleto; adentro de su método ambiental no existía un programa específico para gestión de desechos, aunque sí estaba considerado dentro de su estrategia de mitigaciones. La implementación del plan de mejora para la administración de restos tendría un coste estimado de \$4.200,00, distribuidos a partir de la reproducción hasta las disposiciones finales de los restos. Se proyecta que el tiempo requerido para ejecutar el plan de mejora sería de aproximadamente 6 meses.

El artículo de Flores et al. (2017) titulado “Procesamiento de restos sólidos en la Unión Europea”, tiene como objetivo principal analizar las políticas y adelantos en las gestiones de restos sólidos urb. en los Estados miembros de la Unión Europea, enfocándose en la disminución de restos generados, el fomento del reutilizamiento y la eliminación segura de residuos peligrosos. El estudio se realizó a través de un enfoque descriptivo



documental, recopilando y comparando datos estadísticos de reciclaje y producción de residuos en distintos países europeos. Como parte del análisis, se evidencia que la Unión Europea produce anualmente cerca de 2.000 millones de t de restos, incluyendo residuos peligrosos. En el año 2010, se recicló el 35 % de los residuos urbanos en Europa, lo que significó una mejora considerable frente al 23 % registrado en 2001. Sin embargo, muchos países encontraron grandes dificultades para cumplir con el objetivo de reciclar el 50 % de los residuos domésticos y similares para el año 2020, según lo establecido por las metas comunitarias. Esta situación se analizó considerando la infraestructura disponible, campañas de sensibilización pública y políticas de incentivo al reciclaje, destacando los esfuerzos diferenciados entre los 27 países miembros de la UE y países asociados como Croacia, Islandia, Noruega, Suiza y Turquía. Como conclusión, el estudio resalta la necesidad de fortalecer aún más las políticas públicas, la cultura ambiental y la inversión en tecnología e infraestructura para cumplir con los estándares europeos en las gestiones sostenibles de restos.

El estudio presentado por Sánchez (2020) denominada "Restos sólidos comprometidos creados en el centro de procesamiento y beneficios de minerales Rumicuri", tuvo el objetivo de caracterizar los restos sólidos comprometidos creados en el centro de beneficios de minerales Rumicuri en el cantón Camilo Ponce Enríquez, mediante la caracterización cualitativa y cuantitativa, para la generación de una propuesta relacionada con la disminución de los mismos. En la metodología de investigación se trabajó con una base de 8 desechos sólidos peligrosos generados en la planta donde se obtuvo como resultado que el 90% de los mismos tienen la característica de



peligrosidad tóxica, y el 62% de los mismos son gestionados con un gestor autorizado por el Ministerio del Ambiente. Por lo cual se propone programas de minimización de los restos sólidos peligrosos creados, y un programa de empleo verde para un equilibrio social, económico y ambiental dentro del sector minero.

Los escritores Jiménez y Jiménez (2022) su estudio, denominado "Diseño e implementaciones de un protocolo integral para la administración de restos en la compañía minera CURIMINING S.A., correspondiente al plan Curipamba, ubicado en Ecuador, Bolívar", tuvo como objetivo principal crear un Sistema de Gestión de Residuos para los desechos producidos por las labores de exploración minera y otras secciones de Curimining S.A. en el Proyecto Curipamba. Dicho estudio fue examinado mediante un diagnóstico situacional y ambiental que identificó los residuos generados por las operaciones de Curimining S.A. en el Proyecto Curipamba. Como resultado, se caracterizaron estos desechos y se propuso un Sistema de Gestión de Residuos como una herramienta fundamental para mitigar los impactos ambientales provocados por las diligencias del Proyecto. Como resultado, se determinó que los restos sólidos forman parte del desempeño social corporativo. En este contexto, se analizó el marco normativo vigente aplicable al sector minero y, específicamente, al manejo de estos restos, el cual servirá como garantía para conservar un ambiente saludable que contribuya a la protección y prevención del deterioro de los recursos naturales en el área de influencia de la empresa Curimining S.A. Se implementó un esquema organizacional para distinguir las unidades administrativas de las operativas, dado que es extremadamente útil para la compañía visualizar de manera clara



y expedita su estructura interna. Adicionalmente, se reconocieron las ventajas de la implementación de un SGR en el proyecto.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el estudio de Meza (2023) titulado "Propuesta de minimizaciones y manejos de restos sólidos en la Unidad Minera Ticlio, Pasco", el objetivo fue cuantificar y determinar los restos generados en dicha operación, con el propósito de diseñar un plan de dirección ambiental ajustado al estándar peruano actual. La metodología fue descriptiva-analítica en cuatro etapas claramente secuenciales: 1) identificación de los procesos productores de restos sólidos en áreas administrativas, planta de procesamiento y talleres mecánicos; 2) caracterización cualitativa y cuantitativa de residuos, utilizando muestreo físico durante siete días consecutivos y clasificación manual según peligrosidad y tipo de material; 3) evaluación comparativa con la normativa nacional D.S. N° 014-2017-MINAM y estándares internacionales ISO 14001 para establecer brechas; y 4) formulación de propuestas técnicas y operativas de manejo, segregación y disposición final. En total, se registraron 6 categorías de residuos no peligrosos (plástico, cartón, papel, madera, orgánicos y restos de construcción) y 2 de peligrosos (aceites usados y trapos contaminados), con un volumen promedio mensual de 12 toneladas, equivalente a 400 kg diarios. La segregación alcanzó el 85 % en residuos reciclables, con un índice de reaprovechamiento del 62%, mientras que los residuos peligrosos representaron el 7 % del total y carecían de un almacén temporal certificado. Se concluyó que, aunque hubo deficiencias en infraestructuras de almacenamiento y señalización, la implementación del



plan propuesto mejoraría significativamente la separación, reducción y manejo seguro de restos, alineando las operaciones con los estándares exigidos por el Ministerio del Ambiente.

Tomando en cuenta a Sequeiros (2019) en su investigación titulada "Ejecución de protocolo de gestión de restos sólidos durante la fase de edificación de las subestructuras de procesamiento minero de la compañía CCCC del Perú SAC, ubicada en Ica, Perú", este estudio se propuso como objetivo la ejecución de un sistema de gestión de restos sólidos durante la fase de edificación de las subestructuras de procesamiento minero de la compañía CCCC del Perú SAC, ubicada en Ica. La metodología del estudio especifica un enfoque cualitativo con un diseño longitudinal, de nivel descriptivo y explicativo. A través de un diagnóstico realizado en la empresa, se identificó la carencia de una sistemática adecuada para la conducción de restos sólidos, incluyendo la escasez de contenedores, depósitos, traslados y registros necesarios para gestionar estos desechos. Los hallazgos obtenidos fueron los siguientes: Del total de 48 573 kg de desechos sólidos generados en el período comprendido entre feb. y sep. de 2018, el cien por ciento fue segregado adecuadamente en el punto de origen. Esto permitió la comercialización mediante un Operador de Restos Sólidos (EO-RS) del 84.05% del total, correspondiente a restos servibles no nocivos (cartón, papel, metales, madera y plástico); el 7.76% se asignó el 94.59% al depósito de madera de la Unidad Minera, el 3.35% al vertedero sanitario de la misma operación, y el 2.06% fue gestionado por medio de un relleno de seguridad por un EO-RS externo, cumpliendo con la regulación nacional y garantizando un manejo apropiado durante la etapa de construcción.



En cambio, Quispe (2023) en su estudio denominado "Proposición de reducción y gestión integral de restos sólidos en una instalación de procesamiento de minerales perteneciente al sector de pequeña minería", planteó como objetivo diseñar un plan de minimizaciones y manejos integrales de los restos sólidos. Fue un estudio aplicado, descriptivo y con diseño no experimental. El procedimiento consistió en caracterizar los residuos según la NTP 900.058:2019 y observar las prácticas de segregación. Los resultados evidenciaron que la planta generaba 185 kg/día de restos sólidos, de los cuales el 42 % eran restos metálicos, el 28 % orgánicos, el 18 % plásticos y papeles, y el 12 % residuos peligrosos como envases de aceites y filtros. Se concluyó que el uso del código cromático de segregación permitió una gestión más precisa y profesional, mejorando la trazabilidad y reduciendo en un 35 % la mezcla de restos comprometidos con los no comprometidos

En su investigación de Tocto (2019) denominada "Gestión y supervisión de desechos para optimizar la salubridad laboral en la Mina Andaychagua de Volcan Sociedad Minera S.A.A", este estudio se propuso como propósito analizar la autoridad de la gestión y control de restos en la mejora de la salubridad ocupacional en la Mina Andaychagua de Volcan Sociedad Minera S.A.A. Para su desarrollo, se aplicaron todos los pasos del método científico, correspondiendo a un estudio de tipo aplicada, diseño descriptivo y nivel descriptivo simple. Como urbe se tuvo en consideración a las compañías técnicas de la Mina Andaychagua, y como muestra se eligió a una de las empresas especializadas dedicadas al sostenimiento con shotcrete en los frentes de las labores horizontales de la mina. Se aplicó el programa de aprendizaje anual sobre manejo y intervención de residuos, obteniéndose el



100% de la participación de los trabajadores, que en la evaluación escrita obtuvieron notas mayores a 15 y durante el mes de junio del 2019 se recogieron 1208 kilogramos de residuos sólidos. Esto es de gran importancia para optimar la salubridad ocupacional de los trabajadores.

La investigación ejecutada por Freundt (2018) denominada "Análisis técnico-ambiental de las gestiones de restos sólidos generados en la unidad de elaboración y acopio Parcoy N° 1 de la Sociedad Minero Horizonte S.A., situada en Parcoy, Pataz, Libertad", tuvo como fin definir los criterios y medidas a ejecutar a lo largo de la valoración técnica de los restos sólidos, con el propósito de salvaguardar el ambiente, en cumplimiento el estándar aplicable en la unidad de procesamiento y acopio Parcoy N° 1 de la Sociedad Minera Horizonte S.A. La metodología emplea un diseño no experimental de tipo transversal con enfoque cualitativo-descriptivo. Se clasifica como descriptivo porque se basa en la caracterización detallada de todos los componentes principales de los residuos generados en la unidad de producción. Como resultado, se determinó que la valoración integral del Programa de Gestión de Restos Sólidos en un mecanismo minera admite verificar que las acciones implementadas en dicho programa resultan eficaces para el control y conservación del medio ambiente. La adopción de una sistemática de base de datos que posibilita asemejar la reproducción de restos por punto de almacenamiento facilita gestiones eficaces de los restos sólidos en una unidad minera, optimiza las rutas de recolección según las demandas de cada área, y genera disponibilidad de tiempo para ejecutar servicios complementarios sin provocar acumulaciones innecesarias en los centros de acopio.



En su investigación Villanueva (2013) titulada “Instauración de una Sistemática de Gestiones Ambientales para el Control de Restos Sólidos en el Plan de Exploración Colquemayo de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., ubicado en Moquegua, Perú, durante el año 2012”, este estudio tuvo como propósito evidenciar que la adopción de una sistemática de gestiones ambientales para el conducción de restos sólidos en el Plan de Exploración Colquemayo permite atenuar los impactos ecológicos adversos procedentes de una gestión inapropiada de los mismos. En el ámbito metodológico de la investigación, el diagnóstico inicial permitió optimizar progresivamente las condiciones del área laboral en la GRS, abarcando a partir de su reproducción hasta su acopio transitorio y posterior eliminación terminal. Para la Cuantificación y Clasificación de los desechos sólidos, se utilizaron técnicas de caracterización cualitativa y cuantitativa, identificando diversas propiedades según su peligrosidad, como Toxicidad, Inflamabilidad, Explosividad, entre otra. Los hallazgos obtenidos demostraron que la cuantificación permitió determinar el volumen de restos creados en los Proyectos de Exploración Colquemayo. El promedio periódico de producción de desechos sólidos entre ene. y abr. fue de 1.6405 toneladas, siendo los residuos orgánicos los de mayor proporción (53%), mientras que los residuos hospitalarios representaron menos del 1% debido a su mínima generación.

En su tesis Ticlihuanca (2017) denominada “Elaboración y diseño de un protocolo integral para la administración de residuos sólidos en la instalación de procesamiento de la Mina Orión, localizada en Arequipa, a lo largo del año 2016”, Este estudio se propuso como objetivo apoyar la gestión de los restos sólidos producidos en la PPMO, situada en Arequipa.



Metodológicamente, se diseñó un plan de conducción para dichos restos y un plan activo para el año 2017 destinado a administrar los restos creados en la Planta. En el ámbito operativo, la muestra se conformó por los 105 colaboradores que desempeñan funciones en el PP de la Mina Orión y por los 52 depósitos debidamente identificados, lo que permitió efectuar la determinación de los restos sólidos de manera eficiente. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Respecto a los restos no comprometidos, el de mayor volumen correspondió a la chatarra de hierro con 20.5 kg/día. Entre los restos comprometidos, los hidrocarburos remanentes representaron la mayor proporción con 6.4 kg/día. De igual modo, se implementó una política integral de seguridad, salubridad ocupacional y ambiente para la PP de la Mina Orión, con el objetivo de administrar la suspicacia de peligros laborales asociados a las tareas ejecutadas por el personal, así como optimizar las condiciones laborales para incrementar los estándares de protección. Se diseñó el Plan de Gestión de Restos Sólidos con diversos ordenamientos dirigidos a la integración e ejecución del PGIRS, considerando aspectos de índole social, ambiental, técnica, logística y administrativa. La formulación del plan implicó a los diversos actores garantes de esta dificultad, a partir de la administración hasta el personal operativo.

En su investigación Murazzo (2013) titulada "Sistemas de gestiones de restos sólidos y protección ambiental de compañía minera Horizonte S.A. en el La Libertad durante el período 2020", tiene como propósito de instituir de qué forma influiría la sistemática de conducción de Restos Sólidos en a meticulosidad del entorno de la compañía minera Horizonte S.A. en la Libertad – 2020. En el método esgrimido menciona que yacio de tipo descriptivo pues



posteriormente de conseguir los hallazgos del estudio con el método deslucido se describió que la sociedad minera Horizonte S.A. La urbe del análisis fue conformada por 867 laboradores de la compañía minera Horizonte S.A. Los resultados mostraron que la empresa generaba en promedio 5.6 t/mes de residuos sólidos, compuestos en un 46 % por residuos metálicos, 32 % orgánicos y reciclables, y 22 % residuos peligrosos. La aplicación del plan redujo los residuos enviados a disposición final de 5.6 t/mes a 3.9 t/mes, aumentando la valorización en un 30 %. Se concluyó, respecto al propósito general —que consistía en determinar cómo influiría el sistema de gestión de restos sólidos en la preservación ambiental de la Empresa Minera Horizonte S.A. en La Libertad—, que dicho sistema tiene un impacto significativo y positiva.

De acuerdo a Hernández (2020) en su análisis llamada “Evaluación del sistema de gestión de restos sólidos y proposición de optimización en la unidad minera de la Asociación Minera Casapalca S. A., correspondiente al año 2019”, Este estudio se propuso como objetivo establecer el porcentaje de adherencia inicial y, posterior a la implementación de las acciones de mejora, cuantificar el nivel de desempeños finales del protocolo de gestión de restos sólidos en la Sociedad Minera Americana de la Asociación Minera Casapalca S.A. El enfoque metodológico se fundamentó en la sensibilización ambiental del personal, la instalación de mecanismos de segregación en origen y la aplicación de la Orden Legislativa N° 1278, que establece la Ley de Gestiones Integrales de Restos Sólidos. Los resultados mostraron que, en la evaluación inicial, el plan de conducción de restos sólidos alcanzaba apenas un 54 % de desempeño, evidenciando deficiencias en la segregación y disposición



adecuada. Tras tres meses de capacitación y la ejecución de tachos diferenciados por código de tonalidades, el cumplimiento se elevó al 82 %, lográndose mejoras notorias en la segregación de residuos metálicos (de un 45 % a 78 % de separación adecuada), residuos plásticos y papeles (de un 38 % a 70 %) y residuos peligrosos (de un 50 % a 80 %). Asimismo, se pudo ver que la cantidad de restos mal segregados disminuyó de 125 kg/semana a 48 kg/semana, mientras que los restos destinados a valorización aumentaron en un 35 %. Se concluyó que la capacitación constante y la ejecución de mecanismos de segregación en fuente influyen efectivamente en la concientización de los laboradores y en el desempeño del estándar ambiental, aunque se sugiere mantener un programa mensual de formación continua para consolidar la cultura ambiental y alcanzar el 100 % de cumplimiento del plan.

2.1.3. Antecedentes regionales

En la investigación de Chambilla (2024) en su tesis titulada "Determinación de restos sólidos no comunales para las gestiones integrales de restos sólidos en el proyecto minero Baltimori Sur –Cuyocuyo – 2023", el propósito fue determinar los restos sólidos no comunales creados en dicho proyecto para fundamentar una gestión integral. Se empleó una metodología descriptiva-analítica, que incluyó: 1) diagnóstico contextual de las fuentes de reproducción (planta de procesamiento, campamento, oficinas), 2) toma de muestras diarias durante una semana en cada zona operativa, utilizando formularios de registro y balanzas precisas, 3) clasificación detallada por tipo (cartón, plástico, aceites, baterías, etc.) y 4) cálculo de generación per cápita



y densidad volumétrica. Los resultados indicaron la identificación de 68 tipos diferentes de restos entre comprometidos y no comprometidos, una reproducción per cápita de 0.511 kg/hab/día y densidades promedios de 401.351 kg/m³. Estos valores mostraron que el 60 % de los residuos eran no peligrosos, principalmente cartón (22 %), madera (17 %) y desechos orgánicos (13 %), y el 40 % eran peligrosos, incluyendo aceites, baterías y solventes. Se concluyó que la caracterización realizada proporciona una base sólida para diseñar estrategias de gestión integral, que incluyan planes de segregación, disposición final adecuada y seguimiento normativo.

Por otro lado, Condori (2023) en su trabajo de investigación titulada "Proposición de implementación de la sistemática de gestiones ambientales ISO 14001 para el centro de merced en la compañía Corporación Minera Ananea S.A., Perú -2023", tuvo como objetivo efectuar Sistemas de Gestiones Ambientales bajo los lineamientos del estándar ISO 14001:2015. El método de estudio es de tipo descriptivo, con diseño no experimental y enfoque cuantitativo. Asimismo, se realizó un diagnóstico ambiental centrado en el estándar ISO 14001:2015 para determinar la situación existente de la planta de favor, se localizaron y valoraron los aspectos ambientales relevantes en cada sector de la planta utilizando matrices numéricas de evaluación de impactos ambientales. Los resultados evidenciaron que el nivel de cumplimiento de la planta con respecto a los requisitos de la norma era apenas de 46 %, reflejando un desempeño ambiental deficiente. Se identificaron 12 aspectos ambientales significativos, entre los que destacaron: la reproducción de restos sólidos peligrosos (1.8 toneladas/mes, equivalentes al 22 % del total de residuos generados), residuos no peligrosos (6.4 toneladas/mes), consumo



excesivo de agua (un promedio de 18 m³/día, superando en un 35 % la meta interna), consumo de energía eléctrica (4 500 kWh/mes), además de la emisión de ruidos que excedían en 15 dB los límites permisibles durante operaciones críticas. Asimismo, se registró que el 68 % de los efluentes líquidos presentaban valores de turbidez y metales pesados por encima de lo establecido en el D.S. N.º 010-2010-MINAM. Se concluyó que la propuesta de implementación del SGA permitirá mejorar el nivel de desempeño del estándar ISO 14001:2015 hasta un estimado del 85 % en su primera etapa, fortaleciendo la gestión de restos sólidos, reduciendo en la ingesta de H₂O y energía en un 20 %, y garantizando la adecuada gestión de los semblantes e impactos ambientales significativas identificados.

En su investigación Mamani (2019) en su trabajo "Precisión de restos sólidos en la Cooperativa Minera Universal – Rinconada", tuvo como objetivo cuantificar y clasificar los restos creados en el proceso de beneficio aurífero y en bienes auxiliares. El estudio fue de tipo descriptivo, con diseño de caso único, utilizando caracterización por el método volumétrico–gravimétrico. Los resultados indicaron que la cooperativa generaba aproximadamente 1.2 t/mes de restos sólidos, de los cuales el 52 % eran restos metálicos (chatarras y piezas de maquinaria), el 21 % plásticos y embalajes, el 15 % residuos peligrosos (envases contaminados con mercurio y cianuro, filtros, guantes y EPP usados), y el 12 % residuos orgánicos de los comedores. Se concluyó que la ejecución de un sistema de manejo con segregaciones en fuente permitiría valorizar un 40 % de los residuos e incrementar la seguridad ocupacional.



