



EDITORIAL
NAVEGANTE



PLAN DE CIERRE Y RECUPERACIÓN DE BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ

Juan Carlos Quijandria Lavarello
Juan José Díaz Rodríguez



PLAN DE CIERRE Y RECUPERACIÓN DE BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ

JUAN CARLOS QUIJANDRIA LAVARELLO
JUAN JOSÉ DÍAZ RODRÍGUEZ



EDITORIAL
NAVEGANTE

Juan Carlos Quijandria Lavarello

Correo: juan.quijandria@unica.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-2096>

Afiliación: Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Juan José Díaz Rodríguez

Correo: juan.diaz@unica.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9949-4383>

Afiliación: Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

PLAN DE CIERRE Y RECUPERACIÓN DE BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ

JUAN CARLOS QUIJANDRIA LAVARELLO
JUAN JOSÉ DÍAZ RODRÍGUEZ



EDITORIAL
NAVEGANTE

Todas nuestras publicaciones son sometidas a revisión doble-ciego de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación cuenta con licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN: 978-628-7736-60-3

© Juan Carlos Quijandria Lavarello

© Juan José Díaz Rodríguez

2025

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17107221>

©Editorial Navegante

www.editorialnavegante.com

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos.

Diseño de carátula y composición: Editorial Navegante

Edición electrónica: Editorial Navegante

Editado en Colombia/ *Published in Colombia*



ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO Y MARCO NORMATIVO

DEL ÁREA DEGRADADA.....	14
-------------------------	----

1.1 Diagnóstico Técnico-Ambiental del Botadero	15
--	----

1.2 Marco Legal y Administrativo Aplicable.....	18
---	----

1.2.1 Normativa Nacional y Local: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L. N° 1278 y su modificatoria D.L. N° 1501) y Regulaciones del MINAM.	19
---	----

1.2.2 Competencias Institucionales: Rol de la Municipalidad, OEFA y MINAM.....	22
---	----

1.2.3 Saneamiento Físico-Legal del Terreno.	25
--	----

CAPÍTULO II

PLAN DE CIERRE TÉCNICO Y MEDIDAS

DE REMEDIACIÓN	28
----------------------	----

2.1 Diseño de Ingeniería para el Cierre	28
---	----

2.1.1 Movimiento de Tierras y Conformación de Taludes: Rediseño de la morfología del Botadero para garantizar Estabilidad.....	29
--	----

2.1.2 Sistema de Cobertura Final (Sellado): Diseño de las Capas Impermeables y de Protección para aislar los Residuos del Entorno	31
---	----

2.1.3. Sistema de Manejo y Control de Lixiviados: Diseño de drenes, pozas de recolección y sistemas de tratamiento.	34
---	----





2.1.4 Sistema de Captación y Manejo de Biogás: Instalación de chimeneas de venteo pasivo o sistemas de captura activa.....	36
2.2 Cronograma de Actividades y Recursos	39
2.2.1 Fases del Cierre: Actividades preparatorias, ejecución de obras y cierre final.....	40
2.2.2 Presupuesto Detallado y Fuentes de Financiamiento.....	42
2.2.3 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional durante la ejecución	45

CAPÍTULO III

PLAN DE POST-CIERRE, MONITOREO

Y USO FUTURO..... 48

3.1 Programa de Monitoreo y Mantenimiento Post-Cierre.....	49
--	----

3.2 Plan de Recuperación y Uso Alternativo del Botadero	52
---	----

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DEL PLAN DE CIERRE Y RECUPERACIÓN

DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ICA, PERÚ..... 54

4.1 Introducción	54
------------------------	----

4.2 Aspectos Metodológicos.....	56
---------------------------------	----

4.3 Hallazgos y Discusión	67
---------------------------------	----

4.3.1 Variable X: Elaboración del Plan de Cierre	67
--	----

4.3.2 Variable Y: Recuperación Del Botadero De Residuos Sólidos.....	87
--	----

4.4 Resultados.....	96
---------------------	----

4.4.1 Contrastación de las Hipótesis.....	98
---	----

4.5 Conclusiones	105
------------------------	-----

REFLEXIONES FINALES.....	107
---------------------------------	------------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
--	------------



ÍNDICE DE FIGURAS



Figura 1

Diseño de la investigación 64

Figura 2

Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra 65

Figura 3

¿Considera que la Implementación del cerco perimetral realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente? 68

Figura 4

¿Considera que la implementación del panel informativo realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente? 68

Figura 5

¿Considera que la vigilancia permanente realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente? 69

Figura 6

¿Considera que la caseta de control realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente? 70

Figura 7

¿Considera que las vías de acceso realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente? 71

Figura 8

¿Considera que la limpieza y el desmonte realizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente? 72





Figura 9

¿Considera que el tratamiento del suelo soporte (actividades de habilitación) realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?..... 73

Figura 10

¿Considera que el método de construcción utilizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?..... 74

Figura 11

¿Considera que el diseño y construcción de trincheras y plataformas realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?..... 75

Figura 12

¿Considera que las actividades de habilitación y cubrimiento con material de cobertura realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?..... 76

Figura 13

¿Considera que la instalación de drenes para los sistemas de tratamiento de lixiviados en trincheras y plataformas y la instalación de chimeneas para la adecuación de gases realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?..... 77

Figura 14

¿Considera que la mezcla de los residuos con tierra y cal realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas se hizo adecuadamente?..... 78

Figura 15

¿Considera que la compactación del suelo realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas se hizo adecuadamente?..... 79



Figura 16

¿Considera que el cubrimiento del suelo realizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?..... 80

Figura 17

¿Considera que la desinfección del suelo realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas se hizo adecuadamente?..... 81

Figura 18

¿Considera que la disminución de la producción de lixiviados realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas es la adecuada?..... 82

Figura 19

¿Considera que el procedimiento referido a que “todo vehículo que entre a la zona, deberá poseer un extintor de incendios con inmediata capacidad de operación” realizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” es adecuado? 83

Figura 20

¿Considera que la compactación del suelo para evitar que se presente la aireación se hizo adecuadamente?..... 84