Por otro lado, Quispe (2021), en su tesis "Gestiones y caracterización de restos sólidos en la Cooperativa Minera San Francisco – Ananea", tuvo como objetivo caracterizar los restos industriales y domésticos de la planta de beneficio y evaluar su disposición final. Fue un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo, basado en muestreos semanales durante tres meses. Los resultados evidenciaron que la planta generaba un total de 4.5 t/mes de residuos sólidos, con una composición de 38 % residuos metálicos y chatarra, 25 % plásticos rígidos y flexibles, 14 % residuos peligrosos (principalmente envases de reactivos químicos y aceites), 13 % residuos de construcción inertes (concreto, ladrillo, cerámica) y 10 % orgánicos de comedores y áreas administrativas. Se concluyó que la ausencia de un sistema de segregación generaba la mezcla de peligrosos con no peligrosos, incrementando riesgos ambientales, y que un plan de valorización podría recuperar hasta el 50 % de los residuos generados.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Minería

La diligencia minera consiste en el procedimiento de obtención de minerales de valor económico a partir del subsuelo, lo que conlleva la remoción de volúmenes significativos de material estéril y roca para alcanzar los yacimientos mineralizados. Esta operación genera considerables cantidades de desechos sólidos, comprendiendo materiales como estériles de excavación, sobrecarga y demás residuos derivados de las etapas de extracciones y beneficios de minerales (Hartman, 2002).



En el contexto del diseño y ejecución de una sistemática de gestión de restos sólidos para una instalación de procesamiento metalúrgico, es fundamental evaluar las consecuencias de la operación minera en el entorno natural y la población adyacente. Una administración apropiada de estos residuos conlleva la adopción de estrategias para minimizar, reaprovechar y reprocesar los subproductos generados tanto por la extracción minera como por la planta de concentración. Estas acciones pueden abarcar la adopción de sistemas de depuración de efluentes, la correcta codificación y exclusión de restos sólidos, tal como la ejecución de iniciativas de rehabilitación ecológica para atenuar las consecuencias persistentes sobre el terreno y la biodiversidad de la zona (Sánchez J. , 2010).

2.2.2. Actividad minera

El análisis de las consecuencias ecológicas derivadas de la operación minera resulta esencial para dimensionar la magnitud de sus repercusiones en el ecosistema adyacente. Este diagnóstico comprende un examen pormenorizado de la producción de desechos sólidos proveniente de las actividades extractivas, ofreciendo así una perspectiva global de los retos medioambientales inherentes a esta industria. Mediante técnicas avanzadas de muestreo, procesamiento de información y simulación computacional, se pueden identificar y cuantificar los peligros vinculados a la conducción de restos sólidos en diversos escenarios mineros (Aznar, 2016).

La conducción holística de desechos sólidos en la industria minera comprende un conjunto de medidas concebidas para atenuar la huella ecológica e impulsar la sustentabilidad en este sector. Dichas medidas se



extienden desde la disminución de la producción de residuos en las fases de explotación y transformación, hasta la puesta en práctica de mecanismos de acopio y confinamiento definitivo eficaces. Mediante el aprovechamiento de subproductos y la incorporación de directrices de compromiso ecológico, se puede progresar hasta una administración más perdurable de los restos sólidos en la minería (Sánchez J. , 2008).

Los sistemas de procesamiento de restos sólidos en instalaciones de beneficio metalúrgico cumplen una función esencial en la atenuación de las consecuencias ecológicas vinculadas a la operación minera. Estos sistemas engloban un extenso espectro de metodologías, que incorporan el manejo mecánico, reactivo y orgánico de los restos. Mediante la implementación de estos sistemas, se optimiza la recuperación de materiales, se disminuye el volumen de desechos destinados a depósitos de confinamiento y se atenúa el peligro de polución ecológica. Colectivamente, estas metodologías coadyuvan a una dirección más efectiva y perdurable de los restos sólidos en el perímetro minero-metalúrgico (Smith, 2019).

2.2.2.1. Tipos de minería:

- a. **Minería metálica:** Consiste en la explotación de yacimientos que albergan elementos metálicos de alto valor económico, tales como el oro, la plata, el cobre, el zinc, entre otros. Esta actividad extractiva puede desarrollarse mediante métodos superficiales o subterráneos, en función de las características geológicas y la rentabilidad del depósito mineral (Han, 2000).



- b. Minería no metalúrgica:** Alude a la explotación de recursos inorgánicos de naturaleza no metálica empleados en múltiples sectores industriales, tales como la construcción, la agroindustria, la química, entre otros. Entre los ejemplos de estos minerales se encuentran el carbón, la halita, las arcillas, los fosfatos y diversos minerales de aplicación industrial. (Feldman, 2007).
- c. Minería a cielo abierto:** Constituye una técnica de explotación aplicable a depósitos minerales de escasa profundidad, que implica la remoción de estratos superficiales para alcanzar el mineral. Se emplean maquinarias de gran escala, como palas excavadoras y volquetes de minería, para extirpar el material y dejar al descubierto el depósito (Velázquez, 2015).
- d. Minería subterránea:** Comprende la explotación de recursos minerales mediante la construcción de socavones y conductos subterráneos. Esta metodología se emplea cuando los depósitos se localizan a profundidades donde la minería superficial resulta inviable o peligrosa. Para acceder al mineral se requieren maquinarias especializadas y procedimientos de excavación específicos (Schulz, 2020).
- e. Minería de subsistencia:** Alude a la explotación de recursos minerales ejecutadas por comunidades reducidas o particulares con capacidades tecnológicas y recursos económicos restringidos. Frecuentemente, estas labores extractivas se desarrollan en zonas rurales y pueden generar consecuencias ambientales y

sanitarias considerables ante la ausencia de una gestión apropiada (Vega, 2003).

- f. Minería pequeña, mediana y gran minería:** Aluden a la dimensión y magnitud de las actividades extractivas. La minería de pequeña escala generalmente comprende a reducidos colectivos laborales o cooperativas, la minería intermedia conlleva operaciones de mayor envergadura, y la megaminería corresponde a proyectos de extensa escala con considerables capacidades económicas y tecnológicas (Soto, 2017).
- g. Minería energética:** Se concentra en la explotación de combustibles fósiles como el tizón, el crudo y el gas metano. Estos insumos energéticos son cruciales para la producción de electricidad y el sector industrial, no obstante, su obtención y transformación pueden crear efectos sociales y ambientales considerables en los ecosistemas y urbes aledañas (London, 2016).

2.2.3. Manejo de residuos sólidos en minería

La generación de restos sólidos en el sector minero representa un desafío ambiental crítico que requiere manejo y supervisión adecuados para mitigar sus impactos. A partir desde la explotación del yacimiento hasta el beneficio del mineral, todas las etapas del proceso del ciclo productivo genera desechos, incluyendo material estéril, relaves y sustancias químicas esgrimidas en los procesos de apartamiento y purificación. La adopción de estrategias sostenibles de gestión de residuos es imprescindible para



resguardar la biodiversidad local y fomentar un desarrollo duradero y equilibrado de la manufactura minera (Cifuentes, 2018).

En el ámbito particular del centro de procesamiento "Veta Dorada", la producción de restos sólidos se encuentra íntimamente vinculada al procedimiento de beneficio mineral para la obtención de metales valiosos. Los subproductos originados durante esta operación, como los residuos de concentración por espumas y los sedimentos de tratamiento, pueden albergar elementos metálicos y compuestos químicos que constituyen amenazas potenciales para el ecosistema y el bienestar público ante un manejo inadecuado (Dorada, 2020).

La ejecución de un programa de gestión de estos sólidos eficaz en el centro de procesamiento "Veta Dorada" resulta primordial para mitigar los efectos ambientales y dar cumplimiento a la normativa vigente tanto local como nacional. Esto conlleva la implementación de protocolos para la clasificación, el acopio controlado y la eliminación apropiada de los diversos tipos de desechos sólidos producidos durante el proceso de concentración mineral. Adicionalmente, es necesario instituir mecanismos de supervisión y verificación para valorar de manera continua el rendimiento de la sistemática de manejo de restos (Veta, 2020).

La concepción y aplicación de enfoques innovadores para la conducción de restos sólidos en el sector minero, incluyendo la planta de procesamiento "Veta Dorada", pueden generar ventajas sustanciales tanto en el ámbito ecológico como en el económico. Estas metodologías pueden comprender el recobro de elementos metálicos y demás recursos valiosos de los restos, el



reaprovechamiento de materiales directos y la inclusión de nuevas tecnologías más eficaces en los procesos de concentración para minimizar la producción de restos. Al destinar recursos a prácticas sustentables de manejo de restos, las compañías mineras pueden fortalecer su imagen corporativa y coadyuvar a un perfeccionamiento más garante (Díaz, 2016).

La incorporación de métodos de vanguardia en el manejo de restos sólidos, como la implementación de procedimientos de tratamiento y reutilizamiento pioneros, puede revolucionar la manufactura extractiva. Estos avances tecnológicos facilitan una mayor extracción de materiales valiosos a partir de residuos y disminuyen la necesidad de depósitos de confinamiento. Simultáneamente, estimulan la creatividad tecnológica y la cabida competitiva en una división en permanente transformación (Laura, 2016).

La interacción coordinada entre la industria minera, los entes estatales y los pobladores locales es una condición necesaria para formular e implementar habilidades eficientes de gestión de restos sólidos. Esta sinergia puede contribuir a identificar soluciones inventoras y afrontar los retos particulares que plantea cada entorno minero regional. Asimismo, fomenta la transparencia y la accountability corporativa, robusteciendo los vínculos entre todos los agentes implicados (Hernández C. , 2020).

La instrucción y adiestramiento del personal minero en procedimientos de manejo de desperdicios sólidos constituyen elementos cruciales para asegurar su eficacia. Los planes de capacitación deben orientarse hacia el reconocimiento de peligros, la administración apropiada de sustancias de riesgo y el fomento de una erudición de prevención y sustentabilidades en el

ámbito laboral. Esto coadyuva a optimizar la seguridad, disminuir los accidentes y resguardar el ecosistema (Torres, 2019).

La pesquisa y creación de novedosas tecnologías y ordenamientos para la conducción de restos sólidos resultan esenciales para enfrentar los retos emergentes del sector minero. Esto comprende la búsqueda de técnicas más efectivas de procesamientos y eliminación de residuos, junto con la integración de approaches descubridores de reutilizamiento y reaprovechamiento de materiales. La alteración en investigación y desarrollo en esta área puede propiciar progresos sustanciales en las sustentabilidades y competitividades de la minería a escala mundial (Ramírez, 2018).

Figura 1

Manejo de residuos sólidos en el sector minero.



Nota. Ejemplo de la clasificación de residuos sólidos de la minería, citado por Ramírez (2018).



2.2.4. Residuos sólidos

Se define como residuo cualquier elemento, material, objeto o sustancia resultante del uso o ingesta de un bien o servicio, que su generador o poseedor descarta o tiene la obligación o intención de eliminar, para su posterior gestión con priorización en la valorización de los desechos, culminando en una disposición terminal apropiada. Simultáneamente, existen los restos no comunales, que presentan características no comprometidas y comprometidas, y que se generan durante la ejecución de diligencias de servicios, productivas y extractivas (Hernandez, 2020).

Los desechos, denominados también residuos o subproductos de descarte, corresponden a materiales que han sido eliminados por carecer de utilidad para su generador inicial. Estos pueden manifestarse en múltiples configuraciones y estados de materia, abarcando desde elementos sólidos como embalajes, cartón y polímeros, hasta fluidos como efluentes líquidos y lubricantes consumidos, además de emisiones gaseosas originadas en procesos industriales. El manejo apropiado de los desechos es crucial para evitar la degradación ecológica, resguardar la salubridad colectiva e impulsar la sustentabilidad. Esto conlleva la ejecución de habilidades para minimizar la producción de restos en fuente, junto con su adecuada segregación, procesamiento y eliminación definitiva conforme a sus propiedades particulares y la legislación ambiental aplicable (Pérez M. , 2018).

Figura 2

Residuos sólidos.



Nota. Residuos sólidos generados a diario en el sector minero, citado por el Ministerio de Minería y Metalúrgica (2020).

Los restos sólidos comprenden cualquier material de descarte en estado sólido o semisólido. Igualmente se clasifican como restos aquellos líquidos o gases confinados en envases o depósitos destinados a eliminación, tal como los fluidos o emisiones gaseosas que, por sus propiedades fisicoquímicas, no podrían ser procesados en las sistemáticas de procesamiento de efluentes y manifestaciones y, por consiguiente, no pueden liberarse al ambiente. Frente a situaciones similares, deben ser manejados y asegurados los estados de líquidos y gases para evitar riesgos de manera positiva para sus correctas disposiciones finales (Freundt Collao, 2018).

2.2.5. Residuos sólidos No municipales

La categorización de restos sólidos no comunales resulta fundamental para una gestión apropiada de estos residuos. Esta labor conlleva la segregación de los distintos tipos de desechos de acuerdo con sus propiedades y potencial de reaprovechamiento o reciclado. Al caracterizar



precisamente los residuos industriales, de demolición y construcción, electrónicos y peligrosos, se agiliza su posterior procesamiento y eliminación definitiva. Este procedimiento ayuda a reducir el efecto ambiental y maximizar el uso de recursos (Rodríguez G. , 2020).

La gestión de restos sólidos no comunales comprende múltiples fases, que van desde la recolección y acarreo hasta el procesamiento y eliminación definitiva. Resulta imperativo implementar protocolos adecuados para asegurar un manejo ambiental y sanitario apropiado de estos residuos. Esto contiene el almacenamiento provisional indudable, el envío regulado y la diligencia de tecnologías de tratamiento idóneas. Asimismo, fomentar prácticas de minimización, reciclado y reaprovechamiento es crucial para atenuar la huella ecológica y disminuir la producción de restos (González, 2020).

La correcta categorización y administración de los restos sólidos no comunales demanda la cooperación de múltiples actores, incluyendo el sector empresarial, entidades gubernamentales y la ciudadanía organizada. Se requiere implementar marcos normativos y regulatorios precisos que fomenten la corresponsabilidad en la gestión de residuos, así como iniciativas de concientización y formación para garantizar su observancia. Asimismo, impulsar el estudio y desarrollo de innovaciones tecnológicas para el procesamiento y valorización de residuos resulta fundamental para transitar hacia un paradigma de economía circular. En este esquema, los restos se transforman en insumos productivos, coadyuvando de esta manera a la sustentabilidad ambiental y rentabilidad mercantil (Pérez L. , 2018).



La categorización de restos sólidos no comunales constituye un procedimiento esencial para su correcta gestión y procesamiento. Esta fase conlleva la caracterización y segregación de los distintos tipos de restos, como aquellos originados en el sector industrial, constructivo, de demolición y otras actividades productivas (López H. , 2019).

Las gestiones de desechos sólidos no comunales comprenden una secuencia de operaciones, que se extienden desde la recolección y acarreo hasta el procesamiento y eliminación definitiva. Estas operaciones deben ejecutarse de manera coordinada y eficaz para asegurar un manejo apropiado de los residuos. En este contexto, resulta primordial disponer de infraestructuras idóneas, como instalaciones de procesamiento y depósitos de confinamiento controlados, así como de recursos humanos capacitados en las metodologías y protocolos requeridos para la gestión segura de los restos. Paralelamente, es crucial fomentar la involucración activa de la colectividad en la segregación y erradicación apropiada de los residuos, junto con la implementación de prácticas de minimización y reciclado (Martínez G. , 2020).

2.2.6. Tipos de residuos sólidos

El conocimiento de las categorías de desechos resulta fundamental para atenuar sus efectos ambientales y optimizar su potencial de valorización.

- a) Biodegradables:** Los desechos biodegradables corresponden a sustancias orgánicas susceptibles de degradación natural mediante procesos biológicos, comúnmente realizados por microbio como bacilos, hongos y demás agentes desintegradores. Cuando se administran correctamente, los restos biodegradables pueden ser

sometidos a compostaje para generar abonos orgánicos, o procesados en plantas de biogás para producir energía cambiante. El manejo eficaz de estos residuos no solamente reduce el volumen de restos destinados a agujeros, sino que además coadyuva en la amortiguamiento del cambio del clima y el impulso de una riqueza redonda (Gómez A. , 2020).

Figura 3

Residuos biodegradables.



Nota. Imagen referencial de los residuos biodegradables, citado por Gómez (2020).

- b) Reciclables:** Los restos reciclables corresponden a aquellos materiales susceptibles de ser procesados y reintegrados en la manufactura de nuevos artículos, previniendo de este modo la explotación de reservas ecológicas inalteradas y mitigando el efecto negativo en la naturaleza vinculada a su producción. Estos restos comprenden papel, plásticos, metales, vidrio y cartón, entre otras. Las gestiones de restos reutilizables conllevan la segregación en fuente, la compilación diferenciada, el envío a centros de acopio y el

proceso para su ulterior aprovechamiento. Promover el reutilizamiento de estos materiales directos es crucial para impulsar las sustentabilidades ambiental y disminuir el volumen de residuos destinados a depósitos sanitarios (Martínez , 2019).

Figura 4

Residuos reciclables.



Nota. Ejemplo de los residuos biodegradables (Martínez J. , 2019).

c) Inorgánicos: Los restos inorgánicos son sustancias que carecen de C en su composición molecular y que no podrían ser degradados por agentes biológicos. Estos residuos comprenden vidrio, metales, cerámica y ciertos polímeros dúctiles. El manejo de restos inorgánicos conlleva su recolección, facturación y procesamiento apto para su eliminación definitiva. Si bien los desechos inorgánicos no experimentan biodegradación, una significativa proporción de ellos son susceptibles de reciclaje y pueden reintegrarse al ciclo productivo como materias primas secundarias. Resulta crucial fomentar las segregaciones en fuente y la reprocesamiento de estos

materiales para mitigar su huella ambiental e impulsar modelos de economía circular (López, 2017).

d) Inertes: Los restos inactivos son sustancias que no sufren transformaciones físicas, químicas o biológicas relevantes a lo largo del tiempo y que no constituyen amenazas para el ecosistema ni el bienestar humano. Estos restos comprenden materiales como tierras, residuos de demolición y edificación, y demás componentes inertes análogos. El manejo de restos inertes comprende su recolección, exportación y eliminación definitiva en instalaciones designadas, como depósitos para inactivas. Si bien estos residuos no demandan procesamiento especializado, resulta esencial administrarlos correctamente para evitar la polución del suelo y los acuíferos (Rodríguez, 2018).

Figura 5

Residuos inertes.



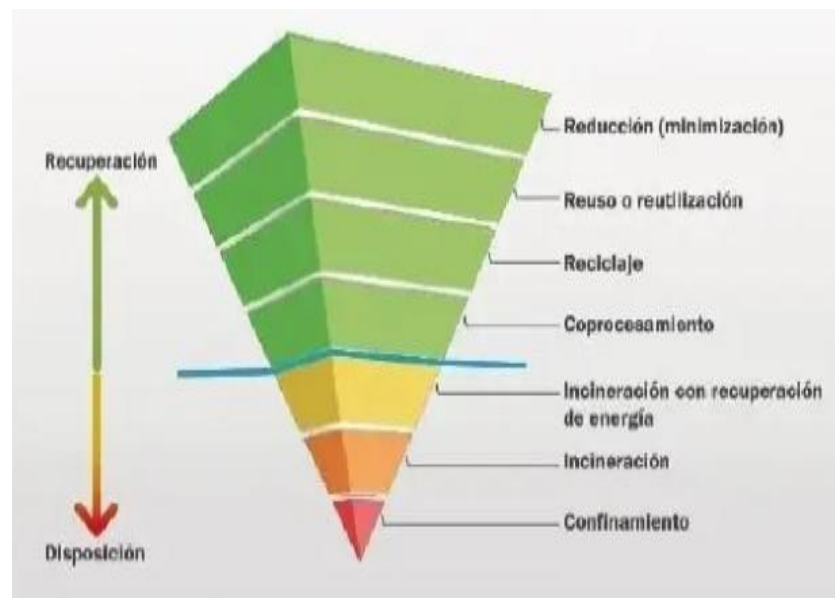
Nota. Ejemplo de los residuos inertes (Rodríguez, 2018).

2.2.7. Gestión integral de residuos sólidos

La Gestión Integral de Restos Sólidos se vincula derechamente con el manejo apropiado de los restos y las etapas que conforman su ciclo completo, desde la reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, barrido, almacenamiento, compilación, transferencia, tratamiento y disposición final, junto con la modificación de actitudes y comportamientos de todos los participantes en los procesos productivos y de consumo. Esto tiene como resultado la articulación de mejores elementos en salud pública, ingeniería, economía y conservación, con el proposito de lograr un ambiente saludable (Rodríguez Herrera, 2012).

Figura 6

Jerarquía de gestión de residuos sólidos.



Nota. Gestión de restos sólidos No Municipales, extraído de Albuquerque (2023) .

Jaramillo & Zapata (2008) Sostienen que consiste en un conjunto de acciones y normativas interrelacionadas e interdependientes, en los ámbitos



administrativo, social y educativo, que incorporan labores de monitoreo, supervisión y evaluación, con el propósito de administrar correctamente los residuos sólidos desde su origen hasta su eliminación terminal. La meta fundamental de este sistema es alcanzar ventajas ecológicas, maximizar los recursos financieros y garantizar la aprobación comunitaria integral.

Conforme al Orden Legislativa N° 1278, se conceptualiza la gestión integral de residuos sólidos como el grupo de operaciones técnicas y administrativas que comprenden la coordinación, planificación, implementación, diseño y revisión de normativas, planes, estrategias y programas para el control eficiente de residuos sólidos en ambientes municipales y no municipales, a nivel nacional, regional y local, lo que conlleva una gestión transversal y completa de desechos sólidos, con el objetivo de gestionarlos de manera eficiente y sostenible (Moreno, 2022).

2.2.8. Importancia de la gestión de residuos en la planificación de las actividades mineras

El astro Tierra constituye un espacio finito en la que los restos se han transformado en un desafío crítico para las administraciones contemporáneas, dado que el acopio de volúmenes técnicos de residuos inorgánicos a orgánicos genera problemáticas de polución ambiental. Esto se debe al prolongado período de degradación que presentan estos materiales, obstaculizando su reintegración en los ciclos nativas del ecosistema (Moreno, 2022).

El impacto adverso que los ecosistemas experimentan debido a los desechos en general resulta prácticamente incalculable en términos



económicos. Por consiguiente, es imperativo desarrollar una cognición ecológica para la conducción apropiada de restos, tal como para la administración de recursos nativos. Debe establecerse una proporción entre los servicios ambientales y las diligencias antropogénicas (Hernandez & Corredor, 2017).

Las gestiones integrales de restos sólidos no solamente alcanzan su tratamiento, recuperación o reciclaje, y su confinamiento apropiado, sino que también resulta fundamental el compromiso de minimizar su generación, implementar tecnologías ambientalmente sostenibles, e incorporar prácticas ecológicas que trasciendan las exigencias normativas, concepto que se denomina responsabilidad social corporativa y ética empresarial.

La ONU, en su Agenda 21, dentro del marco de conducción racional de restos sólidos, destacó que: se debe minimizar al máximo la generación de desechos, optimizar la reusanza y el reutilizamiento sustentable de materiales descartados, fomentar la disposición ambientalmente adecuada de restos y aumentar el espectro de aplicaciones o servicios derivados de los desechos (Hernandez & Corredor, 2017).

La actividad minera constituye una de las industrias de mayor trayectoria histórica y utilidad para la humanidad. Desde una perspectiva ecológica, representa una de las operaciones con mayores impactos ambientales, ya que afecta significativamente la superficie, el subsuelo, las H₂O freáticas, las entidades de H₂O de superficies y la condición del aire. Adicionalmente, genera volúmenes considerables de desechos sólidos, emisiones gaseosas y efluentes líquidos, los cuales frecuentemente no reciben la atención

adecuada. Es precisamente en este último aspecto donde se enfoca la presente investigación (Moreno, 2022).

La mayoría de los sistemas de gestiones de restos se concentran en el control de efectos, mas no en las correcciones de causas subyacentes. En el presente, la única alternativa para optimizar el manejo de desechos radicaría en una transformación de las políticas y las filosofías industriales del sector minero, en la que se priorice el procesamiento integral de los restos, sentando las bases para las siguientes acciones:

- ✓ Prevenir en la medida de lo viable la reproducción de desechos no comprometidos y comprometidos, por medio de la modificación de reactivos o procesos utilizados.
- ✓ Adaptar o sustituir los métodos mineros con el objetivo de disminuir la peligrosidad y volumen de los residuos.
- ✓ Implementar dispositivos que permitan reintegrar al ciclo productivo minero los residuos que han completado una fase, maximizando su reutilización.
- ✓ Estabilizar desechos que puedan permanecer en el medio natural sin provocar impactos hostiles en el ecosistema; ciertos compuestos orgánicos pueden separar sin requerir tratamiento previo.
- ✓ Para aquellos mezclados inorgánicos que hayan agotado su vida útil y sea inviable su reutilización o recuperación, se recomienda emplear técnicas de confinamiento específicas según las características del material, idealmente con el respaldo de instituciones especializadas en estudio para optimizar su gestión (Moreno, 2022).



2.2.9. Manejo de residuos sólidos y su finalidad

Se consideran restos sólidos aquellas sustancias, subproductos o productos en estado semisólido o sólido de los cuales su productor se desprende, o tiene la obligación de hacerlo, conforme a lo concreto en la legislación nacional o debido a los peligros que generan para la salubridad y el medio ambiente. Esta conceptualización abarca igualmente los restos originados por fenómenos nativos (Murazzo Bazán, 2013).

La gestión de los restos sólidos comprende el control de la reproducción, acopio temporal, compilación, transferencia, transporte, procesamientos y eliminación definitiva. Todas estas actividades deben ejecutarse conforme a criterios que consideren aspectos de salubridad pública, economía, avances tecnológicos, impacto visual, así como la preservación y aprovechamiento eficiente de los recursos.

De acuerdo a ICTNTC (2009) Las metas que se persiguen a través de la gestión de los restos sólidos son:

- Regular la propagación de patologías.
- Prevenir la polución de suelos, recursos hídricos y atmósfera.
- Maximizar el aprovechamiento de recursos mediante procesos de reciclaje.
- Mejorar la percepción urbana y el paisaje de los centros poblados.

Entre los propósitos mencionados, un componente significativo corresponde al control de patologías, cuya diseminación se realiza mediante vectores (organismos transmisores de enfermedades) como dípteros (moscas) y blattodeos (cucarachas) (Jiménez, 2010).

Jiménez (2010) Señala que las gestiones sistemáticas de restos sólidos se originaron en 1930, en Inglaterra. Las metodologías disponibles durante ese período, y que aún persisten para la conducción de restos sólidos en naciones en vías de desarrollo, son:

- Disposición en terrenos no controlados
- Descarga directa en cuerpos de agua
- Incorporación al sustrato edáfico
- Utilización como nutriente animal
- Extracción de lípidos y lubric.

Figura 7

Segregación de residuos sólidos uno de los pasos para un adecuado manejo de residuos.

	Reaprovechable	No Reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

Nota. Elaboración Domús Consultora Ambiental SAC, 2010, a partir de datos de la NTP 900.058.2005.

2.2.10. Estrategias para el manejo de los residuos sólidos

La minimización en la fuente de generación de residuos constituye una estrategia fundamental en la administración ambiental, la cual se concentra



en atenuar el volumen de restos producidos a partir de la fase primera de fabricación hasta el usuario terminable. Este enfoque conlleva la implementación de destrezas y normativas que disminuyan en la cantidad, así como la peligrosidad de los insumos empleados en procesos comerciales y industriales. Dentro de estas estrategias se incluyen la creación de productos ecoeficientes, la promoción del consumo sostenible y la implementación de sistemas de reutilización. El objetivo fundamental es prevenir la generación de residuos en el origen, disminuyendo así la carga impuesta sobre los sistemas de manejo de residuos y los impactos ambientales asociados a su tratamiento y disposición final. La minimización en el principio no solamente coopera con la preservación del medio ambiente, sino que conjuntamente puede producir ventajas económicas al reducir los costes de manufactura y los egresos asociados al tratamiento de residuos (Gómez A. , 2021).

Aplicar la minimización en la fuente conlleva además impulsar la invención en el diseño de productos y procesos técnicos, procurando alternativas que atenúen la reproducción de restos y fomenten la eficacia en la utilización de caudales. Esto puede incluir la mejora de envases con el objetivo de minimizar el uso de compuestos que perduran en el ecosistema sin degradarse, la implementación de procesos productivos más eficientes que minimicen el desperdicio de materias primas y el fomento de prácticas de fabricación sostenible que disminuyan la generación de subproductos no ansiados. Al integrar a todos los actores relevantes, desde los productores hasta los usuarios finales, se puede colaborar en la implementación de prácticas más sustentables que reporten beneficios tanto ecológicos como económicos. La capacitación y concientización ciudadana constituyen elementos cruciales en



estos procesos, puesto que contribuyen a generar mayor percepción sobre los efectos circunstancial de los bienes que adquirimos y las medidas que podemos adoptar para mitigarlos (Gutiérrez, 2020).

Complementariamente, la minimización en la fuente de generación de residuos exige una cooperación aprieta entre los ámbitos público y personal, tal como la intervención activa de la ciudadanía organizada. Las directrices oficiales pueden ejercer un rol crucial al instaurar normativas y parámetros que incentiven experiencias sustentables en el sector industrial e impulsen el adeudo ampliado del fabricante. Paralelamente, las empresas pueden ejecutar programas de gestión ambiental que incorporen la minimización en la fuente como componente de sus estrategias corporativas, fomentando la invención y la eficacia en la usanza de recursos. La intervención de los ingesta dores resulta igualmente decisiva, puesto que sus elecciones de adquisición pueden condicionar las experiencias manufactureras y la disponibilidad de bienes más defendibles en el mercado. De manera conjunta, estas iniciativas pueden aportar sustancialmente a la disminución del vestigio ecológico y al progreso hacia un paradigma de progreso más sostenible (Hernández L. , 2018).

La reprocesamiento y el reaprovechamiento constituyen experiencias fundamentales en la administración de residuos, coadyuvando a disminuir el volumen de restos destinados a depósitos de confinamiento y a preservar los caudales naturales. El reutilizamiento conlleva la conversión de materiales deslucidos en desconocidos productos o insumos, en tanto que la reusansa envuelve la utilización reiterada de artículos para extender su ciclo de vida.



Los dos mecanismos son cruciales para transitar hacia una riqueza circular e impulsar las sustentabilidades ambientales (Martínez J. , 2020).

El reprocesamiento y reaprovechamiento no solamente disminuyen el volumen de residuos destinados a depósitos de confinamiento, sino que también coadyuvan a reducir la exigencia de recursos naturales y la energía requerida para fabricar desconocidos materiales. Estos procedimientos estimulan la preservación de caudales y la atenuación de manifestaciones de gases de efecto invernadero vinculadas a la extracción y transformación de componentes primas. Adicionalmente, impulsan la generación de cargo en el sector de gestión de residuos y en la manufactura del reutilizamiento, ayudando de este modo al desarrollo económico defendible (García, 2019).

La valorización y el reaprovechamiento estimulan igualmente la creatividad y la invención en el diseño de productos y técnicas industriales. Estas metodologías demandan la cooperación entre diversos comediantes, como el sector empresarial, entidades gubernamentales y organizaciones ciudadanas, para establecer políticas e iniciativas que induzcan la segregación de residuos en fuente, la implementación de sistemas de compilación diferenciada y el desarrollo de infraestructuras apropiadas para el reutilizamiento. Igualmente, resulta crucial concienciar a la urbe acerca de la relevancia del reutilizamiento y la reusansa, fomentando la colaboración activa de la ciudadanía en la clasificación y disposición correcta de los restos (López M. , 2020).

La valorización y el reaprovechamiento no solamente presentan ventajas ecológicas y financieras, sino que también ejercen una influencia favorable en la colectividad al fomentar la concienciación ambiental y la corresponsabilidad

social. Estos procedimientos pueden crear oportunidades laborales en la gestión de restos, el reciclado y la producción de artículos modernizados, ayudando de este modo al progreso económico regional y a la generación de ocupación sustentable. Complementariamente, al disminuir el volumen de restos destinados a depósitos de confinamiento, se atenúa la polución edáfica, hídrica y atmosférica, lo cual a su vez resguarda la salubridad humana y la integridad del ecosistema (Hernández A. , 2018).

Figura 8

Clasificación según el tipo de residuos para una adecuada gestión de residuos.





Nota. Ejemplo de gestión de residuos sólidos, citado por Hernández (2018).

2.2.11. Efectos del manejo de residuos sólidos

a) Gestión negativa:

- Aparición de guías sanitarios y patologías: La administración incorrecta de ciertas fases en el procesamiento de restos sólidos generaría la emergencia y persistencia de indicadores epidemiológicamente significativos.
- Polución atmosférica: Las emisiones sonoras, los gases y el material particulado constituyen las primordiales fuentes de polución del aire.
- Deterioro de caudales hídricos: La disposición inapropiada de residuos puede ocasionar alteraciones químicas, físicas y biológicas en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como afectar a las poblaciones que dependen de estos recursos.
- Degradación edáfica: Los lixiviados son los responsables de modificar la estructura de los suelos, generando cambios nocivos y limitando su potencial de uso.
- Impacto visual y peligros ambientales: Los sitios de acopio impropia de desechos generan afectaciones estéticas al paisaje y representan un significativo peligro ecológico con potencial de incidentes.

b) Gestión positiva:

- Conservación de recursos: El uso eficiente de materias primas, la minimización de restos, el reutilizamiento y la gestión apropiada de los mismos generan beneficios significativos, destacándose la preservación y restauración de los recursos naturales. Un ejemplo



representativo es el compostaje, mediante el cual se recupera y valoriza el material orgánico.

- **Reciclaje:** Como ventajas de una gestión apropiada de residuos, el recobro de caudales mediante el reaprovechamiento o reutilización de los mismos permite su reincorporación en ciclos productivos o su transformación en materias primas secundarias.
- **Recuperación de áreas:** la habilidad controlada de restos en un relleno sanitario permite la recuperación de terrenos subutilizados, transformándolos en espacios recreativos, además de posibilitar la obtención de beneficios energéticos mediante la captación de biogás.

2.2.12. Propiedades biológicas de los residuos sólidos

Los atributos biológicos de los residuos sólidos aluden a las propiedades de los restos que influyen en su conducta ambiental, particularmente en lo concerniente a su proceso de degradación y su interrelación con seres vivos (María López Pérez, 2020).

Estas características resultan fundamentales para percibir los efectos de los residuos en la salubridad humana, los sistemas ecológicos y sus potenciales alternativas de tratamiento o eliminación definitiva. Los primordiales patrimonios biológicas incluyen:

a. Biodegradabilidad

La biodegradabilidad constituye la aptitud de un desecho sólido para desintegrarse naturalmente mediante las acciones de microorganismos (hongos, bacterias, etc.). Los restos orgánicos, como sobras alimenticias, material vegetal y otros compuestos de



procedencia biológica, son biodegradables, lo que implica que pueden descomponerse y reintegrarse al ecosistema sin generar impactos persistentes. Por el contrario, los materiales inorgánicos como polímeros dúctiles y metales presentan una degradabilidad biológica significativamente menor (Martínez J. G., 2018).

b. Toxicidad

Determinados residuos sólidos sujetan compuestos nocivos capaces de afectar organismos activos a lo largo de su proceso de degradación. Por ejemplo, restos industriales y ciertos residuos domiciliarios como bienes químicos, acumuladores eléctricos y algunos metales sólidos (mercurio y plomo) pueden liberar sustancias tóxicas a lo largo de su desintegración, representando un peligro tanto para la biota como para los seres vivos expuestos a ellos (Rodríguez A. M., 2021).

c. Putrescibilidad

La putrescibilidad es la facultad de los restos orgánicos de degradarse mediante acción microbiana en condiciones aeróbicas, proceso que puede generar efuvios molestos, emisión de gases (como amoníaco) y elaboración de lixiviados. Los residuos hondamente perecederos, como las provisiones en desintegración, constituyen focos significativos de contaminación ante una gestión inadecuada. Esta propiedad se encuentra directamente vinculada con la generación de biogás en depósitos de residuos (Martínez J. G., 2018).

d. Generación de gases

Ciertos residuos sólidos, particularmente los de naturaleza orgánica, pueden producir gases como el metano a lo largo de su degradación



anaerobia (en ausencia de oxígeno), fenómeno frecuente en depósitos de desechos. El metano constituye un gas con calentamiento global que contribuye al calentamiento global, lo cual convierte las gestiones de estos residuos en un aspecto particularmente crucial desde la perspectiva ambiental (Moralez, 2019).

e. Resistencia biológica

Determinados materiales contenidos en residuos sólidos, como algunos polímeros dúctiles y elementos metálicos, presentan elevada firmeza a la acción degradadora de microbio. Esta característica implica que los materiales pueden permanecer a lo largo de extensas etapas en el medio ambiente sin sufrir descomposición significativa, contribuyendo así a la contaminación de suelos y recursos hídricos (López M. H., 2016).

f. Potencial para el compostaje

Los restos SOB poseen un elevado potencial para su aprovechamiento en métodos de compostaje, mediante los cuales se convierten en abono orgánico enriquecido con nutrientes, transformándolos así en un recurso valioso para actividades agrícolas. El compostaje disminuye el volumen de desperdicios sólidos y simultáneamente incrementa la fertilidad de la superficie (López, 2016).

g. Interacción con la fauna

Ciertos restos sólidos, particularmente los de naturaleza orgánica, pueden encantar vectores biológicos como conmovedores, bichos y otras especies animales. Estas interacciones pueden ocasionar



riesgos higiénicos y disseminación de patologías cuando los restos no reciben un manejo apropiado (López, 2016).

2.3. Marco conceptual.

2.3.1. Residuos

Se entiende como cualquier material, objeto o componente que se elimina o abandona por no tener utilidad para su dueño original. Esta definición cubre diversos tipos de desechos, incluyendo domésticos, industriales y médicos. Clasificar los residuos es esencial para manejarlos correctamente, pues facilita identificar las propiedades particulares de cada tipo y seleccionar los métodos más adecuados para su procesamiento y disposición (López G. J., 2020).

2.3.2. Gestión de residuos sólidos

El manejo de desechos incluye la recolección, transporte, procesamiento, reciclaje o disposición de materiales residuales, producidos mayormente por el ser humano, realizadas para disminuir sus daños a la salud y al entorno. No obstante, hoy estas actividades no solo buscan reducir los efectos ambientales negativos, sino también aprovechar y valorizar los recursos presentes en ellos (Cruz, 2013).

2.3.3. Sistema de manejo de residuos sólidos

Se entiende como el grupo de acciones estándares, activas, prestamistas, de planeación, técnicas y de participación social que se aplican para dar un manejo apropiado a los restos a partir de su procreación hasta sus disposiciones finales, con el fin de prevenir riesgos a la salud y minimizar impactos ambientales. Este sistema incluye etapas de minimización,



segregaciones, acopio, transporte, procesamiento, aprovechamiento, valorización y disposiciones finales, enmarcadas en principios de sostenibilidad y economía circular (Tchobanoglous & Kreith, 2022).

2.3.4. Manejo de residuos sólidos

La gestión de restos abarca un conjunto de operaciones y procedimientos orientados a administrar los desechos de forma apropiada, desde su origen hasta su eliminación definitiva (López M. , 2018).

2.3.5. Caracterización de residuos sólidos

Son procesos por medio del cual se identifican, clasifican y cuantifican los residuos generados en una determinada actividad, considerando su origen, composición, peligrosidad, volumen y peso. Este procedimiento permite establecer diagnósticos técnicos para diseñar e implementar planes de manejo integral, seleccionando las mejores alternativas de minimización, valorización y disposición final (Tchobanoglous & Kreith, 2022).

2.3.6. Residuos peligrosos

Constituyen aquellos materiales que representan amenazas significativas para la salud humana y el equilibrio ecológico debido a sus propiedades tóxicas, inflamables, corrosivas o reactivas. Estos desechos pueden originarse en diversas operaciones industriales, comerciales y domésticas, comprendiendo sustancias químicas no utilizadas, embalajes contaminados, sedimentos de procesos y dispositivos en desuso (Hernández R. , 2020).