Figura 21

¿Considera que las verificaciones visuales, donde se constata la no generación de humo, gases, o llamas, se hicieron adecuadamente?..... 85

Figura 22

¿Considera que las técnicas alternativas para extinguir fuegos someros realizados para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se aplican adecuadamente?..... 86

Figura 23

¿Considera que el estado de los asentamientos y/o hundimientos del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?..... 87





Figura 24

¿Considera que el estado de las supresiones estabilizadoras del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?..... 88

Figura 25

¿Considera que el nivel de afectación paisajística del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado? 89

Figura 26

¿Considera que el estado de los desvíos de cauces cercanos al botadero de residuos sólidos indica que está recuperado? 90

Figura 27

¿Considera que el nivel de afectación del hábitat de animales y plantas cercanos al botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?..... 91

Figura 28

¿Considera que la disponibilidad oportuna y adecuada de equipos, maquinarias y personal para recuperar el botadero de residuos sólidos demuestra que hay un trabajo sostenible para su recuperación? 92

Figura 29

¿Considera que el monitoreo de programas, medidas y acciones para el control de impactos ambientales para recuperar el botadero de residuos sólidos demuestra que hay un trabajo sostenible para su recuperación? 93

Figura 30

¿Considera que el nivel de generación de lixiviados del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado? 94

Figura 31

¿Considera que el nivel de generación de gases del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado? 95

Figura 32

¿Considera que el nivel de generación de lixiviados del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado? 96





Tabla 1	
<i>Evolución del Marco Normativo Ambiental Peruano</i>	<i>18</i>
Tabla 2	
<i>Modificaciones al Decreto Legislativo N° 1278</i>	<i>21</i>
Tabla 3	
<i>Operacionalización de Variables.....</i>	<i>60</i>
Tabla 4	
<i>Prueba de Normalidad.....</i>	<i>98</i>
Tabla 5	
<i>Contrastación de la Hipótesis Secundaria 1</i>	<i>99</i>
Tabla 6	
<i>Contrastación de la Hipótesis Secundaria 2</i>	<i>100</i>
Tabla 7	
<i>Contrastación de la Hipótesis Secundaria 3</i>	<i>101</i>
Tabla 8	
<i>Contrastación de la Hipótesis Secundaria 4</i>	<i>102</i>
Tabla 9	
<i>Contrastación de la Hipótesis Secundaria 5</i>	<i>104</i>





INTRODUCCIÓN

Dentro de los factores relevantes y significativos para una comunidad se encuentra la protección expresa del entorno natural donde su desarrollo y desenvolvimiento es materializado, razón por la que, es fundamental contribuir a su preservación mediante una gestión adecuada de los recursos, así como la correcta elaboración de un tratamiento de aquellos desechos generados durante los infinitos procesos de producción, pues no es un secreto que la realización de diversas actividades efectuadas por el hombre originan una serie de residuos en distintos estados de la materia y claro está, con características variadas, toda vez que, la respectiva composición (física, biológica y química) produce efectos perjudiciales tanto para la propia humanidad, como para el medio ambiente.

De esta manera, su grado negativo o de peligrosidad a pesar de tener un contexto histórico, ha proliferado en el marco de la actual economía orientada hacia el consumo, donde predomina la cultura del uso y desecho, lo que evidentemente es percible por la extensa cantidad de residuos cuyo impacto es necesario mitigar mediante la configuración y el desarrollo de técnicas innovadoras para su gestión, la cual debe caracterizarse por ser sostenible e integral, dado que, debe implicar la implementación de prácticas combinadas para manejar tales desechos de manera segura y, por supuesto, eficaz, abarcando la adopción de cualquier medida en etapas de prevención, reducción, almacenamiento y tratamiento, así como también, relativas a su posible importación y exportación, acorde a las políticas y normativas vigentes en cada nación o localidad, para no extralimitarse



en aspectos como la capacidad económica, adaptación social y beneficios materiales generados en ellas.





CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO Y MARCO NORMATIVO DEL ÁREA DEGRADADA

En el marco de las estrategias del Plan de Cierre y Recuperación de Botaderos, se entiende por residuos sólidos aquellos materiales que han sido desechados y, en general, que no le es atribuible un valor económico para el orbe social, siendo comúnmente denominados “basura”, incluyendo en dicha categoría al lodo, barro, y demás materiales semisólidos derivados de fenómenos o acontecimientos naturales, de ahí que, un manejo inadecuado o erróneo de los mismos, genera repercusiones adversas en el sector público sanitario, en los ecosistemas y en la calidad de vida de las personas (independientemente de su edad), así lo afirma Umaña et al (2003), quien defiende rotundamente, la capacidad que poseen de contaminar el aire, producir dioxinas y claro está, afectar el suelo por el lixiviado de los productos químicos que delimitan su composición, además de alterar las aguas superficiales y subterráneas cuando sean lanzados de manera indebida.

En vista de ello, el tratamiento de los residuos sólidos es una responsabilidad que, por normativa, recae precisamente en los gobiernos, cuya personificación requiere de indicadores adecuados para combatir su mera existencia, toda vez que, deben ser capaces de brindar un nivel de respuesta y solución a interrogantes cómo: ¿Cuál es el propósito de la elaboración de un sistema de gestión de residuos sólidos? ¿Cuál es la cobertura promedio de recolección de basura en las distintas localidades?





¿Es su destino amigable y respetuoso con el medio ambiente? ¿Quiénes son los actores o agentes gubernamentales que actúan en dicha administración de desechos? Entre muchas otras que se vinculan directamente con las etapas por las cuales deben transitar al momento de implementar un sistema correcto que considere expresamente, el espacio físico que ambientalmente ha sido afectado, pues de lo contrario, la calidad de vida de las personas que habitan en dichas localidades poco a poco, irá disminuyendo, hasta condicionar su propio desarrollo como individuos por la acumulación de basura.