2.3.7. Residuos No peligrosos

Constituyen los materiales de descarte que no implican un peligro sustancial para la salud humana ni el ecosistema, puesto que carecen de sustancias tóxicas, reactivas, corrosivas, explosivas o patógenas. Estos restos pueden provenir de fuentes domiciliarias, industriales, comerciales, agrícolas, entre otras, y usualmente son biodegradables o susceptibles de reciclaje (Rodríguez P. , 2019).

2.3.8. Residuos Biodegradables

Constituyen los desechos que se degradan en componentes químicos nativos dentro de un plazo temporal relativamente breve, razón por la cual se catalogan como ecológicamente compatibles (Bustamante Sánchez, 2014).

2.3.9. Minería

Constituye una diligencia esencial para la obtención de recursos y minerales naturales de la superficie y subsuperficie. Abarca una secuencia de operaciones, a partir de la localización y evaluación de depósitos minerales hasta la explotación, beneficio y mercadeo de minerales extraídos. La actividad minera puede ejecutarse en distintos niveles, a partir de la extracción rudimentaria hasta la explotación industrial, pudiendo generar diversos efectos ambientales y socioeconómicos según las metodologías empleadas y el manejo de los subproductos creados (Martínez J. , 2019).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

El actual estudio adopta un diseño no experimental de corte transversal de tipo descriptivo, dado que se recolectan datos en un punto temporal único para examinar y caracterizar la manifestación de una o múltiples inconstantes en una urbe o muestreo específica, sin instituir vínculos causales entre ellas. Su finalidad primordial es describir anómalos, contextos o colectivos en un momento determinado (Hernández & Fernández, 2010).

3.2. Tipo de investigación

El tipo de estudio es aplicado, ya que busca responder a un problema concreto del estado local: Las inadecuadas gestiones de restos sólidos en una planta de beneficio metalúrgico en el distrito de Ananea – La Rinconada. Como Hernández, Fernández y Baptista (2014), el estudio aplicado se caracteriza por generar conocimientos orientados a la solución de problemas prácticos inmediatos. En este contexto, el presente estudio no solamente pretende caracterizar la problemática, sino también formular propuestas de minimizaciones y valorización de residuos sólidos en la PBMR, que garanticen



el acatamiento de la reglamentación actual (D. L. N.º 1278 y D.S. N.º 014-2017-MINAM) y la optimización continua del cometido operativo ambiental de la planta, generando impacto positivo tanto en el ámbito operativo como social y ambiental.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de estudio es descriptivo – propositivo. Es descriptivo, porque se analizarán las características actuales del administración de restos sólidos en la planta, detallando aspectos como volúmenes generados, clasificación entre peligrosos y no peligrosos, condiciones de acopio, transporte y disposiciones finales. Se buscará responder al qué, cómo y cuánto respecto a las situaciones actuales de la gestión. A su vez, es propositivo, porque a partir del análisis y la determinación de restos se diseñará una propuesta de SMRS que incorpore acciones de minimización, segregación, valorización y disposición final adecuada. De este modo, la investigación no solo se limita a describir la realidad, sino que plantea una alternativa técnica viable de implementación que contribuya a la sostenibilidad ambiental de la planta

3.4. Enfoque de investigación

El enfoque de estudio es de carácter cuantitativo con apoyo cualitativo. El enfoque cuantitativo permitirá realizar mediciones objetivas y numéricas relacionadas con la reproducción, composición y proporciones de restos sólidos, expresadas en unidades como kilogramos, toneladas, porcentajes y tasas de valorización. Estos datos se obtendrán mediante la aplicación de metodologías de caracterización estandarizadas (método gravimétrico del MINAM). Paralelamente, se empleará un componente cualitativo complementario, orientado a describir prácticas de manejo actuales, niveles de discernimiento



ambiental del personal y percepciones sobre las gestiones de residuos. De esta manera, el análisis se encuadra en un enfoque mixto con predominio cuantitativo, donde los datos objetivos se complementan con información contextual que facilita la formulación de la propuesta de mejora.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La urbe en investigación se entiende como el conjunto total de individuos, objetos o elementos que comparten una o varias características comunes y sobre los cuales se desea obtener y generalizar los resultados del estudio (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014). Por lo tanto, la urbe de estudio está formada por la totalidad de restos sólidos generados en la PBMR proyectada al año 2025. Esta definición se justifica en función del objetivo de la investigación, pues se proyectó la reproducción anual de restos sólidos (domésticos, industriales y peligrosos) para dicho periodo, abarcando así el universo sobre el cual se busca analizar y generalizar los resultados del estudio.

3.5.2. Muestra

Se entiende por muestra a una fracción representativa de la población, cuya finalidad es permitir el análisis sin necesidad de estudiar la totalidad del universo (Hernández & Fernández, Metodología de la investigación, 2018). Para el actual estudio, la muestra consiste en los restos sólidos producidos en la PBMR durante el período comprendido entre mayo y agosto de 2025, los cuales fueron apartados mediante una muestra no probabilística por accesibilidad. Esta selección se sustentó en la posibilidad de realizar la caracterización directa y sistemática durante cuatro meses consecutivos, lo que permitió obtener datos



representativos del comportamiento de los residuos y, a su vez, realizar la proyección para el año completo, además de ser el ámbito en el cual se plantea fabricar e efectuar el Sistema de Manejo de Restos Sólidos.

3.6. Materiales y equipos

Los insumos e instrumentos empleados en el desarrollo de esta investigación fueron los subsiguientes.

a. Materiales

- Hojas y cuaderno de registro.
- Guantes.
- Contenedores.
- Rótulos adhesivos.
- Bolsas para restos.

b. Equipos

- Balanza o bascula.
- Carretillas.
- Cámara fotográfica.
- GPS.
- EPP.
- Equipo de cómputo.

3.7. Técnicas e instrumentos

Como Hernández, Fernández & Batista (2014) la recolección de datos implica diseñar una estrategia metódica para obtener información relevante con objetivos claramente definidos.



3.7.1. Técnicas

En el actual proyecto de estudio, para la recopilación de información se emplearon las siguientes metodologías:

- **Encuesta:** Se esgrimió para conseguir pesquisa sobre el nivel de discernimiento y eficiencia en el manejo de restos sólidos por parte de los laboradores de la PBMR.
- **Observación directa:** Permitió registrar los tipos, cantidades y formas de disposición de los restos sólidos creados en las diferentes zonas de la planta.
- **Revisión documental:** Se aplicó para analizar el estándar ambiental actual y los documentos internos vinculados con la gestión de restos sólidos.
- **Muestreo gravimétrico de residuos:** Para conseguir datos objetivos de peso, volumen y clasificación de los restos sólidos.

3.7.2. Instrumentos

En correspondencia con las técnicas aplicadas, los instrumentos de compilación de datos fueron los siguientes:

- **Cuestionario:** Instrumento asociado a la encuesta, empleado en forma directa con el personal de la planta para recoger pesquisa sobre el manejo de despojos.
- **Guía de observación:** Instrumento vinculado a la observación directa, utilizado para registrar de manera sistemática los tipos, cantidades y contextos de acopio de los restos.

- **Lista de verificación:** Instrumento relacionado con la revisión documental, basada en formatos de la normativa ambiental peruana (D. L. N.º 1278 y D.S. N.º 014-2017-MINAM), empleada para valorar el desempeño del plan de manejo de restos sólidos.
- **Ficha de caracterización de residuos:** Relacionada al muestreo gravimétrico, donde se anota peso, volumen, tipo y composición de los restos.

3.8. Lugar de estudio

El actual análisis se desarrolló en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, ubicada en la urbe de La Rinconada, Ananea, San Antonio de Putina, Puno – Perú. Esta planta se halla ubicada a una altitud aproximada de 5 100 m s. n. m., en la zona altoandina de la cordillera oriental de los Andes, siendo considerada una de las áreas mineras más altas y de difícil acceso a nivel mundial.

La ubicación específica del sitio de análisis de la “Planta de Beneficio Metalúrgica -Rinconada”, se encuentra situada en el C.P. La Rinconada, dentro de Ananea, en San Antonio de Putina, Departamento de Puno, Perú.

Tabla 2

Coordenadas del lugar de estudio de la “Planta de Beneficio Metalúrgica - Rinconada”.

Código	Ubicación/Lugar	Coordenadas	
		Este	Norte
P-1	Planta de Beneficio Metalúrgica - Rinconada	451100.44	8380909.33

Figura 9

Lugar de estudio: "Planta de Beneficio Metalúrgica -Rinconada".



Nota. Google Earth.

3.9. Procedimiento metodológico:

3.9.1. Objetivo 1: Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada mediante el cumplimiento de la normativa ambiental.

En primer lugar, se procedió a la ubicación y delimitación del lugar de estudio, lo cual permitió contextualizar las características geográficas, socioeconómicas y ambientales de la PVMR, tal como se describió en el ítem anterior (3.8.). Una vez establecido el espacio de intervención, se desarrollaron



las actividades metodológicas necesarias para conseguir información objetiva sobre la conducción de restos sólidos en la planta. Para ello, se siguieron los siguientes pasos:

a. Revisión normativa y documental

Se recopiló y analizó el estándar vigente en materia de gestiones de restos sólidos en el Perú, principalmente el Orden Legislativa N.º 1278 – Ley de Gestión Integral de Restos Sólidos y su Estatuto aprobado por el D.S. N.º 014-2017-MINAM, así como el D.S. N.º 040-2014-EM sobre protecciones ambientales en minería. Esto permitió establecer los criterios de cumplimiento para el diagnóstico.

b. Diseño de lista de verificación

Con base en los requisitos normativos, se elaboró una lista de verificación, tal como se puede ver en la figura 10.

Figura 10

Modelo del Checklist de verificación del manejo de residuos sólidos de residuos en la Planta de Beneficio Metalúrgica – Rinconada.

Checklist de verificación del manejo de residuos sólidos

Datos generales:

- Fecha: _____

- Área evaluada: Cocina Comedor Almacén Administración Dormitorios Vestuarios Tratamiento de relaves

- Responsable: _____

Ítem	Criterio de evaluación	Cumple (✓)	No cumple (X)	Observaciones
1	El área cuenta con tachos diferenciados y rotulados por tipo de residuo (orgánico, reciclable, no reciclable, peligroso)			
2	Existe segregación en la fuente de residuos			
3	Los residuos peligrosos cuentan con almacenamiento temporal seguro y señalizado			
4	Se realiza registro del peso o volumen de los residuos generados			
5	Se utiliza equipo de protección personal al manipular residuos peligrosos			
6	El área dispone de rutas o protocolos para la recolección de residuos			
7	Los residuos tienen disposición final adecuada según normativa			

Asimismo, se preparó un cuestionario para la personal, con el propósito de identificar el nivel de discernimiento y experiencia en la conducción de restos sólidos de la PBM – Rinconada.

Figura 11

Modelo del cuestionario para el personal de la Planta de Beneficio Metalúrgica – Rinconada.

Cuestionario aplicado al personal**Datos generales:**

- **Nombre:**

- **Fecha:**

Objetivo: Identificar el nivel de conocimiento y práctica en el manejo de residuos sólidos.

Indicaciones: Marque con una (X) la alternativa que considere correcta.

1. ¿Existen tachos diferenciados en su área de trabajo?
- Sí
- No
2. ¿Clasifica usted los residuos en orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos?
- Siempre
- A veces
- Nunca
3. ¿Ha recibido capacitación sobre el manejo adecuado de residuos sólidos?
- Sí, más de una vez
- Sí, una vez
- Nunca
4. ¿Los residuos peligrosos (ejemplo: envases de cianuro, pilas, químicos) cuentan con almacenamiento adecuado y seguro en su área?
- Sí
- No
5. ¿Qué tipo de residuos considera que se genera en mayor cantidad en su área?
- Orgánicos
- Reciclables
- No reciclables
- Peligrosos
6. ¿Se realiza algún registro (peso, volumen, cantidad) de los residuos que se generan en su área?
- Sí
- No
7. ¿Conoce usted cuál es la disposición final que reciben los residuos de la planta?
- Sí, adecuada (segregación, recolección diferenciada, disposición final segura)
- Sí, pero no adecuada
- No sabe

c. Aplicación en campo

Se realizó la observación seguida en las diferentes zonas de la planta (molienda, cianuración, flotación, talleres de mantenimiento, comedor y oficinas), aplicando la lista de verificación y registrando evidencias fotográficas.



d. Recolección de información

- Se efectuaron visitas in situ a la instalación para examinar el manejo de residuos en cada fase: generación, acopio, transporte, procesamiento y eliminación definitiva.
- Se entrevistó a los encargados del manejo de residuos y operarios para comprender sus procedimientos y perspectivas.
- Se requirió documentación asociada al tratamiento de desechos: programas de gestión, registros de producción, documentos de traslado, avales de disposición final, entre otros.

e. Identificación y clasificación de residuo

Se ejecutaron los subsiguientes protocolos operativos:

- Inicialmente, se categorizaron las clases de residuos producidos: comprometidos (reactivos, sustancias tóxicas), no comprometidos, valorizables, entre otros.
- Posteriormente, se procedió a la cuantificación, determinándose los volúmenes generados por tipología de residuo, periodicidad y procedencia dentro de la instalación.
- En la fase final, se detectaron las zonas donde el manejo de desechos no se ajusta a la normativa vigente o presenta potenciales impactos ambientales.

f. Evaluación del cumplimiento normativo

Se ejecutaron las siguientes actuaciones metodológicas:

- Se examinó la existencia de un presentación de gestión de restos debidamente aprobado en la instalación.



- Se constató el cumplimiento de los requisitos normativos para almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final.
- Se auditó la adherencia a los registros y reportes de cumplimiento legal obligatorios. Se identificaron prácticas inapropiadas o incumplimientos, como acopio inadecuado, ausencia de rotulación o eliminación en locaciones no autorizadas.

g. Trabajo en gabinete

Una vez recopilada la información requerida del diagnóstico situacional de la conducción de restos sólidos en la PBMR, se consolidaron las filiaciones en el software Microsoft Excel, empleándose representaciones gráficas, cartográficas y tabulares para visualizar los volúmenes de residuos, zonas críticas y grados de cumplimiento normativo.

3.9.2. Objetivo 2: Caracterizar los residuos sólidos domésticos e industriales generado en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

Posterior a la ejecución de las actividades descritas en el ítem 3.3.1., centrado en el análisis de la PBMR, se procedió a la caracterización de residuos domésticos e industriales, implementándose los siguientes procedimientos:

a. Identificación de las fuentes de generación de residuos:

Se delimitaron los ambientes de la planta donde se producen restos sólidos: (comedor, cocina, administrativa, almacén, vestuarios, dormitorios y tratamiento de relaves).



b. Diseño del plan de muestreo

- Se ejecutó la categorización inicial de residuos: Restos domésticos: sobras alimenticias, cartón, embalajes, papel, plásticos, etc. Restos industriales: metales, lubricantes deslucidos, solventes, residuos químicos, etc.
- Posteriormente, se estableció la metodología de muestra por áreas, recolectándose residuos de cada unidad generadora (área de alimentación, oficinas, talleres, etc.).
- En la fase final, se estableció la periodicidad de muestreos (diarios, por turnos laborales o semanales).

c. Recolección y segregación de residuos

- Inicialmente se recolectaron los restos en las zonas productoras conforme a la codificación preliminar (industriales y domésticos).
- Posteriormente se efectuó las segregaciones de restos sólidos en clases específicas: inorgánicos valorizables, orgánicos, inorgánicos no recuperables, comprometidos, etc.
- En la fase final se rotuló cada muestra con datos de procedencia, tipología de residuo y fecha de muestreo.

d. Pesaje y registro

En este ítem se ejecutaron los siguientes ordenamientos:

- Se utilizó balanza digital y mecánica sobre una superficie nivelada.
- Se verificó que esté tarada en cero (0.00 kg).
- Se usó una bandeja y manta de pesada.



- Primero se pesó el recipiente vacío, se registró cuanto pesa (peso tara).
- Luego se colocó los residuos sobre el recipiente y se registró el peso de los residuos (peso bruto)
- Luego se usó el cálculo del peso neto para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Peso neto de residuos} = \text{Peso bruto} - \text{Peso tara}$$

- Finalmente se registró la fecha y hora de recolección, tipo de residuo, peso neto (kg) y observaciones.

e. Clasificación y homologación

Los residuos se clasificaron como: orgánicos; inorgánicos reciclables (plásticos, metales, papel/cartón); inorgánicos no reciclables; peligrosos (envases de reactivos, aceites, trapos/filtros contaminados, EPP impregnado). Asimismo, se pueden diferenciar lodos/estopas con hidrocarburos, envases de reactivos, medios filtrantes y residuos de mantenimiento.

f. Análisis de datos

- Inicialmente se cuantificaron los residuos mediante pesaje de cada categoría para determinar los volúmenes generados. Los resultados se expresaron en valores absolutos (kilogramos) y relativos (porcentaje del total producido).
- Posteriormente, se representaron los datos de generación mediante tablas y gráficos desagregados por área y tipo de residuo,



identificándose las zonas con mayor aportación a residuos peligrosos o de compleja gestión.

3.9.3. Objetivo 3: Implementar un sistema de manejo integral de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, basado en el diagnóstico y caracterización realizada.

Tras completar los protocolos establecidos en los ítems 3.3.1. y 3.3.2., se procedió con las siguientes etapas:

✓ Etapa 1: Identificación de brechas y necesidades

Se realizó un análisis situacional de las gestiones de restos sólidos en la planta, utilizando listas de verificación y revisión de normativa ambiental vigente. Esta etapa permitió precisar las deficiencias y necesidades prioritarias para orientar el diseño del sistema integral.

✓ Etapa 2: Diseño del sistema integral

Se elaboró la propuesta técnica que incluyó los componentes de segregaciones en las fuentes, acopio temporal diferenciado, compilación interna, registros de control y capacitación del personal. Asimismo, se definieron las características de los contenedores, almacenes y formatos de registro, asegurando que estuvieran alineados con la normativa NTP 900.058 y el D.S. N.º 014-2017-MINAM.

✓ Etapa 3: Instalación de la infraestructura y organización interna

Se procedió con la propuesta de la colocación de contenedores codificados por colores en las áreas estratégicas de la planta, conforme con el tipo de restos generados. También se propuso la implementación de un



depósito temporal para restos peligrosos con condiciones técnicas de seguridad. En paralelo, se organizaron las rutas de recolección y transporte interno, diferenciando frecuencias y asignando responsables por tipo de residuo.

✓ **Etapa 4: Capacitación y sensibilización del personal**

Se propuso jornadas de alineación dirigidas a los laboradores de la planta, enfocadas en la segregación apropiada de restos, la usanza correcta de equipos de amparo personal, la conducción segura de restos peligrosos y el desempeño de rutas y protocolos de recolección. Estas capacitaciones se planificaron de manera periódica para garantizar la sostenibilidad del sistema.

✓ **Etapa 5: Monitoreo y evaluación del sistema**

Finalmente, se estableció un conjunto de indicadores de desempeño que permitieron evaluar el funcionamiento del sistema integral de restos sólidos. Estos indicadores medirán aspectos relacionados con las segregaciones en la fuente, la valorización de restos, el cumplimiento en el uso de EPP, la eficacia de las rutas de compilación y las disposiciones finales seguras, asegurando el perfeccionamiento perpetuo en la gestión de restos de la planta.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

El análisis se realizó mediante la aplicación del checklist y cuestionario de verificación en las siete zonas del centro y el cuestionario al personal operativo y administrativo. Los hallazgos se fundaron en función del cumplimiento de los criterios evaluados y el nivel de conocimiento del personal.

Posteriormente, se detallan los mecanismos y/o zonas del proyecto sujetas a estudio, las cuales corresponden a:

1. Zona de preparación de alimentos.
2. Sector de consumo de alimentos.
3. Espacio de almacenamiento de insumos.
4. Ámbito administrativo y de gestión.
5. Habitaciones de descanso.
6. Instalaciones sanitarias y de cambio de indumentaria.
7. Planta de procesamiento de residuos mineros.



❖ **Verificación del manejo de residuos sólidos:**

Con el propósito de valorar el estado actual de la gestión de restos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, se implementó una lista de verificación a veinte colaboradores, contemplando siete criterios establecidos en la legislación ambiental vigente. Los hallazgos obtenidos posibilitaron determinar los niveles de adherencia y no conformidad en aspectos críticos vinculados con la clasificación, acopio, documentación, protección del personal y eliminación definitiva de los desechos sólidos.

Tabla 3

Resultados del checklist de verificación del cumplimiento normativo en el manejo de residuos sólidos – Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

N°	Criterio de evaluación	Alternativa de respuesta	20 trabajadores para verificación del Checklist																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	El área cuenta con tachos diferenciados y rotulados por tipo de restos (orgánico, reciclable, no reciclable, peligroso)	Cumple	x					x	x				x	x	x							
		No cumple		x	x	x	x				x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
2	Existe segregación en la fuente de residuos	Cumple	x					x	x				x									
		No cumple		x	x	x	x				x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
3	Los residuos peligrosos cuentan con almacenamiento temporal seguro y señalizado	Cumple																				
		No cumple	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Se realiza registro del peso o volumen de los residuos generados	Cumple	x					x	x													
		No cumple		x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Se utiliza equipo de protección personal al manipular residuos peligrosos	Cumple	x	x				x	x				x	x	x							
		No cumple			x	x	x				x	x	x			x	x	x	x	x	x	x



6	El área dispone de rutas o protocolos para la recolección de residuos	Cumple																		
		No cumple	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Los residuos tienen disposición final adecuada según normativa	Cumple																		
		No cumple	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Nota. La tabla muestra el nivel de desempeño y no desempeño de los criterios de manejo de restos sólidos, evaluados en 20 trabajadores mediante la aplicación de un checklist estructurado según el estándar ambiental vigente.

En la tabla 3, se puede ver los hallazgos del checklist aplicado a 20 trabajadores de la PBMR muestran un bajo nivel de cumplimiento de la normativa ambiental en las gestiones de restos sólidos. Solo 6 trabajadores mencionaron que en su área existen tachos diferenciados y rotulados, mientras que 14 trabajadores afirmaron que no los hay. En cuanto a la segregación en la fuente, únicamente 4 trabajadores indicaron que se cumple, frente a 16 que señalaron lo contrario. Respecto al almacenamiento temporal seguro de residuos peligrosos, ningún trabajador reportó cumplimiento, siendo 20 los que confirmaron la ausencia de esta práctica. De manera similar, en el búsqueda del peso o volumen de los restos solo 3 trabajadores respondieron afirmativamente, frente a 17 que lo negaron. En relación a la usanza de equipos de amparo personal, 7 trabajadores manifestaron que sí los emplean, mientras que 13 señalaron que no. Finalmente, tanto la existencia de rutas o protocolos de recolección como la disposición final adecuada fueron negadas por la totalidad de los trabajadores (20 de 20).

Tabla 4

Nivel de cumplimiento y porcentaje de la gestión de residuos sólidos según checklist aplicado a 20 trabajadores de la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

Nº	Criterio de evaluación	Cumple	No cumple	Cumple (%)	No cumple (%)
1	El área cuenta con tachos diferenciados y rotulados por tipo de restos (orgánico, reciclable, no reciclable, peligroso)	6	14	30	70
2	Existe segregación en la fuente de residuos	4	16	20	80
3	Los restos peligrosos cuentan con almacenamiento temporal seguro y señalizado	0	20	0	100
4	Se realiza registro del peso o volumen de los residuos generados	3	17	15	85
5	Se utiliza equipo de protección personal al manipular residuos peligrosos	7	13	35	65
6	El área dispone de rutas o protocolos para la recolección de residuos	0	20	0	100
7	Los residuos tienen disposición final adecuada según normativa	0	20	0	100

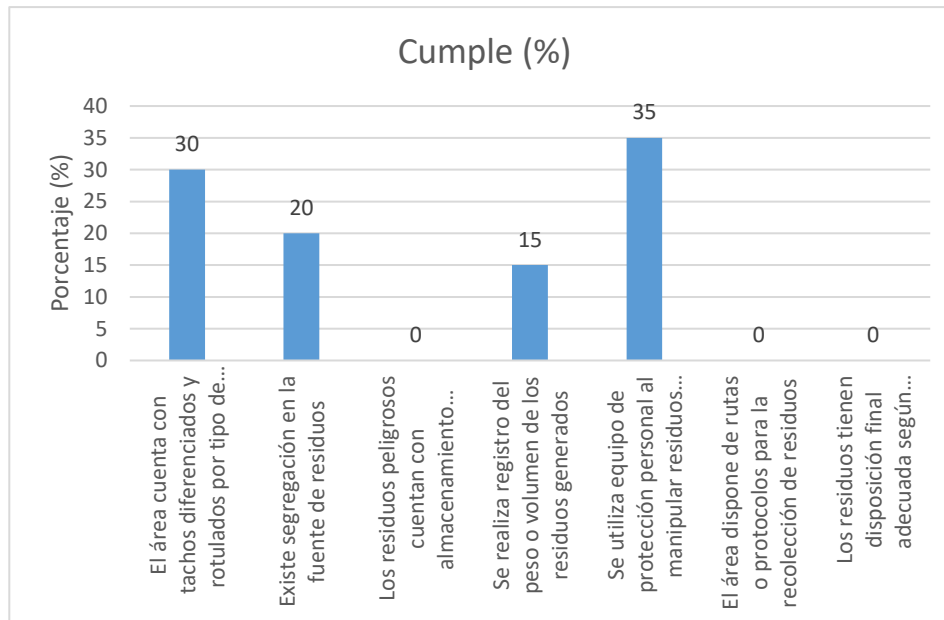
Nota. La tabla muestra el número de trabajadores que señalaron el cumplimiento o incumplimiento de los criterios evaluados, así como su equivalencia en porcentaje respecto al total de encuestados (n=20).



La tabla 4 muestra, los resultados del diagnóstico aplicado mediante el checklist a 20 trabajadores de la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada muestra que solo 6 trabajadores (30%) indicaron que el área cuenta con tachos diferenciados y rotulados, mientras que 14 (70%) señalaron que no se cumple. En cuanto a la segregación en la fuente, apenas 4 trabajadores (20%) reportaron cumplimiento frente a 16 (80%) que no lo reconocen. El almacenamiento temporal seguro de residuos peligrosos evidenció un 0% de cumplimiento, con los 20 trabajadores (100%) indicando que no se realiza. De igual modo, el registro del peso o volumen de residuos obtuvo únicamente 3 respuestas positivas (15%), frente a 17 negativas (85%). La usanza de equipos de amparo personal fue la práctica con mayor nivel de cumplimiento, alcanzando 7 trabajadores (35%), aunque todavía insuficiente, ya que 13 (65%) manifestaron lo contrario. Finalmente, tanto la existencia de rutas o protocolos de recolección como la disposición final adecuada recibieron 0 respuestas positivas (0%), confirmando nuevamente el incumplimiento total con 20 trabajadores (100%) que señalaron la carencia de estas prácticas.

Figura 12

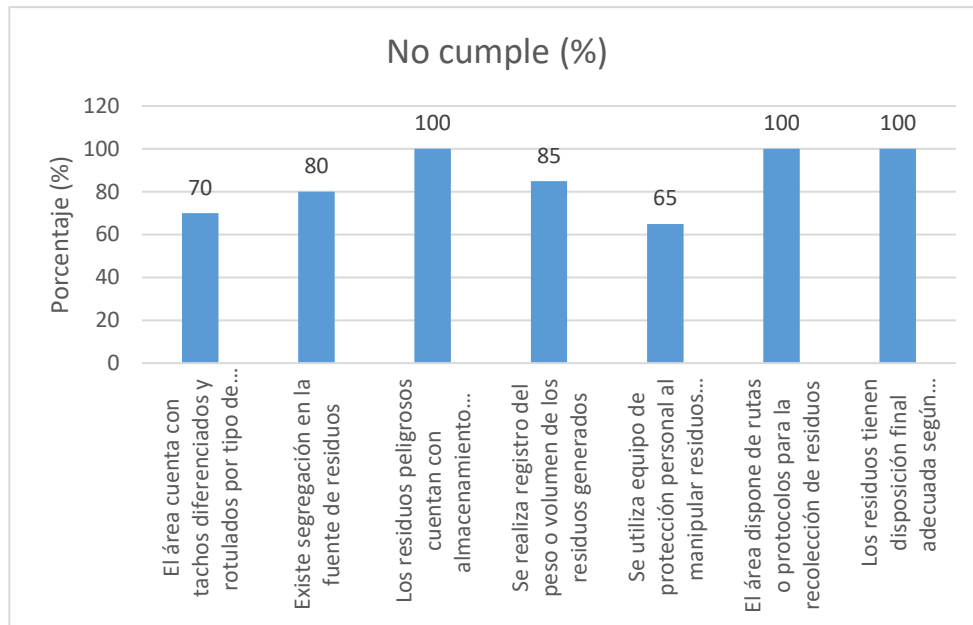
Nivel de cumplimiento (%) de los criterios de manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.



En la figura 12 manifiesta que el criterio con mayor nivel de cumplimiento es la usanza de equipo de amparo personal, alcanzando el 35% de los trabajadores, seguido por la existencia de tachos diferenciados con 30%, y las segregaciones en la fuente de restos con 20%. El registro del peso o volumen de los restos apenas llega al 15%, mientras que el acopio temporal de restos peligrosos, la existencia de protocolos de recolección y la disposición final adecuada no presentan ningún cumplimiento (0%). Esto refleja que, aunque existen avances parciales en algunos aspectos, la mayoría de los criterios evaluados no son implementados correctamente.

Figura 13

Nivel de incumplimiento (%) de los criterios de manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.



La figura 13 confirma una alta prevalencia de incumplimiento en la gestión de restos sólidos. El 100% de los trabajadores señalaron incumplimiento en el almacenamiento temporal seguro de restos peligrosos, en la existencia de protocolos para la recolección y en la disposición final adecuada, evidenciando deficiencias críticas en la planta. Asimismo, un 85% indicó incumplimiento en el registro del volumen o peso de restos, mientras que un 80% reportó la falta de segregación en la fuente y un 70% la ausencia de tachos diferenciados. El aspecto con menor nivel de incumplimiento fue el uso de equipo de protección personal, aunque aún llega al 65% de los trabajadores, lo que refleja que la mayoría no cuenta con medidas adecuadas de seguridad.

A continuación, se porcentajes de cumplimiento reflejan el grado de aplicación de cada criterio, mientras que las observaciones detallan las deficiencias encontradas en campo.

Tabla 5

Nivel de cumplimiento y observaciones sobre la gestión de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

Ítem	Criterio de evaluación	Cumplimiento (%)	Observaciones
1	Existencia de tachos diferenciados y rotulados	30%	Solo presentes en cocina y comedor; ausentes en áreas industriales.
2	Segregación en la fuente	20%	Se observó segregación parcial en áreas administrativas, pero no en almacén ni relaves.
3	Acopio temporal seguro para residuos peligrosos	0%	No existe contenedor especial ni señalización para residuos peligrosos.
4	Registro de peso/volumen de residuos	15%	Se realizan anotaciones manuales en comedor y cocina, pero no estandarizadas.
5	Uso de EPP al manipular residuos peligrosos	35%	Algunos trabajadores usan guantes, pero no se observa uso de respiradores ni lentes.
6	Protocolos/rutas de recolección	0%	No existen rutas definidas ni cronogramas de recojo.
7	Disposición final adecuada según normativa	0%	Todos los residuos son arrojados sin clasificación ni disposición técnica.

Nota. La tabla manifiesta el porcentaje de cumplimiento de los criterios evaluados y las observaciones registradas durante el diagnóstico en campo, conforme con el estándar ambiental vigente.



La tabla 5, muestra los resultados que evidencian serias faltas en las gestiones de restos sólidos en la planta. La existencia de tachos diferenciados y rotulados alcanza un 30% de cumplimiento, limitándose solo a cocina y comedor, mientras que la segregación en la fuente llega al 20%, con aplicación parcial en oficinas, pero sin implementación en almacén ni relaves. La usanza de equipos de amparo personal registra el nivel más alto con 35%, aunque restringido al uso de guantes, sin respiradores ni lentes. En contraste, prácticas clave como el almacenamiento temporal seguro (0%), el registro estandarizado del peso o volumen de residuos (15%), la definición de protocolos de recolección (0%) y la disposición final adecuada (0%) muestran incumplimiento total o casi total, ya que no existen contenedores diferenciados, rutas de recolección, ni procesos técnicos de disposición. En conjunto, la información evidencia que la conducción de restos sólidos en la planta es incipiente, con un predominio de incumplimiento en la mayoría de criterios evaluados.

❖ **Identificación del nivel de conocimiento y práctica en el manejo de residuos sólidos:**

Con la finalidad de determinar el grado de conocimiento y aplicación en la gestión de restos sólidos, se implementó un instrumento de evaluación a veinte colaboradores de la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, analizando aspectos vinculados con la infraestructura existente, la formación recibida, la tipología de desechos generados, el registro documental y la eliminación definitiva.

Tabla 6

Respuestas de 20 trabajadores sobre el nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

N°	Criterio de evaluación	Alternativa de respuesta	20 trabajadores encuestados																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	¿Existen tachos diferenciados en su área de trabajo?	Sí	x	x				x	x				x	x	x									
		No			x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	
2	¿Clasifica usted los residuos en orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos?	Siempre																						
		A veces	x	x				x	x				x	x	x							x	x	
		Nunca			x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x			
3	¿Ha recibido capacitación sobre el manejo adecuado de residuos sólidos?	Sí, más de una vez																						
		Sí, una vez	x	x						x				x	x	x								
		Nunca			x	x	x	x			x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	
4	¿Los residuos peligrosos cuentan con almacenamiento adecuado y seguro en su área?	Sí	x	x																				
		No			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	¿Qué tipo de residuos considera que se crea en mayor cantidad en su área?	Orgánicos	x	x				x	x				x	x	x							x		
		Reciclables			x									x	x	x								
		No reciclables																						x
		Peligrosos				x	x																	x
6	¿Se realiza algún registro (peso, volumen, cuantía) de los restos que se	Sí	x	x				x																
		No			x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	



generan en su área?																		
7	¿Conoce usted cuál es la disposición final que reciben los residuos de la planta?	Sí, adecuada																
		Sí, pero no adecuada	x	x			x	x				x						
		No sabe			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Nota. La tabla evidencia las respuestas de los 20 trabajadores encuestados en relación a la existencia de infraestructura, clasificación de residuos, capacitación recibida, almacenamiento, tipo de restos generados, registros y disposiciones finales.

La tabla 6, muestra los hallazgos de la encuesta aplicada a 20 trabajadores evidencian importantes limitaciones en el discernimiento y la práctica sobre la conducción de restos sólidos. Solo 6 trabajadores indicaron que existen tachos diferenciados en su área, mientras que 14 afirmaron que no. En cuanto a la clasificación de residuos, 10 trabajadores señalaron que siempre lo hacen, 6 a veces y 4 nunca. Respecto a la capacitación, únicamente 5 trabajadores manifestaron haber recibido formación (3 más de una vez y 2 una sola vez), mientras que la mayoría (15) no ha recibido ninguna. El almacenamiento seguro de residuos peligrosos se cumple solo en 2 trabajadores, frente a 18 que respondieron negativamente. En relación a las tipologías de restos que se crean en mayor cantidad, la mayoría señaló orgánicos (8) y reciclables (7), mientras que 3 indicaron no reciclables y 2 comprometidos. El registro de restos se realiza solo en 7 áreas, mientras que 13 trabajadores indicaron que no se lleva. Finalmente, solo 10 trabajadores afirmaron conocer la disposición final adecuada, 6 reconocieron que no es adecuada y 4 manifestaron no saber. Estos resultados reflejan que existen



brechas importantes tanto en infraestructura como en capacitación, lo que repercute en las gestiones inadecuada de restos sólidos dentro de la planta.

Tabla 7

Sumatoria de respuestas de 20 trabajadores sobre el nivel de conocimiento y práctica en el manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

N°	Criterio de evaluación	Respuestas												
		Sí	No	Siempre A veces	Nunca	Sí, más de una vez	Sí, una vez	Orgánicos	Reciclables	No reciclables	Peligrosos	Sí, adecuada	Sí, pero no adecuada	No sabe
1	¿Existen tachos diferenciados en su área de trabajo?	7												
			1											
			3											
2	¿Clasifica usted los residuos en orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos?			0										
					9									
						1								
							1							
3	¿Ha recibido capacitación sobre el manejo adecuado de residuos sólidos?					0								
								6						
									1					
							4							
4	¿Los residuos peligrosos cuentan con almacenamiento adecuado y seguro en su área?	2												
			1											
			8											
5	¿Qué tipo de residuos considera que se genera en mayor cantidad en su área?							8						
									8					
										1				
											3			
6	¿Se realiza algún registro (peso,	3												



	volumen, cantidad) de los residuos que se generan en su área?	1	
7	¿Conoce usted cuál es la disposición final que reciben los residuos de la planta?	0	5
			15

Nota. La tabla evidencia la frecuencia de respuestas y su respectivo porcentaje respecto al total de 20 trabajadores encuestados, en relación con aspectos de conocimiento y prácticas de conducción de restos sólidos.

La tabla 7, muestras los hallazgos de la sumatoria de respuestas de 20 trabajadores sobre el nivel de discernimiento y práctica en la dirección de restos sólidos en la PBMR. En la que, se muestra un bajo nivel de discernimiento y práctica en la gestión de restos sólidos. Solo 7 trabajadores (35%) señalaron que en su área existen tachos diferenciados, mientras que 13 (65%) afirmaron lo contrario. En cuanto a la clasificación de residuos, 9 (45%) respondieron que lo hacen a veces, 11 (55%) que nunca y ninguno indicó hacerlo siempre. Respecto a la capacitación, únicamente 6 trabajadores (30%) recibieron formación una vez, mientras que 14 (70%) nunca han sido capacitados. En relación al almacenamiento seguro de residuos peligrosos, apenas 2 trabajadores (10%) reconocieron su existencia, frente a 18 (90%) que negaron esta práctica. Sobre el tipo de restos creados en mayor cantidad, predominan los orgánicos y reciclables con 8 trabajadores cada uno (40%), seguidos de 1 (5%) que señaló no reciclables y 3 (15%) que mencionaron peligrosos. Asimismo, solo 3 trabajadores (15%) indicaron que se realiza registro del peso o volumen de residuos, mientras que 17 (85%) dijeron que no. Finalmente, únicamente 5 trabajadores (25%) manifestaron conocer la

disposición final pero inadecuada, y la mayoría 15 (75%) afirmó no saber. Estos resultados reflejan deficiencias en infraestructura, capacitación y prácticas de manejo, con predominio de respuestas negativas que superan en la mayoría de criterios el 65% de incumplimiento.

Tabla 8

Respuestas más frecuentes y porcentaje de trabajadores sobre conocimiento y prácticas en el manejo de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

Ítem	Pregunta	Respuesta más frecuente	% de trabajadores
1	Existencia de tachos diferenciados	No	65%
2	Clasificación de residuos en la fuente	Nunca	55%
3	Capacitación recibida sobre manejo de residuos	Nunca	70%
4	Almacenamiento adecuado de residuos peligrosos	No	90%
5	Tipo de residuo más abundante en su área	Orgánicos	40%
6	Registro de residuos generados	No	85%
7	Conocimiento de disposición final de residuos	No sabe	75%

Nota. La tabla presenta un resumen de las respuestas predominantes de los 20 trabajadores encuestados, indicando la alternativa más seleccionada en cada ítem y el porcentaje correspondiente de participantes que la eligieron.

En la tabla 8, los resultados reflejan un bajo nivel de cumplimiento en las prácticas de dirección de restos sólidos. El 65% de los trabajadores indicó que no existen tachos diferenciados, mientras que el 55% afirmó que nunca



clasifican los residuos. Asimismo, el 70% señaló no haber recibido capacitación y el 90% indicó que no existe almacenamiento seguro para residuos peligrosos. En cuanto al tipo de residuo más abundante, el 40% identificó a los orgánicos, aunque el 85% reconoció que no se realiza un registro de residuos. Finalmente, el 75% manifestó desconocer la disposición final de los residuos, lo que evidencia carencias significativas en la gestión, capacitación y control ambiental dentro de la planta.

Habiendo mencionado los resultados obtenidos a partir del checklist y del cuestionario aplicado al personal, los cuales evidencian las deficiencias en las gestiones y en el conocimiento sobre la conducción de restos sólidos, posteriormente, se presentan los hallazgos derivados de la observación directa en campo. Este procedimiento permitió identificar de manera precisa los tipos de residuos creados en las diferentes zonas de la PBM – Rinconada, lo cual constituye una etapa fundamental para el diagnóstico, pues posibilita conocer la naturaleza y origen de los desechos según las actividades realizadas en cada componente del sistema productivo y de servicios de la planta.