1.1 Diagnóstico Técnico-Ambiental del Botadero

En palabras de Rondón et al (2016) la administración de residuos desde un sentido amplio es entendida como el conjunto de procedimientos orientados a darle el destino más adecuado, considerando cada una de sus características, volumen, origen, marco legal y su debido procesamiento y/o tratamiento, esto debido a la interacción dinámica que existe entre los actores de diversos niveles (institucional, sectorial y por supuesto, regional o local), lo que implica por tanto, una serie de actividades interconectadas y complementarias cuyo objetivo se centra en la protección integral del medio ambiente y la calidad de vida de los individuos, de ahí que, la Gestión Integral de Residuos Sólidos según Rondón et al (2016), mantiene en su cometido una jerarquía de prioridades previamente establecidas: Prevenir la generación de residuos o desechos sólidos, en caso de que no sea posible, se debe buscar su minimización a través del concepto de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) y, como última instancia, el tratamiento y disposición final cuando todo lo dicho no resulta factible.

De esta manera, en el contexto peruano, el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (en adelante PIGARS) se presenta como un instrumento de planificación que se formula mediante un proceso participativo cuya responsabilidad recae en diversos agentes de cambio de las municipalidades provinciales, efectuando acciones de la mano de otras herramientas como el PMRS y el PSFRS, abarcando en conjunto, etapas





que van desde la generación hasta la disposición final, donde se encuentra por ejemplo, el barrido, recolección, reciclaje, y otras más. Por esta razón, para identificar y cuantificar expresamente los impactos negativos que el botadero (entendido como el espacio donde se produce la acumulación inapropiada de residuos sólidos) ha generado en los ecosistemas y la salud pública se amerita de un diagnóstico técnico-ambiental que sirva de base para un plan de recuperación y cierre, respectivamente (MINAM, 2009), teniendo que incluir obligatoriamente lo siguiente:

- Información y datos generales referidos a la localización geográfica del vertedero; acceso al lugar; cercanía a núcleos poblacionales, estados del sitio, sea que esté en operación o que se encuentre cerrado; duración de la actividad delimitada; naturaleza y composición de los desechos sólidos que hayan sido depositados; volumen de los mismos y cantidad total acumulada; área del lugar y propiedad del terreno en cuestión.
- Características geofísicas e hidrogeológicas pertinentes a la configuración del lugar (pendiente y relieve); edafología y geología, con énfasis en los tipos y propiedades del suelo; todo lo vinculado al clima como temperaturas, precipitación pluvial, evapotranspiración, vientos predominantes, etc.; existencia de aguas superficiales y subterránea, zonas de riesgo o fallas geológicas y usos del suelo en la zona de influencia.
- Aspectos ambientales que reflejen los efectos sobre el suelo por contaminación de residuos y lixiviados; sobre la atmósfera por la emisión de gases y la incineración de desechos; sobre el agua, fauna y la flora, respectivamente, así como también las consecuencias generadas sobre el patrimonio natural y cultural.
- Las delimitaciones y características socioeconómicas y de la salud generadas en la zona de influencia, con precisión acerca de la clasificación y cría de los animales; por último, actividades que impactan por el turismo, paisaje, agricultura y patrimonio en sí mismo; las comunidades y familias de las localidades cercanas potencialmente afectadas; la presencia de síntomas y demás patologías que atentan





contra la salud y; la disponibilidad de otros servicios públicos en la zona de influencia (MINAM, 2009).

En pocas palabras (André y Cerdá, 2005), los componentes mencionados permiten justificar las acciones a tomar, proporcionando los datos que realmente son necesarios para el diseño de un plan de recuperación efectivo, capaz de mitigar los riesgos como la contaminación del suelo y el agua, así como la emisión de gases peligrosos y los problemas sanitarios en las comunidades aledañas, en caso contrario, la ausencia de un DTA exhibe la carencia de bases completamente técnicas para abordar las problemáticas específicas del botadero, por lo cual, cualquier intervención sería ineficaz y potencialmente, peligrosa.

Por ello, la importancia de su implementación radica en la transformación de un elemento de contaminación (problema) en una solución estructurada, permitiendo a las autoridades y gestores ambientales priorizar y optimizar los recursos para la correcta clausura de los pasivos ambientales, pues al proporcionar una hoja de ruta detallada, se asegura que las acciones de saneamiento cumplan con la normativa respectiva, al mismo tiempo que se garantiza la protección de los ecosistemas y la salud de la población, facilitando la conversión de un foco de insalubridad en un terreno recuperado y seguro para el futuro, razón por la cual se establecen una serie de pasos a seguir para ejecutar la evaluación de los botaderos para el cierre técnico de manera efectiva (MMAA, 2012) tomando en consideración la información proporcionada por el DTA:

- Determinar cuáles son los parámetros que se van a implementar para el proceso de evaluación.
- Definir los valores de referencia para la calificación de cada uno de los parámetros seleccionados.
- Asignar un peso o importancia para cada parámetro conforme a la función evaluadora que desempeña respecto al botadero.





- Especificar una escala de apreciación que considere la calidad del resultado obtenido en atención al punto evaluado.

1.2 Marco Legal y Administrativo Aplicable

La legislación en materia ambiental mantiene como propósito principal supervisar la interacción humana con el pretendido de evitar, regular y reducir los efectos perjudiciales que dicha interacción pueda generar en el entorno natural; por ello, el marco legal tanto a nivel nacional como internacional, comenzó a tomar forma en el Perú a raíz de los preparativos para la Cumbre de la Tierra de 1992 en Río de Janeiro, y no fue hasta un año más tarde (1993) que la Asamblea Constituyente de Perú ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Simultáneamente, fue promulgada la Constitución vigente que incorpora en su contenido los principios relativos al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la política ambiental del país, la preservación de la biodiversidad, la protección de todas las áreas naturales, el fomento del desarrollo sostenible en la Amazonía y, de manera fundamental, el derecho de la ciudadanía a disfrutar de un entorno adecuado, dando continuidad a los compromisos y obligaciones internacionales asumidas mediante una regulación interna cada vez más amplia y rigurosa (Pérez, 2017), cuyos primeros pasos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Evolución del Marco Normativo Ambiental Peruano

MARCO NORMATIVO RELACIONADO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	Año
Constitución Política del Perú	1993
Ley N°26842 – Ley General de Salud	1997
Ley N°27314 – Ley General de Residuos Sólidos	2000





MARCO NORMATIVO RELACIONADO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	Año
Ley N°27446 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental	2001
Ley N°27972 – Ley Orgánica de las Municipalidades	2003
D.S. N°008-2005-PCM – Reglamento de la Ley General de Residuos	2004
Ley N°28245 – Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	2004
Ley N°28256 – Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	2004
D.S. N°008-2005-PCM – Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	2005
Ley N°28611 – Ley General del Ambiente	2005
D.S. N°021-2008-MTC – Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	2008
D.L. N°1013– Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente	2008
D.L. N°1065– Modificatoria de la Ley de Residuos Sólidos	2008
D.S. N°019-2008-MINAM – Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental	2009
Entre muchas más	

Nota: Elaboración Propia.