Tabla 9

Residuos identificados mediante la observación directa en las 05 áreas de la Planta de Beneficio Metalúrgica – Rinconada.

Ítem	Componentes/área	Residuos
1	Área de cocina	Restos de comidas y cascaras de verduras.
2	Área de comedor	Restos de comida, cascara de frutas, papel y plástico.
3	Área del almacén	Cilindros de cianuro y bolsas de cemento.
4	Área administrativa	Papel, cartón, plásticos (botellas), residuos inorgánicos no reciclables (pilas o equipos de electrónicos dañados).
5	Área de dormitorios	Papel, plásticos (botellas), cascara de frutas, residuos de limpieza, etc.
6	Área de vestuarios	Papel y plásticos.
7	Área de tratamientos de relaves mineros	Plásticos, sacos mineros, bolsas de cemento y cilindros de cianuro y huaypes contaminados.

La tabla 9 caracteriza los residuos sólidos creados en las diferentes zonas de la PBMR, por medio de inspección in situ. En este instrumento se especifican las zonas particulares de la instalación y las tipologías de restos identificadas en cada una, según se describe posteriormente:

- 1. Áreas y componentes:** Se han analizado siete zonas primarias: unidad de alimentación, sector de consumo de comidas, depósito de insumos, ámbito administrativo, habitaciones, áreas de cambio de indumentaria y planta de procesamiento de relaves mineros. Cada una de estas zonas produce restos con atributos particulares, vinculados a las operaciones que en ellas se ejecutan.
- 2. Tipos de residuos:**



- ✓ **Zona de preparación de alimentos:** Los desechos producidos comprenden sobras alimenticias y residuos vegetales, reflejando operaciones culinarias fundamentales.
- ✓ **Sector de consumo alimenticio:** Análoga a la zona de cocina, pero con mayor diversidad de residuos, incluyendo restos de comida, desechos frutales, material celulósico y polímeros plásticos.
- ✓ **Área de almacenamiento:** Predominan residuos peligrosos como envases de cianuro y sacos de cemento, derivados de los gastos químicos empleados en los procesos metalúrgicos.
- ✓ **Sector administrativo:** Se producen desechos reciclables (papel, cartón, envases plásticos) y peligrosos, como baterías o dispositivos electrónicos en desuso.
- ✓ **Habitaciones y áreas de cambio:** Generan residuos análogos, principalmente orgánicos (desechos frutales), inorgánicos reciclables (papel, plástico) y subproductos de lavado.
- ✓ **Planta de tratamiento de relaves:** Produce restos peligrosos asociados a operaciones metalúrgicas, incluyendo plásticos, materiales de embalaje minero, sacos de cemento y contenedores de cianuro.

4.1.2. Caracterización de los residuos sólidos domésticos e industriales generado en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

La personalización de los restos sólidos se ejecutó durante cuatro meses consecutivos (mayo, junio, julio y agosto del 2024), aplicando un muestreo de 7 días en cada mes en el horario de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. Se consideró la variación semanal de generación, observando menor producción durante sábados y domingos debido a la reducción del número de trabajadores en la planta. Los resultados permiten identificar los tipos de residuos domésticos e industriales predominantes, su peso total y porcentaje de participación mensual.

Tabla 10

Caracterización de residuos sólidos – mayo 2024 (1ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.

Tipo de residuo	Subcategoría	Fecha de muestreo del 01/05/2024 al 07/05/2024							Peso (kg)	Porcentaje (%)
		Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.		
Domésticos	Orgánicos (restos de comida, cascara de frutas y verduras)	1	1.2	1.1	0.3	0.3	1	1.1	6	28.04
	Reciclables (cartón y latas de leche)	0.4	0.3	0.5	0.1	0.1	0.4	0.4	2.2	10.28
	No reciclables (papel usado, plásticos, residuos de limpieza)	0.5	0.4	0.6	0.1	0.1	0.5	0.4	2.6	12.15



Industriales Peligrosos (pilas, equipos electrónicos dañados, aceites, cilindros de cianuro, bolsas de cemento y huaypes contaminados)	1.5	1.8	1.6	0.2	0.2	1.5	1.7	8.5	39.72	
No peligrosos (botellas de plástico, residuos de los materiales de limpieza y chatarras)	0.4	0.3	0.5	0.1	0.1	0.4	0.3	2.1	9.81	
Total	-	3.8	4	4.3	0.8	0.8	3.8	3.9	21.4	100.00

Nota. Se observa un peso total de 21.4 kg de restos, siendo los restos peligrosos los de mayor generación.

La tabla 10, enseña la cuantía de restos generados en mayo, en donde, se generaron 21.4 kg de restos, de los cuales los restos industriales peligrosos representaron la mayor proporción con 8.5 kg (39.72%), seguidos de los domésticos orgánicos con 6.0 kg (28.04%). Los residuos domésticos no reciclables alcanzaron 2.6 kg (12.15%), mientras que los reciclables sumaron 2.2 kg (10.28%). Finalmente, los residuos industriales no peligrosos tuvieron un peso de 2.1 kg (9.81%). Esto evidencia que casi 4 de cada 10 kg generados corresponden a residuos peligrosos, los cuales requieren un manejo diferenciado.



Tabla 11

Caracterización de residuos sólidos – junio 2024 (2ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.

Tipo de residuo	Subcategoría	Fecha de muestreo del 08/06/2024 al 14/06/2024							Peso (kg)	Porcentaje (%)
		Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.		
Domésticos	Orgánicos (restos de comida, cascara de frutas y verduras)	0.3	0.3	1	1.2	1.1	1	1.3	6.2	29.25
	Reciclables (cartón y latas de leche)	0.1	0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	2	9.43
	No reciclables (papel usado, plásticos, residuos de limpieza)	0.1	0.1	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	2.4	11.32
Industriales	Peligrosos (pilas, equipos electrónicos dañados, aceites, cilindros de cianuro, bolsas de cemento y huaypes contaminados)	0.2	0.2	1.6	1.7	1.5	1.8	1.6	8.6	40.57
	No peligrosos (botellas de plástico, residuos de los materiales)	0.1	0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	2	9.43

	de limpieza y chatarras)										
Total	-	0.8	0.8	3.8	4	3.8	4.1	3.9	21.2	100.00	

Nota. El peso total registrado fue de 21.2 kg, con una ligera variación en la distribución respecto al mes anterior.

La tabla 11, muestra la cuantía de restos generados en junio, en donde, se registraron 21.2 kg de residuos, observándose nuevamente un predominio de los residuos industriales peligrosos, con 8.6 kg (40.57%). Los residuos domésticos orgánicos fueron la segunda fracción más importante con 6.2 kg (29.25%), seguidos por los no reciclables con 2.4 kg (11.32%). Los reciclables y los industriales no peligrosos alcanzaron cada uno 2.0 kg (9.43%). El comportamiento es similar al de mayo, confirmando que los peligrosos constituyen la fracción más crítica.

Tabla 12

Caracterización de residuos sólidos – Julio 2024 (3ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.

Tipo de residuo	Subcategoría	Fecha de muestreo del 15/07/2024 al 21/07/2024							Peso (kg)	Porcentaje (%)
		Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.		
Domésticos	Orgánicos (restos de comida, cascara de frutas y verduras)	1	1.1	1.2	1	1.3	0.3	0.3	6.2	28.57



	Reciclables (cartón y latas de leche)	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.1	0.1	2.1	9.68
	No reciclables (papel usado, plásticos, residuos de limpieza)	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	2.7	12.44
Industriales	Peligrosos (pilas, equipos electrónicos dañados, aceites, cilindros de cianuro, bolsas de cemento y huaypes contaminados)	1.5	1.7	1.8	1.6	1.7	0.2	0.2	8.7	40.09
	No peligrosos (botellas de plástico, residuos de los materiales de limpieza y chatarras)	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	2	9.22
Total	-	3.7	4	4.2	3.8	4.4	0.8	0.8	21.7	100.00

Nota. Se obtuvo un total de 21.7 kg, manteniendo un patrón similar a los meses previos.

La tabla 12, muestra la cuantía de restos generados en julio, en donde, se recolectaron 21.7 kg de residuos, de los cuales los industriales peligrosos sumaron 8.7 kg (40.09%), manteniéndose como la fracción dominante. Los residuos orgánicos domésticos representaron 6.2 kg (28.57%), los no reciclables alcanzaron 2.7 kg (12.44%), y los reciclables 2.1 kg (9.68%). Los

industriales no peligrosos aportaron 2.0 kg (9.22%). En este mes se mantiene la misma tendencia, con los residuos peligrosos generando 4 de cada 10 kg de restos totales.

Tabla 13

Caracterización de residuos sólidos – agosto 2024 (4ª semana) durante 7 días en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada 2024.

Tipo de residuo	Subcategoría	Fecha de muestreo del 22/08/2024 al 28/08/2024							Peso (kg)	Porcentaje (%)
		Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.		
Domésticos	Orgánicos (restos de comida, cascara de frutas y verduras)	1	1.2	0.3	0.3	1	1.1	1.2	6.1	29.33
	Reciclables (cartón y latas de leche)	0.3	0.4	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3	1.9	9.13
	No reciclables (papel usado, plásticos, residuos de limpieza)	0.4	0.5	0.1	0.1	0.4	0.4	0.5	2.4	11.54
Industriales	Peligrosos (pilas, equipos electrónicos dañados, aceites, cilindros de cianuro, bolsas de cemento y huaypes contaminados)	1.6	1.7	0.2	0.2	1.5	1.7	1.6	8.5	40.87



	No peligrosos (botellas de plástico, residuos de los materiales de limpieza y chatarras)	0.4	0.3	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	1.9	9.13
Total	-	3.7	4.1	0.8	0.8	3.5	3.9	4	20.8	100.00

Nota. Se obtuvo un total de 21.7 kg, manteniendo un patrón similar a los meses previos.

La tabla 13, muestra la cuantía de restos generados en agosto, en donde, se obtuvo un total de 20.8 kg de residuos, con predominio de los industriales peligrosos, que registraron 8.5 kg (40.87%). Los residuos domésticos orgánicos alcanzaron 6.1 kg (29.33%), mientras que los no reciclables fueron 2.4 kg (11.54%). Los reciclables y los industriales no peligrosos representaron 1.9 kg cada uno (9.13%). Aunque el peso total disminuyó levemente respecto a meses anteriores, la proporción se mantiene, confirmando la constancia en la generación de peligrosos como principal desafío.

❖ **Promedio de residuos sólidos:**

La determinación promedio de los restos sólidos creados en la PBMR permite cuantificar la proporción de desechos domésticos e industriales producidos semanalmente. La siguiente tabla presenta el promedio de restos sólidos generados durante el período comprendido entre mayo y agosto de 2024 en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada. Los resultados consolidan la información obtenida en las cuatro semanas de muestreo, permitiendo identificar los tipos de residuos, su peso promedio semanal y el



porcentaje que representan dentro del total, con el fin de orientar una adecuada gestión ambiental.

Tabla 14

Promedio semanal de generación de residuos sólidos domésticos e industriales en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

Tipo de residuo	Subcategoría	Peso promedio en 1 sem. (kg)	Porcentaje (%)
Domésticos	Orgánicos (restos de comida, cascara de frutas y verduras)	6.13	28.79
	Reciclables (cartón y latas de leche)	2.05	9.64
	No reciclables (papel usado, plásticos, residuos de limpieza)	2.53	11.87
Industriales	Peligrosos (pilas, equipos electrónicos dañados, aceites, cilindros de cianuro, bolsas de cemento y huaypes contaminados)	8.58	40.31
	No peligrosos (botellas de plástico, residuos de los materiales de limpieza y chatarras)	2.00	9.40
Total	-	21.28	100.00

Nota. La tabla muestra el peso promedio semanal y el % correspondiente de cada tipo de resto sólido generado en la planta, considerando la caracterización realizada en diferentes meses. Los datos permiten identificar



la colocación porcentual de los restos y diferenciar entre los de origen doméstico e industrial.

En la tabla 14, se observa los hallazgos promedios de las mensualidades de mayo, junio, julio y agosto de 2024, se observa que el mayor volumen de residuos corresponde a los industriales peligrosos con un total de 8.58 kilogramos, lo que representa 40.31 % del total semanal. En segundo lugar, se encuentran los residuos domésticos orgánicos con 6.13 kilogramos que representan 28.79 %. Los residuos domésticos no reciclables alcanzan 2.53 kilogramos que equivalen a 11.87 % y los reciclables 2.05 kilogramos que representan 9.64 %. Finalmente, los industriales no peligrosos suman 2.00 kilogramos que equivalen a 9.40 %. Estos datos reflejan que la mayor carga de residuos proviene de la categoría industrial, en especial los peligrosos, lo que evidencia la necesidad de implementar medidas más estrictas de control y manejo seguro.

❖ **Proyección mensual independiente (4 semanas por mes)**

La siguiente tabla presenta la influencia mensual independiente de los restos sólidos industriales y domésticos creados en la PBMR, considerando un promedio semanal multiplicado por 4 semanas en cada mes. Esta metodología mantiene constante la generación mensual de residuos, permitiendo estimar de forma uniforme la cantidad total proyectada entre septiembre de 2024 y diciembre de 2025.

Tabla 15

Proyección mensual independiente de residuos sólidos generados en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

Mes/Año	Orgánicos (kg)	Reciclables (kg)	No reciclables (kg)	Industriales peligrosos (kg)	Industriales no peligrosos (kg)	Total, mensual (kg)	Total (kg)
Sep-24	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	340.40
Oct-24	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Nov-24	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Dic-24	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Ene-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	1021.20
Feb-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Mar-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Abr-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
May-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Jun-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Jul-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Ago-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Sep-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Oct-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Nov-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Dic-25	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10	
Total, de residuos generados						1361.60	

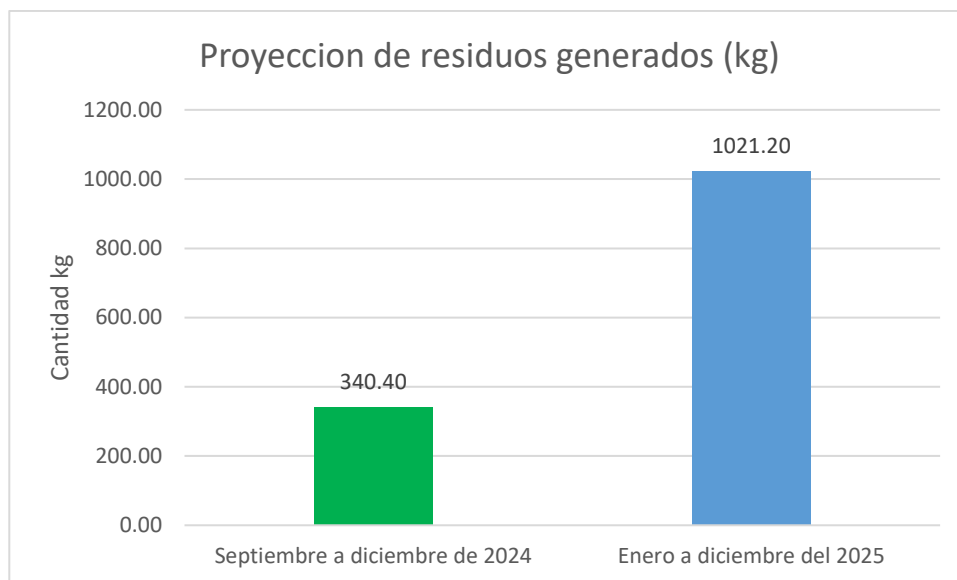
Nota. La tabla enseña la cuantía mensual de restos sólidos generados, diferenciados en industriales y domésticos. El cálculo considera 4 semanas promedio por cada mes, manteniendo constante la generación mensual en 85.10 kg.

En la tabla 15, se observa que, en cada mes, desde septiembre de 2024 hasta diciembre de 2025, la generación mensual de residuos se mantiene constante en 85.10 kg, lo que equivale a un total anual de 1021.20 kg en 2025. En la distribución por tipo, los residuos industriales peligrosos representan el mayor volumen con 34.30 kg por mes, seguido de los residuos orgánicos con

24.50 kg, los no reciclables con 10.10 kg, los reciclables con 8.20 kg, y finalmente los industriales no peligrosos con 8.00 kg. Esto refleja que los residuos industriales peligrosos son los de mayor impacto en la planta, representando cerca del 40 % del total mensual.

Figura 14

Proyección comparativa de residuos generados (kg) entre septiembre a diciembre 2024 y enero a diciembre 2025.



La figura 14, se observa la proyección comparativa de residuos generados (kg) entre septiembre a diciembre 2024 y enero a diciembre 2025. En donde, se estima que entre septiembre y diciembre de 2024 se generarán 340.40 kg de restos sólidos en la PBMR. En cambio, para el periodo completo de enero a diciembre de 2025, el volumen de restos proyectado asciende a 1021.20 kg, lo cual representa un incremento sustancial de casi tres veces más que el periodo del último cuatrimestre del 2024. Esto evidencia una tendencia creciente en la generación de residuos, relacionada con la continuidad y mayor frecuencia de actividades en la planta.

❖ Proyección acumulada progresiva (suma hasta cada mes)

La siguiente tabla enseña la proyección acumulada progresiva de los restos sólidos industriales Y domésticos en la PBMR, sumando la generación mensual de manera continua desde septiembre de 2024 hasta diciembre de 2025. Este método refleja el incremento sostenido de residuos a lo largo del periodo, proporcionando una visión del volumen total que se acumula mes a mes.

Tabla 16

Proyección acumulada progresiva de residuos sólidos generados en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada.

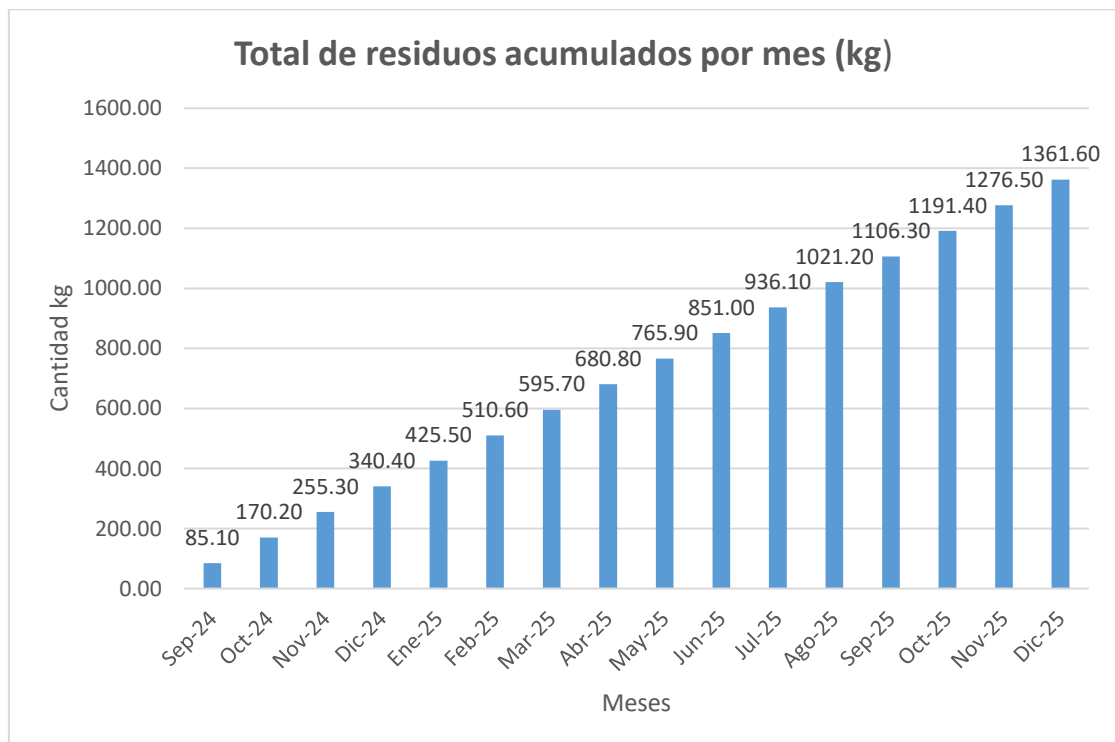
Mes/Año	Orgánicos (kg)	Reciclables (kg)	No reciclables (kg)	Industriales peligrosos (kg)	Industriales no peligrosos (kg)	Total, acumulado (kg)
Sep-24	24.50	8.20	10.10	34.30	8.00	85.10
Oct-24	49.00	16.40	20.20	68.60	16.00	170.20
Nov-24	73.50	24.60	30.30	102.90	24.00	255.30
Dic-24	98.00	32.80	40.40	137.20	32.00	340.40
Ene-25	122.50	41.00	50.50	171.50	40.00	425.50
Feb-25	147.00	49.20	60.60	205.80	48.00	510.60
Mar-25	171.50	57.40	70.70	240.10	56.00	595.70
Abr-25	196.00	65.60	80.80	274.40	64.00	680.80
May-25	220.50	73.80	90.90	308.70	72.00	765.90
Jun-25	245.00	82.00	101.00	343.00	80.00	851.00
Jul-25	269.50	90.20	111.10	377.30	88.00	936.10
Ago-25	294.00	98.40	121.20	411.60	96.00	1021.20
Sep-25	318.50	106.60	131.30	445.90	104.00	1106.30
Oct-25	343.00	114.80	141.40	480.20	112.00	1191.40
Nov-25	367.50	123.00	151.50	514.50	120.00	1276.50
Dic-25	392.00	131.20	161.60	548.80	128.00	1361.60

Nota. La tabla enseña la proyección acopiada de restos sólidos, donde cada mes se suma la generación de restos hasta ese periodo.