1.2.1 Normativa Nacional y Local: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L. N°1278 y su modificatoria D.L. N°1501) y Regulaciones del MINAM.

Conforme a Canosa (2004) la normativa peruana, tanto a nivel nacional como local, en materia de residuos sólidos, busca regular y supervisar todas las etapas del ciclo por el cual transitan, desde su generación hasta su disposición final, manteniendo como razón de ser principal la protección de la salud y los distintos ecosistemas, evitando con ello, la





contaminación del suelo, aire y agua, pues al establecer directrices para la segregación, recolección, valorización, transporte y disposición segura, se promueve (a través de disposiciones de índole legal) un claro manejo eficiente y responsable por quienes pretenden fomentar la economía circular y por supuesto, minimizar los impactos negativos, contribuyendo a la sostenibilidad del país.

Para comenzar y asentar un cambio respecto a la visión tradicional que revisten los desechos entendidos como mera basura, se promulga el Decreto Legislativo N°1278 como norma que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Perú en el año 2016, en aras de establecer un marco legal que impulse un modelo económico alternativo al enfoque lineal de “tomar-hacer-tirar” imperante hasta los momentos, impulsado por el diseño de productos para la durabilidad, la reutilización, la reparación y el tan deseado reciclaje, maximizando la eficiencia en el uso de los materiales y priorizando la reducción dentro de la generación de residuos desde su origen, al mismo tiempo que, instaura y promueve la valorización a través de prácticas más sustentables y sostenibles con los ecosistemas. Básicamente, es una Ley que define las responsabilidades atribuidas a las autoridades, con el fin de cultivar una gestión adecuada y ambientalmente equilibrada, por eso su foco se centra en las acciones de prevención, pues procura que los residuos sean considerados como un recurso que pueda ser posteriormente aprovechado (Decreto Legislativo, N°1278, 2016).

De esta forma, la normativa in comento asigna roles específicos a los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local) y a los actores o agentes de cambio de índole privada, para que conjuntamente colaboren en la implementación de una gestión eficiente que incluya la segregación en la fuente, la recolección selectiva y valorización de los desechos o residuos, dejando la disposición final en infraestructuras adecuadas como última alternativa, lo que permite incentivar la grandeza de un sistema de responsabilidad compartida que combata las problemáticas que a gran escala, forman parte de los lineamientos que encabezan la Gestión Integral





mencionada. No obstante, en mayo de 2020, el Poder Ejecutivo presentó modificaciones a la norma mediante el Decreto Legislativo N°1501, cuyas principales (y notorias) modificaciones se centran en lo mostrado en la Tabla 2.

Tabla 2

Modificaciones al Decreto Legislativo N°1278

Modificación	Descripción
Finalidad y Alcance	Es más amplio, por cuanto incorpora disposiciones específicas para el manejo de residuos en situaciones de emergencia (por ejemplo, la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia) a través de disposiciones concretas que las regulen eficazmente.
Aprovechamiento de Materiales	Introduce el concepto de “material de descarte” vinculado a ciertas actividades productivas, extractivas y de servicios, permitiendo que el mismo pueda ser utilizado directamente por el productor o por terceros sin necesidad de contratar a una EO-RS, facilitando así, la economía circular.
Operaciones de Manejo	Añade el acondicionamiento, entendiéndolo como una transformación física de los residuos para facilitar su valorización, precisando, además, las condiciones para la apreciación energética.
Rol del MINAM	Novedosamente, otorga al MINAM la potestad de aprobar instrumentos normativos y protocolos de cumplimiento obligatorio para el manejo de residuos en situaciones críticas o de emergencia, y a su vez, lo faculta para elaborar, administrar y actualizar un inventario nacional de aéreas degradadas por dichos residuos sólidos.
Segregación y Recolección	Sin mayor complejidad, reafirma la necesidad de dichos procesos selectivos mediante mayor flexibilidad.
Modificaciones de Funciones	Amplía las atribuciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental; del Ministerio de Salud; de las Municipalidades Provinciales, Distritales y Especiales, en aras de perfeccionar la responsabilidad compartida entre agentes y autoridades.

Nota: Elaboración Propia.

Entonces, estos cambios producidos aportan mayor rango de aplicación y alcance para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Perú,





estableciendo políticas y lineamientos que necesariamente deben ser manejados por el Ministerio del Ambiente (MINAM), toda vez que, es la entidad rectora en la materia mencionada, siendo preciso que detalle minuciosamente a través de sus regulaciones (por ejemplo, el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM), la forma de llevar a cabo la aplicabilidad de Ley, delimitando una clasificación de residuos según su grado de peligrosidad; los planes de gestión y segregación a nivel municipal y regional y claro está, las normas modificatorias y complementarias, las cuales procuran mejorar las disposiciones antes promulgadas, instaurando la industrialización del reciclaje, los árbitros de limpieza, el registro de la información relacionada al manejo y los operadores de los residuos, entre muchas otras que delimita las responsabilidades y obligaciones de los actores involucrados en el proceso.

1.2.2 Competencias Institucionales: Rol de la Municipalidad, OEFA y MINAM

Dentro de la estructura del Estado Peruano, son diversas las funciones, atribuciones y facultades legales que le son asignadas a sus entidades u órganos para alcanzar exitosamente, un objetivo específico, lo cual lleva por necesidad, la división de roles dentro de la debida gestión de residuos a nivel nacional, regional y local, pues se trata de una distribución de tareas busca asegurar que se cumplan las políticas y normas, que se ejecuten los servicios de manera eficiente y, que se fiscalice el cumplimiento de la Ley por parte de los diversos agentes, evitando duplicidad de funciones y procurando una cobertura integral de las problemáticas. Conforme a ello, estas instituciones se dividen de la siguiente manera (atendiendo a su respectiva función):

- a) Rol de la OEFA. En el marco del fortalecimiento institucional de la gestión ambiental, es creado el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental del Perú, que de manera general, es el encargado de supervisar, evaluar, fiscalizar y sancionar las actividades económicas para así alcanzar una armonía con el medio ambiente, aunado al derecho de que poseen las personas de vivir en condiciones plenamente





sanas, desplazando con ello, el enfoque descentralizado que imperaba anteriormente, donde el cumplimiento de tales aspectos recaía sobre diversas instituciones sectoriales, generando problemas en la eficiencia de la gestión. (Flores, 2021).

Esta es la razón por la Guevara (2020) manifiesta que la OEFA ejerce una función vigilancia y control sobre las actividades productivas susceptibles de perjudica el entorno natural, tales como la minería, hidrocarburos y la gestión de desechos, de ahí que, sea un organismo que está legalmente capacitado para llevar a cabo auditorías ambientales, aplicar sanciones a las entidades que no respeten las regulaciones, haciendo uso de su poder punitivo y por supuesto, supervisar la implementación de acciones correctivas ante cualquier tipo de incumplimiento, debido a que, su propósito principal versa en velar por la observancia de la legislación ambiental peruana mediante una inspección rigurosa y, de ser necesario, la imposición de penalidades, que van desde la asignación de multas, hasta la ejecución de medidas preventivas y correctivas para reducir los efectos negativos de las infracciones consumadas, pues al operar como una entidad supervisora, la OEFA fomenta una conducta responsable, estimulando a las empresas a adoptar prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, todo lo cual es llevado a cabo a través de sus tres órganos de línea: La Dirección de Evaluación, la Dirección de Supervisión y la Dirección de Fiscalización, Sanción y Aplicación de Incentivos.

- b) Rol de la Municipalidad. Al ejercer sus funciones de gobierno y al definir sus políticas económicas y sociales, las municipalidades tienen la obligación de acatar una serie de principios rectores en la planificación ambiental, referidos precisamente, al empleo equitativo, armónico y holístico de los recursos naturales, la implementación de una normativa consistente a nivel provincial-distrital y, el mantenimiento de una perspectiva interdisciplinaria para gestionar las actividades con impacto en el medio ambiente, de ahí que, para lograr cumplir con esta responsabilidad, los gobiernos locales se amparan en la autonomía que





le es conferida por la Ley N ° 2744, entendiéndola como la facultad y capacidad de los distintos niveles de gobierno para legislar, regular y gestionar los asuntos públicos de su respectiva jurisdicción, lo cual es resaltado por Zamalloa (2011).

En el ámbito de la gobernanza local, la aplicación de la normativa parte de la determinación de las circunstancias para luego realizar la debida asignación de la norma correspondiente, ello porque mantienen como finalidad garantizar la salud pública y salvaguardar los distintos ecosistemas de las localidades del Perú, lo cual logran cumplir mediante la planificación y ejecución de planes de gestión como los PIGARS y los PMRS, que conjuntamente promueven la provisión de servicios de limpieza en lugares públicos, que comprenden el barrido de las calles, la recolección, el transporte de los desechos y su disposición final en los rellenos sanitarios debidamente autorizados y, adicionalmente, promueven la participación ciudadana y la educación ambiental para sensibilizar a la población sobre la importancia de una correcta administración de los residuos, pues de lo contrario, la inadecuada planificación urbana genera un incremento en su producción (MINAM, 2009).

- c) Rol del MINAM. Tal como se mencionó anteriormente, la misión que recoge como entidad se enfoca en asegurar la gestión sostenible, la preservación de la biodiversidad y demás recursos naturales, buscando siempre una estrategia que sea acorde al cambio climático y a la calidad del ambiente, lo cual se realiza a través de un marco descentralizado, inclusivo y coordinado que no sólo beneficia a la población en general, sino que también influye positivamente en los espacios naturales, todo en sintonía con los principios de desarrollo sostenible y gobernanza ambiental. En el cumplimiento de esta labor, implementa medidas que se dividen en dos categorías: aquellas que ofrecen productos y servicios directamente a la ciudadanía, y otras que brindan apoyo y recursos a las áreas internas de la propia institución (MINAM, s.f.), de ahí que su organización se rija por siete parámetros fundamentales:





- Utilización sostenible de la biodiversidad biológica, especialmente de los ecosistemas forestales.
- Manejo de la adopción y mitigación del cambio climático.
- Administración eficaz de los residuos sólidos.
- Gestión directa y completa de las zonas costeras y marinas.
- Control de la contaminación en las distintas áreas y promoción de la ecoeficiencia.
- Ajuste de la estructura de la gobernanza local para un mejor desempeño ambiental.
- Puesta en marcha de la política establecida.

1.2.3 Saneamiento Físico-Legal del Terreno.

Es un proceso administrativo y técnico que busca regularizar la situación de un predio expresamente, que consiste en la formalización del Derecho de Propiedad a favor de una persona natural o jurídica, inscribiendo el predio en los Registros Públicos (SUNARP) para así lograr obtener un título de propiedad, incluyendo en dicho proceso, la regularización de las características físicas del terreno, como sus linderos, medidas perimétricas y el área, para que coincidan con la información registral y la realidad del propio predio, pues en esencia, se busca subsanar discrepancias entre la situación física de un inmueble y la información que figura en los registros, garantizando la seguridad jurídica del propietario, donde el saneamiento es fundamental para que este pueda disponer plenamente de su propiedad, sea para venderla, hipotecarla o usarla como garantía (Mendoza, 2022). Entonces, para determinar las propiedades de un inmueble que ha sido correctamente saneado, es necesario examinar su situación en el registro, verificando aspectos clave como:

- a) Sus antecedentes registrales, toda vez que, es indispensable confirmar que los registros de propiedad, ya sea por desmembramiento (independización) o fusión (acumulación) de terrenos, estén





correctamente documentados; además, se debe asegurar que las cargas o hipotecas asociadas a las propiedades originales se hayan transferido de manera adecuada.