En la tabla 16, se observa la proyección acumulada progresiva, en donde, se observa un crecimiento constante de residuos. En septiembre de 2024 se acumulan 85.10 kg, alcanzando en diciembre del mismo año 340.40 kg. Para diciembre de 2025, el total acumulado llega a 1361.60 kg, lo que muestra un incremento sostenido. Dentro de la composición, los residuos industriales peligrosos acumulan 548.80 kg, siendo la fracción más alta, seguidos de los orgánicos con 392.00 kg, los no reciclables con 161.60 kg, los reciclables con 131.20 kg, y los industriales no peligrosos con 128.00 kg. Esto confirma que los residuos industriales peligrosos concentran el mayor peso en la generación total durante el periodo analizado, representando aproximadamente el 40 % del acumulado.

Figura 15

Total de residuos acumulados por mes (kg) durante el periodo septiembre 2024 a diciembre 2025.



La figura 15, se puede ver el total de restos acumulados por mes (kg) durante el periodo septiembre 2024 a diciembre 2025. En donde, la acumulación mensual de residuos muestra un crecimiento constante desde 85.10 kg en septiembre de 2024 hasta alcanzar 1361.60 kg en diciembre de 2025. El ritmo de acumulación es progresivo y lineal, reflejando que cada mes se generan aproximadamente 85.10 kg adicionales de residuos, sin variaciones significativas. Esta tendencia evidencia que, de mantenerse el mismo patrón de producción, la planta incrementará de manera sostenida su carga de residuos a lo largo de todo el año 2025, consolidándose en un volumen anual significativo que requiere estrategias de manejo más eficientes.

4.1.3. Implementar un sistema de manejo integral de residuos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada, basado en el diagnóstico y caracterización realizada.

Habiéndose realizado el diagnóstico (bajo cumplimiento normativo) y la caracterización (promedio semanal 21.28 kg; predominio de residuos industriales peligrosos 40.31%, no peligrosos 9.40% y residuos domésticos de 28% de orgánicos, 9.64% de reciclables y 11.87 % no reciclables, se implementó bajo un sistema integral con cinco componentes: segregaciones en la fuente, acopio y acopio temporal diferenciados, compilación interna y transporte, registros y control, y capacitación y señalización. La jornada operacional es de lunes a viernes (8:00–16:00) con actividad mínima fines de semana, lo que se incorporó en las frecuencias de recolección.

1. Brechas iniciales y soluciones implementadas



La primera etapa consistió en identificar las primordiales insuficiencias en la conducción de restos sólidos dentro de la planta. Estas brechas fueron abordadas mediante medidas concretas que se enseñan en la tabla siguiente.

Tabla 17

Brechas identificadas en el manejo de residuos sólidos y soluciones implementadas.

Brecha prioritaria (línea base)	Evidencia del diagnóstico	Solución implementada
Ausencia de tachos diferenciados	Solo 6/20 trabajadores reportaron tachos rotulados	Instalación de contenedores codificados por colores según NTP 900.058 y debidamente rotulados.
Segregación deficiente	4/20 reportaron segregación	Capacitación periódica a los trabajadores y señalización visible en cada área.
Almacenamiento de peligrosos inexistente	0/20 reportaron almacenamiento seguro	Implementación de un almacén temporal de peligrosos con piso impermeable, bandeja de contención, ventilación, estantería para reactivos, zona para pilas/RAEE y botadero de absorbente; kit de derrames.
Sin registros de generación	Solo 3/20 reportaron registro	Implementación de Formatos RG-01 (generación por tipo) y RT-01 (tránsito interno) con balanza de plataforma.
Uso parcial de EPP	7/20 reportaron uso	Dotación de EPP (guantes resistentes químicos, lentes, respirador P100 para cianuros, mandil y botas); check-list de uso.
Sin rutas/protocolos de recolección	0/20	Diseño de cronograma semanal de recolección interna.



Disposición final 0/20 inadecuada	Contratos con gestor autorizado para peligrosos y RAEE; convenios con reciclador formal; envío de ordinarios a relleno sanitario autorizado.
--------------------------------------	--

Nota. Esta tabla muestra las principales deficiencias detectadas en la gestión de restos de la planta y las medidas correctivas adoptadas para implementar un sistema más eficiente y seguro.

La tabla 17, se realizó a través del diagnóstico, el cual nos permitió evidenciar problemas como la ausencia de tachos diferenciados, falta de almacenamiento seguro para residuos peligrosos y ausencia de registros de generación. La implementación del sistema integral propone medidas correctivas alineadas con la normativa, entre ellas la colocación de contenedores codificados por colores, la creación de un almacén para peligrosos y la instauración de registros estandarizados. Estas soluciones fortalecen la gestión interna y garantizan una disposición final más adecuada y ambientalmente responsable.

2. Infraestructura y especificaciones técnicas implementadas

La segunda etapa correspondió al diseño e instalación de la infraestructura mingitorio para garantizar la correcta separación, almacenamiento temporal y habilidad de los restos.

Tabla 18

Infraestructura y especificaciones técnicas para la gestión de residuos sólidos.

Tipo de residuo	Color del contenedor	Capacidad (L)	Ubicación en planta
Papel y cartón	Azul	120	Oficinas administrativas y almacén
Plásticos	Blanco	120	Áreas de comedor y almacenes
Metales	Amarillo	120	Talleres y mantenimiento
Orgánicos	Marrón	240	Comedor y áreas comunes
Vidrio	Plomo	120	Áreas de mantenimiento
Peligrosos	Rojo	200	Depósito temporal de restos peligrosos
No aprovechables	Negro	240	Zona de disposición general

Nota. La tabla presenta el diseño del sistema de segregaciones en la fuente, especificando el color, cabida y ubicación de los contenedores según el tipo de residuo generado en la planta.

En la tabla 18, se realizó la codificación por colores permite un manejo metódico y eficiente de los restos sólidos. Se establecieron contenedores marrones para orgánicos, azules para papel, blancos para plásticos, amarillos para metales, plomos para vidrio, rojos para peligrosos y negros para no aprovechables. Esta estandarización facilita la clasificación, minimiza el riesgo de contaminación cruzada y asegura el cumplimiento de la normativa NTP 900.058, además de optimizar la valorización de materiales reciclables.

3. Frecuencias de recolección y rutas internas

Se establecieron rutas internas de recolección que aseguran el traslado oportuno de los residuos hacia los almacenes temporales, diferenciando según el tipo y subcategoría de residuo.

Tabla 19

Frecuencias de recolección y rutas internas de residuos sólidos.

Tipo de residuo	Frecuencia de recolección	Responsable	Ruta asignada
Orgánicos	Diaria	Personal de limpieza	Comedor al Almacén temporal
Reciclables (papel, cartón, plásticos, metales, vidrio)	2 veces por semana	Área ambiental	Oficinas a Talleres a Almacén.
Peligrosos	1 vez por semana	Supervisor ambiental	Área de proceso al Almacén temporal seguro
No aprovechables	2 veces por semana	Personal de limpieza	Áreas comunes a la Zona de acopio general

Nota. En esta tabla se definen las frecuencias de recolección de los restos, el personal responsable y las rutas de traslado dentro de la planta.

En la tabla 19, se define el establecimiento de rutas y cronogramas mejora la organización interna y reduce los riesgos asociados al almacenamiento prolongado de residuos. Los orgánicos requieren recolección diaria para evitar focos de contaminación, mientras que los reciclables y no aprovechables tienen una frecuencia de dos veces por semana. Los peligrosos se recolectan semanalmente bajo supervisión, garantizando seguridad ocupacional y



ambiental. Esta planificación asegura continuidad operativa y cumplimiento normativo.

4. Programa de capacitación y sensibilización

El adiestramiento del personal es clave para aseverar la sostenibilidad del sistema implementado. A continuación, se detallan las sesiones realizadas, su contenido y la cobertura alcanzada.

Tabla 20

Programa de capacitación y sensibilización del personal en manejo de residuos sólidos.

Tema	Público objetivo	Frecuencia	Modalidad
Segregación de restos sólidos como NTP 900.058	Todo el personal	Trimestral	Charlas y talleres prácticos
Manejo seguro de restos peligrosos	Personal de operaciones y mantenimiento	Semestral	Taller práctico y simulacros
Uso adecuado de EPP en la manipulación de residuos	Todo el personal	Semestral	Capacitación presencial
Protocolos de recolección y rutas internas	Personal de limpieza y área ambiental	Trimestral	Capacitación operativa

Nota. La tabla resume las actividades formativas programadas para el personal, con enfoque en segregación, manejo de peligrosos, uso de EPP y cumplimiento de protocolos.

En la tabla 20, se observa una propuesta del sistema integral de residuos, en donde, requiere la participación activa de los trabajadores. La capacitación



periódica asegura que el personal conozca y aplique las buenas prácticas. El enfoque está en reforzar la segregación según NTP 900.058, el manejo de peligrosos con simulacros prácticos y el cumplimiento en el uso de EPP. Con este plan, la planta fortalece la cultura ambiental interna y asegura sostenibilidad en el tiempo.

5. Indicadores de desempeño del sistema implementado

Para medir la seguridad de las medidas efectuadas se establecieron indicadores comparativos entre la línea base y los hallazgos conseguidos en el primer mes de aplicación.

Tabla 21

Indicadores de desempeño del sistema de manejo integral de residuos sólidos.

Indicador	Fórmula	Meta
% de segregación en la fuente	$(\text{Residuos segregados} / \text{Residuos totales}) \times 100$	$\geq 80\%$
% de residuos reciclados valorizados	$(\text{Residuos reciclados} / \text{Residuos totales}) \times 100$	$\geq 30\%$
% de cumplimiento en uso de EPP	$(\text{Trabajadores que usan EPP} / \text{Total de trabajadores}) \times 100$	100%
% de cumplimiento en rutas y cronogramas de compilación	$(\text{Rutas cumplidas} / \text{Rutas programadas}) \times 100$	$\geq 90\%$
% de disposición final segura	$(\text{Residuos dispuestos adecuadamente} / \text{Residuos totales}) \times 100$	100%

Nota. Se plantean indicadores cuantitativos que permitirán monitorear el vigor del sistema de manejo integral de restos sólidos implementado.



En la tabla 21, el sistema establece metas concretas: al menos 80% de segregaciones en la fuente, 30% de valorizaciones de reciclables y 100% de cumplimiento en disposición final y uso de EPP. Estos indicadores son medibles y permiten identificar avances o deficiencias. Su aplicación periódica garantiza un proceso de mejora continua y un alineamiento con estándares ambientales y de seguridad.

4.2. Discusiones

En relación con el análisis del estado real de la gestión de restos sólidos en la PBMR, se evidenció un bajo nivel de cumplimiento normativo, con porcentajes críticos como 0% en disposición final adecuada y acopio seguro de restos peligrosos, y solo 30% en uso de tachos diferenciados. Estos hallazgos se asemejan a los reportados por Moreno (2022) en la concesión minera Victoria (Ecuador), donde también se identificó un plan de gestión desactualizado y carente de un programa específico de manejo de residuos. Asimismo, los resultados guardan relación con los estudios de Hernández (2020) en Casapalca (Perú), quien halló un cumplimiento inicial de solo 54%, lo que evidencia que las deficiencias en segregación, disposición y registros son comunes en operaciones minero-metalúrgicas de la región. En contraste, los resultados difieren de lo encontrado en experiencias internacionales exitosas como la de Sellito y Murakami (2020) en una siderúrgica latinoamericana, donde se alcanzó un 100% de enrutamiento adecuado de residuos mediante un sistema estructurado de valorización. Esta comparación resalta la urgencia de ejecutar una sistemática de gestión formal en Rinconada



para cerrar brechas críticas y alinearse con las mejores prácticas internacionales.

En relación con la tipificación de los restos sólidos de origen doméstico e industrial creados en la PBMR, en nuestra investigación se mostró que en promedio se generan 21.28 kg de residuos semanales, con predominio de los industriales peligrosos (40.31%), seguidos de los orgánicos (28.79%). Esta distribución coincide con lo reportado por Sánchez (2020) en la planta Rumicuri, donde el 90% de los desechos sólidos peligrosos eran de carácter tóxico, evidenciando la importancia de un manejo especializado en este tipo de residuos. Asimismo, los resultados guardan similitud con los de Quispe (2023) en un centro de favor de chica minería, donde los restos metálicos (42%) y orgánicos (28%) fueron los más representativos, ratificando que tanto en operaciones pequeñas como medianas los residuos industriales y orgánicos dominan la composición total. A nivel regional, los datos se relacionan con lo hallado por Mamani (2019) en la Cooperativa Minera Universal (Rinconada), donde los residuos metálicos y peligrosos representaron juntos más del 65% del total, reforzando la idea de que las operaciones auríferas en la zona generan un patrón común de peligrosidad. Sin embargo, en comparación con la Unión Europea, donde según Flores et al. (2017) se recicla alrededor del 35% de los residuos urbanos, la planta Rinconada aún se encuentra en una etapa incipiente de valorización, lo que evidencia una brecha tecnológica y de infraestructura que debe cerrarse con inversión y capacitación.

En cuanto, a la implementación del sistema integral en la Planta Rinconada (contenedores codificados por colores, almacén temporal de peligrosos, rutas de



recolección, capacitaciones y registros) en nuestra investigación nos permitió plantear indicadores de desempeño con metas de $\geq 80\%$ segregación y 100% de disposición final segura. Este enfoque coincide con lo planteado por Jiménez y Jiménez (2022) en Curiminig (Ecuador), quienes desarrollaron una sistemática de gestión de restos como herramienta clave para aminorar impactos y cumplir normativa. También se asemeja a la experiencia documentada por Sequeiros (2019) en Ica – Perú, donde la implementación de un procedimiento de manejo permitió segregar el 100% de los restos en la fuente, alcanzando una valorización superior al 80%.

De manera similar, los resultados se alinean con el estudio de Maia (2024) en Brasil, donde la reorganización ambiental y la retroalimentación lograron una reducción significativa de residuos metálicos y plásticos, demostrando que medidas estructuradas y simples pueden tener gran impacto. No obstante, el sistema de Rinconada aún debe recorrer un proceso de consolidación comparable a lo evidenciado por Condori (2023) en Ananea, donde la implementación del SGA bajo ISO 14001 permitió proyectar un aumento en el cumplimiento ambiental del 46% al 85%. Esto refleja que el sistema planteado en Rinconada constituye un primer paso sólido hacia la sostenibilidad, aunque requiere continuidad, monitoreo y recursos para alcanzar estándares internacionales.

Finalmente, el desarrollo y ejecución de una sistemática de gestión integral de restos sólidos en la PBMR – Puno 2024 facilitó la comparación del estado basal de la instalación con experiencias nacionales e internacionales en administración ambiental. El diagnóstico evidenció un bajo cumplimiento normativo



($\leq 35\%$ en la mayoría de criterios y 0% en disposición final adecuada), mientras que la caracterización confirmó que los residuos industriales peligrosos constituyen el 40.31% del total generado, lo que representa el principal desafío ambiental. Estos hallazgos coinciden con estudios como el de Sánchez (2020) en Rumicuri y Mamani (2019) en Rinconada, donde los residuos peligrosos dominaron la composición de desechos en plantas metalúrgicas y cooperativas mineras. A nivel internacional, Sellitto y Murakami (2020) mostraron que un sistema estructurado puede alcanzar hasta el 100% de valorización, lo cual contrasta con la situación de Rinconada y resalta el camino pendiente para lograr eficiencia y sostenibilidad. La implementación del sistema en Rinconada (contenedores codificados, almacén temporal de peligrosos, rutas internas, capacitación y registros) se alinea con experiencias exitosas como las de Sequeiros (2019) en Ica y Jiménez y Jiménez (2022) en Ecuador, donde la estructuración de planes de gestión permitió alcanzar segregación y valorización superiores al 80% . Asimismo, se relaciona con el sistema diseñado en Rinconada constituye un primer paso hacia la mejora continua en el cometido ambiental, con indicadores planteados de $\geq 80\%$ de segregación, 30% de valorización de reciclables y 100% de disposición final segura. Sin embargo, para alcanzar estándares internacionales como los de la Unión Europea (Flores Torres, Fray Villacres, & Moran Quijije, 2017) o los exigidos por la ISO 14001 (Condori Samo, 2023), será necesario fortalecer la infraestructura, garantizar la continuidad de las capacitaciones y asegurar la fiscalización permanente. De este modo, la investigación demuestra que la ejecución y elaboración de una sistemática integral de manejo de restos sólidos es viable, para reducir los impactos ambientales y optimar las sostenibilidades de las operaciones metalúrgicas en la región de Puno.



CONCLUSIONES

Con base en los hallazgos conseguidos mediante la aplicación del checklist, el cuestionario al personal, la observación directa en campo y la determinación de los restos sólidos domésticos y industriales, se llegan a las siguientes conclusiones específicas y general para cada objetivo planteado en la investigación.

Primero: Con fundamento en los hallazgos conseguidos del análisis del estado actual de la gestión de residuos sólidos en la PBMR se concluye un bajo desempeño del estándar ambiental: solo 30% de las áreas cuentan con tachos diferenciados, la segregación en la fuente alcanza apenas 20%, el uso de EPP llega al 35%, mientras que el almacenamiento seguro, los protocolos de compilación y la disposición final apropiada registran 0% de cumplimiento. Estos resultados reflejan graves insuficiencias en la gestión de restos sólidos de la planta.

Segundo: En relación con el análisis de tipificación de desechos sólidos de origen doméstico e industrial derivados en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada. La determinación realizada durante cuatro meses concluyendo que la planta genera en promedio 21.28 kg de residuos semanales, de los cuales los industriales peligrosos representan el 40.31% (8.58 kg), seguidos de los orgánicos domésticos con 28.79% (6.13 kg), los domésticos no reciclables con 11.87% (2.53 kg), los reciclables con 9.64% (2.05 kg) y los industriales no peligrosos con 9.40% (2.00 kg). Esto confirma que los residuos peligrosos constituyen el mayor desafío ambiental de la planta.



Tercero: Con respecto a la ejecución del sistema de conducción integral de restos sólidos, se concluye que la implementación del sistema integral permitirá cerrar las brechas detectadas en el diagnóstico mediante la disposición de contenedores codificados por tonalidades, la creación de un almacén temporal de peligrosos, el diseño de rutas de compilación diferenciadas y la capacitación periódica al personal. Asimismo, se establecieron indicadores de desempeño con metas de $\geq 80\%$ de segregaciones en la fuente, $\geq 30\%$ de valorización de reciclables, 100% de uso de EPP y disposición final segura, y $\geq 90\%$ de cumplimiento en rutas de recolección, asegurando la sostenibilidad y mejora continua del sistema.

Cuarto: Como conclusión general, la investigación permitió elaborar e implementar un sistema de conducción integral de restos sólidos en la PBMR – Puno 2024, evidenciando inicialmente un bajo nivel de cumplimiento normativo ($\leq 35\%$ en la mayoría de criterios, llegando incluso a 0% en almacenamiento seguro y disposición final). La caracterización mostró una generación promedio de 21.28 kg de residuos semanales, donde los industriales peligrosos representan el 40.31%, constituyendo el principal riesgo ambiental. Frente a ello, se diseñó e implementó un sistema integral basado en segregación en la fuente, almacenamiento temporal seguro, rutas internas de recolección, capacitación del personal e indicadores de desempeño, con metas de $\geq 80\%$ segregación, $\geq 30\%$ valorización, 100% uso de EPP y disposición final segura.