- b) Que exista concordancia física-registral, pues la descripción del predio que incluye su área, límites y medidas perimetrales debe ser idéntica tanto en los registros públicos como en la realidad, lo cual también aplica a las construcciones declaradas y a los reglamentos internos del terreno o predio.
- c) La titularidad de la propiedad, donde los títulos de dominio deben estar debidamente inscritos y la información que contienen debe ser consistente con la documentación legal que les dio origen.
- d) Sus cargas y gravámenes deben igualmente, estar inscritas de forma correcta, debido a que, los asientos registrales correspondientes deben proporcionar una información detallada que clarifique su naturaleza y claro está, su propio alcance.
- e) Las cancelaciones. Por último se debe de identificar con precisión la carga o el gravamen que se está eliminando, siendo crucial asegurarse de que no se trasladen al nuevo registro cargas ya canceladas anteriormente.

Se demuestra así, que el proceso de saneamiento de un inmueble (cuyo marco normativo es amplio y depende según el tipo de predio) ofrece múltiples ventajas, donde la principal es que confiere una mayor seguridad jurídica sobre el Derecho de Propiedad y las facultades que tiene el dueño de poder disponer del bien que le pertenece y que por tanto, tiene bajo su dominio, generándole al titular beneficios hasta de índole económico, ya sea a través de la perfección de una venta, por la constitución de derechos a favor de terceros o por el financiamiento en el mercado crediticio, porque de lo contrario, un inmueble que no ha sido saneado se enfrenta a diversas restricciones que pueden limitar el ejercicio de las facultades inherentes a ese Derecho de Propiedad (Mendoza, 2022).





CAPÍTULO II

PLAN DE CIERRE TÉCNICO Y MEDIDAS DE REMEDIACIÓN

2.1 Diseño de Ingeniería para el Cierre

Según establece Herrera (2018) se trata de un documento minucioso y con base técnica sólida, cuyo propósito es planificar la clausura segura y permanente de un vertedero de basura, diferenciándose de las simples estrategias por su enfoque en los detalles técnicos y los cálculos exactos que se requieren para poder ejecutar el cierre, porque en esencia, se posiciona como el manual de instrucciones que orienta a los profesionales y demás expertos en la materia, para transformar un terreno que se haya contaminado en un lugar estable y que no represente un riesgo para el medio ambiente.

En vista de ello, hablar de cierre y saneamiento definitivo de un botadero implica detener por completo la descarga de desechos en el sitio, abarcando un conjunto de acciones técnicas de recuperación y reparación basadas en principios de ingeniería, diseñados para asegurar que los residuos depositados no causen efectos perjudiciales en los ecosistemas, ni en la salud de las personas, permitiendo de este modo, que el lugar se integre nuevamente en su entorno. Todo esto forma parte del proyecto en sí mismo que debe detallar las medidas de cierre, el mantenimiento y la supervisión posterior, junto con su cronograma y presupuesto, contemplando los documentos ambientales exigidos por la normativa ambiental específica.





2.1.1 Movimiento de Tierras y Conformación de Taludes: Rediseño de la morfología del Botadero para garantizar Estabilidad

Resulta determinante comprender que, la serie de actividades que implican la excavación, traslado, carga y descarga de cantidades de tierra, roca u otros materiales inherentes al suelo, mantienen como cometido generar cierto grado de alteración de la topografía de un área específica, siendo un procedimiento esencial en los campos de la ingeniería civil y ambiental por facilitar la preparación de un terreno para la posterior edificación de cimientos y vías o, para dar forma a un vertedero durante su clausura, pues la utilización de la maquinaria pesada afín a esos procesos resulta fundamental para ejecutar tareas de manera eficaz y segura (Das y Sivakugan, 2018).

En cambio, la formación de taludes por su parte, es una dinámica que se haya dentro de dicho movimiento de tierras, centrada en moldear y estabilizar las pendientes o laderas de un terreno (en el presente caso, en un botadero), con la finalidad de configurar una inclinación adecuada que evite el deslizamiento de la masa de residuos y la erosión del suelo, determinando para ello, las pendientes óptimas para así asegurar la estabilidad a largo plazo del vertedero cerrado, reduciendo los riesgos de fallas estructurales y garantizando una correcta integración del sitio con el entorno natural (Das y Sivakugan, 2018). Es precisamente esa capacidad de un volumen de tierra para mantenerse fijo la primera medida para asegurar que el talud no ceda, conformando entonces, una inclinación adecuada para la pendiente, sea esta de corte o de relleno, diferenciándose:

- En un talud de corte la superficie es creada artificialmente mediante una excavación, por lo que es necesario que las propiedades del suelo permanezcan intactas, conservando sus características originales.
- Por el contrario, un talud de relleno si bien también tiene una superficie artificial, mantiene es una forma específica según el diseño, de ahí que su construcción deba realizarse sobre terreno no alterado.





De este modo, el análisis de estabilidad y deslizamientos determina el nivel de resistencia de una masa de suelo a moverse, lo cual suele verse afectado por factores como el relieve, la meteorización, las precipitaciones y la actividad sísmica, siendo acontecimientos que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar la estabilidad del talud, siendo un principio que ha sido desarrollado como parte del diseño de un botadero como factor de seguridad, requiriendo una información sobre la topografía de la zona, geología y la resistencia de los materiales a poner relleno, completando así el estudio del suelo del vertedero. Conviene deducir, que la relación entre tales conceptos es precisa, porque por un lado, el movimiento de tierras es la herramienta operativa que permite modificar físicamente la morfología del botadero, mientras que, por otro, la conformación de taludes es el proceso de ingeniería que guía y especifica cómo se debe realizar ese movimiento, transformando conjuntamente un basurero inestable y caótico en una estructura segura y estable, listo para su clausura y restauración final (Sacachipana y Yerva, 2021).

Lo antes mencionado se amerita para rediseñar la forma del botadero, primero se excava, rellena y compacta el material de desecho, donde la tierra de cobertura se utiliza para crear una topografía nueva y controlada, dotándola de otra morfología caracterizada por la presencia de pendientes seguras; luego se calcula la inclinación adecuada de las laderas para evitar potenciales deslizamientos, colapsos y hasta erosión, teniendo en cuenta factores como el tipo de material, la compactación y por último, la humedad, pues una pendiente demasiado empinada es un riesgo de inestabilidad, mientras que, una pendiente demasiado suave puede no ser eficiente para el respectivo drenaje de agua; en pocas palabras, el movimiento de tierras ejecuta el plan de la conformación de taludes, convirtiendo el diseño teórico en una realidad física que garantiza la integridad estructural y la seguridad ambiental del botadero clausurado (Hurtado, 2006).

Desde un enfoque más sociológico, la reflexión que deja en las personas el rediseño de un botadero se centra en la responsabilidad ambiental y en la transformación del entorno, reduciendo las enfermedades respiratorias,





gastrointestinales y otras afecciones crónicas en las comunidades cercanas, porque la remediación del suelo y el agua asegura un lugar más seguro para vivir, fomentando con ello, la cohesión social, lo que a mayor escala, revitaliza el área, porque el proyecto es el claro ejemplo de que, con ingeniería, planificación y voluntad, es posible revertir un daño ambiental producido, desplazando la indiferencia a la acción por la conciencia, el valor del espacio y los recursos.

2.1.2 Sistema de Cobertura Final (Sellado): Diseño de las Capas Impermeables y de Protección para aislar los Residuos del Entorno

Desde un punto de vista netamente general, un “Sistema de Cobertura” se refiere a las estrategias elaboradas para brindar protección o cubrir algún tipo de situación, lo que al momento de traducir e implementar en el Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos procura resolver problemas de hundimiento y erosión causados por la lluvia y el viento, respectivamente, siendo crucial reparar los daños de manera inmediata para lograr evitar que los desechos queden expuestos, porque ello ocasionaría un crisis ambiental, que al transcurrir el tiempo, la capa de cobertura final sería destruida por fuertes lluvias y corrientes de aire, razón por la cual, es fundamental instaurar la configuración de más trabajos manuales, como por ejemplo, rellenar las grietas y depresiones en las pendientes o superficies para contrarrestar los deterioros producidos por fenómenos naturales, que a su vez, provocan asentamientos y agrietamientos en los terrenos (Delahaye, 2018).

Ahora, EPA (1993) la mayoría de estos sistemas implementados sobre material de desecho tienen un rol determinante: Proteger el entorno aguas abajo una vez que la instalación ha sido cerrada, por eso es necesario principalmente disminuir la infiltración del agua de lluvia, lo que a su vez reduce los volúmenes de líquido contaminado que se filtra. Al limitar la cantidad de contaminantes en el agua, se asegura que los niveles sean lo suficientemente bajos para que el ecosistema acuático pueda procesarlos





sin sufrir daños, de ahí que, sea un elemento clave en el plan de cierre, donde si bien los objetivos pueden variar, generalmente incluyen:

- a) Estabilización física para controlar el polvo y la erosión, especialmente la causada por el viento y el agua, sirviendo como barrera para evitar el contacto de la fauna y la flora con los desechos.
- b) Estabilización química para mantener la estabilidad de los residuos controlando la entrada de oxígeno o agua y, limitar la liberación de contaminantes a través del control de la filtración.
- c) Cumplimiento de los objetivos sociales para proveer un medio para que la vegetación crezca de manera sostenible y así permitir que el área sea recuperada para otros usos después del cierre.

Destaca Delahaye (2018) de una clara y directa relación con el movimiento de tierras y la conformación de taludes, porque el sellado se aplica una vez el primero ha rediseñado la morfología del botadero y ha instaurado muros de manera estable, siendo una superficie que con las pendientes adecuadas, es la base sobre la cual se construye todo el sistema de cobertura final, siendo este el que influye en el esquema de las capas impermeables y de protección, porque su propósito es aislar los residuos y minimizar el contacto con el ambiente exterior, siendo la forma del botadero (modificada previamente) la que proporciona la base para la instalación de este sistema. Entonces, la capa impermeable a menudo compuesta de arcilla compactada, se diseña para seguir la pendiente y la geometría creadas por la implementación de los taludes, asegurando que el agua de lluvia no se infiltre, eliminando a través de sí un grave riesgo para el espacio natural.

Complementando la capa anterior, surgen las capas de protección, que se elaboran para salvaguardar el sistema de cobertura de daños físicos, colocándose encima de la barrera impermeable, cuyas funciones se resumen en:





- 1) Una capa de drenaje, que conduce cualquier agua que logre filtrarse a través del suelo de la cobertura, evitando que se acumule sobre la geomembrana y la lesione y
- 2) La capa superior de suelo vegetal diseñada para proteger las capas subyacentes de la erosión causada por el viento y el agua, al mismo tiempo que permite el crecimiento de la vegetación que ayuda a estabilizar la superficie y a integrar el sitio al paisaje y todo aquello que esté vinculado a él.

En síntesis, el esquema de estas capas trabaja en conjunto para formar una barrera robusta que aisle los residuos y garantice la seguridad del sitio a largo plazo (EPA, 1993), ofreciendo 5 ventajas como:

- Garantía y protección ambiental, debido a que reduce significativamente el riesgo de contaminación, porque al sellar los residuos se minimiza la formación de lixiviados que pueden perjudicar el suelo y las aguas subterráneas.
- Estabilidad física del sitio, porque el sistema de cobertura se construye sobre los taludes adecuadamente conformados, salvaguardando la superficie del botadero de la erosión causada por la lluvia y el viento.
- Seguridad y salud pública, en vista de la contención de residuos y sus emisiones, eliminando los olores desagradables y la proliferación de vectores como roedores e insectos.
- Cumplimiento normativo, siendo un requisito legal y técnico en la mayoría de las legislaciones ambientales, donde Perú no es la excepción, ya que las entidades responsables cumplen con las regulaciones de cierre y post-cierre, evitando sanciones y multas.
- Reutilización del terreno, a razón de que, un botadero que ha sido cerrado y sellado correctamente, puede con el tiempo, ser utilizado para otros fines, pues cuenta con una superficie estabilizada y segura que permite la posibilidad de construir parques, campos de ejercicio, veredas y demás áreas que reintegren la tierra a la comunidad.