RECOMENDACIONES

Conforme a la producción e implementación de una sistemática de gestión integral de residuos sólidos en la PBM – Rinconada, ubicada en Puno (2024), se derivan las siguientes terminaciones y se formulan las recomendaciones subsiguientes:

Primero: A los estudiantes futuros interesados en desarrollar y establecer un sistema de gestión de residuos sólidos en la PBMR, se sugiere adoptar un enfoque multidisciplinario que integre dimensiones técnicas, sociales y ambientales. Resulta esencial incorporar tecnologías defendibles para el manejo de restos comprometidos y no comprometidos, asegurando que las iniciativas se ajusten al marco regulatorio vigente y contemplen las especificidades de la minería artesanal. Adicionalmente, es esencial instituir mecanismos de seguimiento y valoración continua para cuantificar la efectividad del sistema implementado.

Segundo: Para evaluar el estado actual de las gestiones de restos sólidos en la Planta de Beneficio Metalúrgica Rinconada en relación con el cumplimiento normativo ambiental, se sugiere a futuros estudiantes emplear metodologías mixtas que integren observación in situ, percibidas al personal y revisión registrada. Este enfoque consentirá detectar vacíos de desempeño y prácticas incorrectas. Igualmente, es crucial valorar no solamente los componentes técnicos, sino asimismo la clarividencia del personal relativo a la gestión de residuos, con el objetivo de formular habilidades más eficaces y adaptadas al contexto.



Tercero: En la tipificación de los residuos sólidos de origen doméstico e industrial creados en la PBMR, se sugiere a investigadores futuros ejecutar una muestra estadísticamente característico a lo largo de un ciclo operativo continuo, garantizando la cobertura de las diversas zonas generadoras. Es prioritario emplear instrumentos normalizados para clasificar y cuantificar desechos, adicionando el registro sistemático de datos sobre composición, volúmenes y nivel de peligrosidad. La complementación de esta caracterización con evaluaciones de impacto ambiental constituirá una base robusta para formular iniciativas efectivas de gestión y valorización.

Cuarto: A los estudiantes futuros se les sugiere evaluar la factibilidad técnica, financiera y ambiental de alternativas como el compostaje, el reaprovechamiento y la reutilización in situ. Asimismo, se insinúa incorporar las perspectivas de los laboradores y los recursos endógenos aprovechables para asegurar la sostenibilidad y adopción de las iniciativas planteadas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alburqueque Velasco, M. (2023). *Gestión de Residuos No Municipales*. Perú.
- Aznar, J. &. (2016). *Environmental Geochemistry: Site Characterization, Data Analysis and Case Histories*. Springer.
- Bustamante Sánchez, Y. (2014). *Gestion de restos solidos biodegradables para el logro de la ecoeficiencia en la universidad*.
- Chambilla Pacoticona, N. Z. (2024). *Identificación y análisis de residuos sólidos no municipales para la administración integral de desechos en el proyecto minero Baltimori Sur – distrito de Cuyocuyo – 2023*. UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS, Cuyocuyo.
- Cifuentes, C. &. (2018). *Gestión de Residuos Sólidos en Minería*. RIL Editores.
- Condori Samo, J. L. (2023). *Prposicion de implementación del sistema de gestión ambiental ISO 14001 para la planta de beneficio en la empresa Corporacion Minera Ananea S.A., Perú -2023*. Puno - Perú.
- Cruz, S. (2013). *Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos*.
- Defensoría del Pueblo. (2012). *Gestión del Estado frente a la minería informal e ilegal en el Perú*. Defensoría del Pueblo., Informe Defensorial N.º 160., Lima.
- Díaz, G. (2016). *Enfoques Innovadores para la Administración de Restos en el Sector Extractivo Minero*. Springer.
- Dorada, E. t. (2020). *Programa de Gestión de Desechos Sólidos para la Planta de Procesamiento Veta Dorada*. Documento interno de la empresa.



- Feldman, R. (2007). *The Text Mining Compendium: Advanced Approaches in Analyses Unstructured Data*. Cambridge University Press.
- Flores Torres, X. F., Fray Villacres, P. X., & Moran Quijije, E. E. (2017). *Procesamiento de restos sólidos en la Unión Europea*. Editorial Saberes del Conocimiento.
- Freundt Collao, Y. S. (2018). *Análisis técnico-ambiental de la gestión de restos sólidos generados en la unidad de producción y acopio Parcoy N° 1 del Consorcio Minero Horizonte S.A., ubicada en Parcoy, provincia de Pataz, La Libertad*. Cerro de Pasco - 2018.
- García, R. (2019). *Reutilización y Reaprovechamiento: Beneficios y Desafíos*. Ediciones Eco.
- Gómez, A. (2020). *gestión de Residuos Biodegradables*. Ediciones Ecológicas.
- Gómez, A. (2021). *Disminucion en el Origen de Residuos*. Ediciones Sostenibles.
- González, M. (2020). *Manejo Integral de Residuos Sólidos No Municipales: Prácticas y Desafíos*. Ediciones Ambientales.
- Goyzueta, G. (2009). *Riesgos de salubridad pública en el centro poblado minero La Rinconada*. La Rinconada: Revista del Instituto Nacional de Salud.
- Gutiérrez, R. (2020). *Disminucion en el Origen de Restos: Estrategias Innovadoras*. Editorial Ecológica.
- Han, J. (2000). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Hartman, H. y. (2002). *Introductory Mining Engineering*. John Wiley & Sons.



- Hernandez Egoavil, M. I. (2020). *Evaluación del programa de gestión de restos sólidos y planteamiento de optimización en la operación minera de la Compañía Minera Casapalca S.A., ubicada en Huancayo, Perú, para el año 2019*. Obtenido de <https://shre.ink/SKkb>
- Hernandez Egoavil, M. I. (2020). *Evaluación del programa de gestión de desechos sólidos y planteamiento de optimización en la unidad minera Americana, Compañía Minera Casapalca S. A. - 2019*. Huancayo.
- Hernández, A. (2018). *Reutilización y Reaprovechamiento: Impacto Socioambiental*. Ediciones Ecológicas.
- Hernández, C. (2020). *Colaboraciones y Sostenibilidades en la Minería*. Ediciones Mineras del Norte.
- Hernández, L. (2018). *Disminucion en el Origen de Residuos: Estrategias y Perspectivas*. Editorial Sostenibilidad.
- Hernández, R. (2020). *Gestión de Residuos Peligrosos: Normativas y Buenas Prácticas*. Editorial Peligro Químico.
- Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodología del estudio*. Obtenido de <https://shre.ink/SKkr>
- Hernández, R., & Fernández, C. (2018). *Metodologías de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodologisa de la investigación*. México: Quinta.ed.



- Hernandez, S., & Corredor, L. (2017). *Consideraciones acerca de la relevancia económica y ecológica de la gestión de desechos en el siglo XXI*. Revista de Tecnología. doi:<https://doi.org/10.18270/rt.v15i1.2039>
- ICTNTC. (2009). *Manual para la administración integral de desechos*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Colombia.
- Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Colombia.
- Jiménez Granizo, M. J., & Jiménez Vargas, A. J. (2022). *Diseño de un sistema de administración para la gestión de desperdicios en la compañía minera CURIMINING S.A., proyecto Curipamba, provincia Bolívar – Ecuador*.
- Jiménez, B. (2010). *La polución ambiental en México, causas, efectos y tecnologías apropiadas*. Mexico: Editores Balderas.
- Laura, P. (2016). *Tecnologías Avanzadas en Gestión de Residuos en Minería*. Minerales S.A.
- London, P. A. (2016). *Coal: Energy for the Future*. Springer.
- López, G. J. (2020). *Conceptualización y clasificación de retos Fundamentos para una gestión efectiva*. Revista de Gestión Ambiental.
- López, H. (2019). *Categorización de Restos Sólidos No Municipales: Métodos y Aplicaciones*. Ediciones Ambientales.
- López, M. (2017). *Gestión de Residuos Inorgánicos: Principios y Prácticas*. Ediciones Sostenibles.
- López, M. (2018). *Gestión Integral de Residuos*. Editorial Sostenible.



- López, M. (2020). *Reaprovechamiento y Reutilización: Desafíos y Perspectivas*. Editorial Sostenibilidad.
- López, M. H. (2016). *Particularización de Restos Sólidos No Municipales: Métodos y Técnicas*. Ediciones Verde.
- Maia, N. N. (2024). *Gestión de Residuos Sólidos Industriales en una Planta Metalúrgica: Efectos de la Reorganización Ambiental y la Retroalimentación*.
- Mamani, R. L. (2019). *Caracterización de residuos sólidos en la Cooperativa Minera Universal – Rinconada*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano], Puno.
- María López Pérez. (2020). *Gestiones Integrales de Restos Sólidos No Municipales: Aspectos Fundamentales*. Editorial Ambiental.
- Martínez, G. (2020). *Manejo Integrado de Residuos Sólidos No Comunales: Estrategias y Desafíos*. Editorial Ecológica.
- Martínez, J. (2019). *Minería Sostenible: Principios y Prácticas*. Ediciones Ambientales.
- Martínez, J. (2019). *Reciclaje de Residuos: Tecnologías y Aplicaciones*. Editorial Ambiental.
- Martínez, J. (2020). *Reutilización y Reaprovechamiento de Residuos*. Editorial Ambiental.
- Martínez, J. G. (2018). *Propiedades de los Residuos Sólidos No Municipales: Evaluación y Manejo*. Ediciones Ecológicas.



- Meza, M. (2023). *Propuesta de minimización y manejo de resots sólidos en la Unidad Minera Ticlio, Pasco*. Universidad Continental., Pasco.
- MINAM. (201). *Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. D.S. N.° 014-2017-MINAM. Ministerio del Ambiente, Lima.
- Ministerio de Minería y Metalurgia. (2020). *Diligencias del sector minero*. Perú.
- Moralez, A. (2019). *Caracterización y Clasificación de Residuos Sólidos No Municipales*. Ediciones Ecológicas.
- Moreno Salazar , M. J. (2022). *Diseño de una iniciativa de optimización para el manejo de desechos en la concesión minera Victoria durante el 2022, Ecuador..*
- Moreno Salazar, M. J. (2022). *Elaboración de una propuesta de mejora para la gestión de residuos en la concesión minera Victoria del año 2022*. Tesis para optar el grado de magister, Tacna - Perú.
- Murazzo Bazán, L. F. (2013). *Sistema de manejo de residuos sólidos y cuidado del medio ambiente de la empresa minera Horizonte S.A. en el departamento de La Libertad - 2020*. Lima – Perú. Obtenido de <https://shre.ink/SKk9>
- Pérez, L. (2018). *Gestiones Avanzadas de Restos Sólidos No Municipales: Perspectivas y Desafíos*. Editorial Verde.
- Pérez, M. (2018). *Gestión Integral de Residuos*. Editorial Ambiental.



- PNUD. (2019). *Reporte acerca del Desarrollo Humano 2019: Más allá de la renta, más allá de las medias, más allá de la actualidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York.
- Quispe Almeyda, E. (2023). *Programa de reducción y gestión de desechos sólidos en una planta de procesamiento de minerales de pequeña minería*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Quispe, E. H. (2021). *Gestión y caracterización de residuos sólidos en la Cooperativa Minera San Francisco – Ananea*. Tesis de pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Ananea.
- Ramírez, P. (2018). *Innovación Tecnológica en Gestión de Residuos en Minería*. Ediciones Mineras del Sur.
- Rodríguez Herrera, H. (2012). *Dirección Integral de Restos Sólidos*.
- Rodríguez, A. M. (2021). *Particularización de Restos Sólidos No Municipales: Métodos y Aplicaciones*. Ediciones Ambientales.
- Rodríguez, G. (2020). *Dirección Integral de Restos Sólidos No Municipales: Principios y Métodos*. Ediciones Eco.
- Rodríguez, P. (2019). *Dirección de Restos Orgánicos: Tecnologías y Aplicaciones*. Ediciones Ambientales.
- Sánchez León, A. E. (2020). *Desechos sólidos peligrosos generados en la planta de tratamiento y beneficio de minerales Rumicuri*. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, Guayaquil - Ecuador.



- Sánchez, J. (2010). *Gestión de Residuos Sólidos: Manejo de Residuos Sólidos Urbanos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Schulz, H. D. (2020). *Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies*. SME.
- Sellitto, M. A., & Murakami, F. K. (2020). *Destino de los restos generados por una planta siderúrgica: un estudio de caso en América Latina*. Aestimum.
- Sequeiros Huancollo, D. P. (2019). *Implementación de un plan de manejo de residuos sólidos en la etapa de edificación de las instalaciones de procesos mineros de la empresa CCCC del Perú SAC. Ica – Perú. Ica – Perú*.
- Smith, P. &. (2019). *Handbook of Solid Waste Management*. CRC Press.
- Soto, G. C. (2017). *Minería: Pequeña, Mediana y Gran Minería en México*. Editorial Académica Española.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2022). *Manual de gestión de residuos sólidos (2ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Ticliahuanca García, A. (2017). *Diseño y producción de un plan de manejo de residuos sólidos en la planta de procesos de la mina Orión, Arequipa – 2016*. Moyobamba – Perú.
- Tocto Ayala, E. M. (2019). *Manejo y control de residuos para mejorar salud ocupacional en Mina Andaychagua de Volcan Compañía Minera S.A.A.* Huancayo - Perú.



- Torres, E. (2019). *Educación Ambiental en la Industria Minera*. Editorial Minerales S.A.
- Vega, M. (2003). *The Environmental Effects of Artisanal and Small-Scale Mining Mining Operations in Developing Countries Countries*. Balkema Publishers.
- Velázquez, J. M. (2015). *Manual de Minería a Cielo Abierto: Diseño de Explotaciones y Voladuras*. Marcombo.
- Veta, D. E. (2020). *Plan de Manejo de Restos Sólidos para la Planta de Beneficio Veta Dorada*. Documento interno de la empresa.
- Villanueva Reátegui, I. C. (2013). *Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental en el Manejo de Residuos Sólidos del Proyecto de Exploración Colquemayo -Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., Moquegua-Perú, 2012. Moyobamba-Perú* .
- World Bank. (2018). *¡Qué desperdicio 2.0!: Una instantánea global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050*. Washington DC: World Bank.



ANEXOS

ANEXO 1.

Panel fotográfico



Fotografía 1. Localización del área de investigación, correspondiente a la Planta de Procesamiento Metalúrgico Rinconada, situada en Puno.



Fotografía 2. Estado actual del entorno circundante a la Planta de Procesamiento Metalúrgico Rinconada.



Fotografía 3. Valoración de la zona de gestión de residuos mineros (relaves) en la Planta de Procesamiento Metalúrgico Rinconada.



Fotografía 4. Estado actual del entorno perimetral de la zona de indumentaria de la Planta de Procesamiento Metalúrgico Rinconada.



Fotografía 5. Cuantificación gravimétrica de los restos sólidos generados en la Planta de Procesamiento Metalúrgico Rinconada.



ANEXO 2.

Checklist de verificación del manejo de residuos sólidos.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Checklist de verificación del manejo de residuos sólidos

Datos generales:

- Fecha: 05,06,07,08 - 2024

- Área evaluada: Cocina Comedor Almacén Administración Dormitorios

Vestuarios Tratamiento de relaves

- Responsable: Maryestefany Fely Heredia Panca

Ítem	Criterio de evaluación	Cumple (✓)	No cumple (X)	Observaciones
1	El área cuenta con tachos diferenciados y rotulados por tipo de residuo (orgánico, reciclable, no reciclable, peligroso)		X	
2	Existe segregación en la fuente de residuos		X	
3	Los residuos peligrosos cuentan con almacenamiento temporal seguro y señalizado		X	
4	Se realiza registro del peso o volumen de los residuos generados		X	
5	Se utiliza equipo de protección personal al manipular residuos peligrosos			A VECES
6	El área dispone de rutas o protocolos para la recolección de residuos		X	
7	Los residuos tienen disposición final adecuada según normativa		X	



 Maryestefany Fely Heredia Panca
 ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP: N° 345583



INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Checklist de verificación del manejo de residuos sólidos

Datos generales:

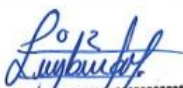

- Fecha: 05,06,07,08 -2024

- Área evaluada: Cocina Comedor Almacén Administración Dormitorios

Vestuarios Tratamiento de relaves

- Responsable: Iny. Lesly Brenda Figueroa Apaza

Ítem	Criterio de evaluación	Cumple (✓)	No cumple (X)	Observaciones
1	El área cuenta con tachos diferenciados y rotulados por tipo de residuo (orgánico, reciclable, no reciclable, peligroso)		X	
2	Existe segregación en la fuente de residuos		X	
3	Los residuos peligrosos cuentan con almacenamiento temporal seguro y señalizado		X	
4	Se realiza registro del peso o volumen de los residuos generados		X	
5	Se utiliza equipo de protección personal al manipular residuos peligrosos			A veces
6	El área dispone de rutas o protocolos para la recolección de residuos		X	
7	Los residuos tienen disposición final adecuada según normativa		X	



LESLY B. FIGUEROA APAZA
 INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP: 373199



ANEXO 3.

Cuestionario aplicado al personal

Cuestionario aplicado al personal

Datos generales:

- Nombre: Sra. Valeriana Quispe Hanco

- Fecha: MAYO, JUNIO, JULIO Y AGOSTO - 2024

Objetivo: Identificar el nivel de conocimiento y práctica en el manejo de residuos sólidos.
Indicaciones: Marque con una (X) la alternativa que considere correcta.

1. ¿Existen tachos diferenciados en su área de trabajo?
- Sí
- No
2. ¿Clasifica usted los residuos en orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos?
- Siempre
- A veces
- Nunca
3. ¿Ha recibido capacitación sobre el manejo adecuado de residuos sólidos?
- Sí, más de una vez
- Sí, una vez
- Nunca
4. ¿Los residuos peligrosos (ejemplo: envases de cianuro, pilas, ¿químicos) cuentan con almacenamiento adecuado y seguro en su área?
- Sí
- No
5. ¿Qué tipo de residuos considera que se genera en mayor cantidad en su área?
- Orgánicos
- Reciclables
- No reciclables
- Peligrosos
6. ¿Se realiza algún registro (peso, volumen, cantidad) de los residuos que se generan en su área?
- Sí
- No
7. ¿Conoce usted cuál es la disposición final que reciben los residuos de la planta?
- Sí, adecuada (segregación, recolección diferenciada, disposición final segura)
- Sí, pero no adecuada
- No sabe



Maryestefany Fely Heredia Panca



Cuestionario aplicado al personal

Datos generales:

- Nombre: Sr. Feliciano Hayta Condori

- Fecha: Mayo, Junio, Julio y Agosto -2024

Objetivo: Identificar el nivel de conocimiento y práctica en el manejo de residuos sólidos.
Indicaciones: Marque con una (X) la alternativa que considere correcta.

- ¿Existen tachos diferenciados en su área de trabajo?
- Sí
- No
- ¿Clasifica usted los residuos en orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos?
- Siempre
- A veces
- Nunca
- ¿Ha recibido capacitación sobre el manejo adecuado de residuos sólidos?
- Sí, más de una vez
- Sí, una vez
- Nunca
- ¿Los residuos peligrosos (ejemplo: envases de cianuro, pilas, químicos) cuentan con almacenamiento adecuado y seguro en su área?
- Sí
- No
- ¿Qué tipo de residuos considera que se genera en mayor cantidad en su área?
- Orgánicos
- Reciclables
- No reciclables
- Peligrosos
- ¿Se realiza algún registro (peso, volumen, cantidad) de los residuos que se generan en su área?
- Sí
- No
- ¿Conoce usted cuál es la disposición final que reciben los residuos de la planta?
- Sí, adecuada (segregación, recolección diferenciada, disposición final segura)
- Sí, pero no adecuada
- No sabe



LESLY B. FIGUEROA APAZA
INGENIERO SANITARIO Y
AMBIENTAL
CIP: 373199



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 19/09/25

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DAVID TUPAC QUISPE

Dirección: Jr. Jose Carlos Mariategui 285 - Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45081168

Teléfono: 940759085 email: aleksdavid0127@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO METALÚRGICA RINCONADA PUNO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema de manejo de residuos sólidos, planta metalúrgica, elaboración e implementación.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

Firma de Autor



huella digital

19 - setiembre - 2025

Fecha