2.1.3. Sistema de Manejo y Control de Lixiviados: Diseño de drenes, pozas de recolección y sistemas de tratamiento.

Una vez enterrados los desechos sólidos, es indispensable mitigar los efectos adversos de tal práctica, empezando por el agua que se filtra a través de los restos absorbe una cantidad extensa de sustancias, lo que trae como consecuencia, su presencia en un líquido muy contaminado, el cual recibe la denominación de Lixiviado, considerado uno de los fluidos más contaminantes, porque si no se recolecta y procesa correctamente, puede llegar a dañar aguas subterráneas, superficiales y también, los suelos. En busca de evitar estos problemas, los vertederos se cubren con una capa impermeable (mencionada anteriormente), se instalan sistemas de drenaje adecuados y los lixiviados recuperados se tratan antes de su propia liberación (Bernache, 2015).

Se trata de fluidos que se generan cuando el agua se filtra a través de los residuos enterrados y por la actividad metabólica de los microorganismos, afectando directamente la calidad de las aguas por contener una alta concentración de sólidos suspendidos y disueltos debido a reacciones químicas y bioquímicas, produciendo al mismo tiempo, gases como el metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y amoníaco (NH_3). De manera pues, se calcula que, incluso controlando la entrada de agua de lluvia, los lixiviados seguirán formándose por el agua presente en los mismos desechos y por la actividad microbiana, siendo estos factores que intervienen en la formación de los lixiviados.

En vista de ello, Montejo (2010) señala que el volumen de los lixiviados generados en un vertedero es un factor determinante al seleccionar el método de tratamiento, porque la cantidad de estos líquidos depende de tres aspectos principales: La extensión del área de enterramiento, el grado de filtración de agua que se permita y el tipo de sistema de drenaje y sellado. La superficie del relleno influye directamente, puesto que, a través de ella se produce el ingreso de agua que entra en contacto con los residuos, mientras que, al crecer el área de enterramiento, la producción





de lixiviados aumenta de manera proporcional, lo que al asociarlo a la prolongación y durabilidad de los vertederos, arroja un volumen que incrementa paralelamente en el tiempo, de ahí que, el sistema de manejo y control se presente como una infraestructura crítica diseñada para capturar, almacenar y tratar los líquidos contaminados que se generan cuando la lluvia o la humedad se filtran a través de los residuos sólidos, siendo su correcta formación fundamental para prevenir futuras contaminaciones, ameritando para ello, de tres componentes (Tchobanoglous et al, 1993) que trabajan de forma secuencial:

- a) Diseño de Drenes. Son la primera línea de defensa del sistema, su formación se enfoca en crear una red de canales y tuberías en la base del botadero para recolectar el líquido que allí se acumula, construyéndose directamente sobre la capa impermeable del fondo (geomembrana), utilizando una capa de material granular permeable como rocas trituradas que permite el libre flujo del líquido en cuestión. Dentro de esta capa se instalan tuberías perforadas que captan el lixiviado y lo canalizan por la gravedad hacia el punto más bajo del botadero, siendo necesario para asegurar el flujo constante y evitar estancamientos que podrían dañar la integridad del sellado base; en pocas palabras, previene que los lixiviados contaminen el suelo y las aguas subterráneas y, además, aseguran que el líquido producido sea capturado para su posterior tratamiento.
- b) Pozas de Recolección. Son conocidas también bajo el nombre de lagunas de lixiviados, y hacen referencia a estanques de almacenamiento temporal donde se acumula el líquido recolectado por los drenes, siendo elaboradas como estructuras impermeables, generalmente revestidas con una geomembrana de alta densidad para así evitar cualquier tipo de fuga a los entornos naturales. Su volumen de diseño es un aspecto clave, puesto que, debe ser suficiente para recoger el lixiviado que se espera generar, sobre todo durante los períodos donde la precipitación es alta, permitiendo su almacenamiento hasta que luego pueda ser bombeado al sistema de tratamiento, lo que usualmente en la práctica se refleja





mediante dos o más pozas en paralelo para permitir el mantenimiento o la limpieza sin interrumpir la operación del sistema.

c) Sistemas de Tratamiento. Son el componente más complejo, debido a que su propósito es purificar los lixiviados antes de su descarga o reutilización, los cuales al contener una mezcla de contaminantes orgánicos, inorgánicos y metales pesados, el tratamiento que implementa es un proceso de ingeniería multidisciplinario, clasificándose en:

- Biológico, utiliza microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable, lo cual se puede lograr en lagunas de aireación donde se inyecta oxígeno.
- Físico-químico, para contaminantes biodegradables, por ejemplo, la filtración de partículas finas y la ósmosis inversa o la precipitación química para lograr eliminar sales y metales pesados.

De manera pues, que el diseño de tratamiento eficiente y robusto generalmente combina varias de estas tecnologías para abordar la complejidad de la composición del lixiviado y así asegurar que el líquido final cumpla con los estándares de calidad ambiental requeridos antes de su disposición, lo que, si se aplica correctamente, genera beneficios para el suelo y demás componentes asociados a él y su función dentro de la gestión de residuos sólidos en un botadero, respectivamente (Tchobanoglous et al, 1993).

2.1.4 Sistema de Captación y Manejo de Biogás: Instalación de chimeneas de venteo pasivo o sistemas de captura activa.

Es cierto que, los desechos en vertederos experimentan diversas transformaciones de índole químico, físico y biológico que resultan en la liberación de vapores y fluidos, y que una vez se comprimen (particularmente los materiales de desecho orgánicos) expulsan sus fluidos internos que se filtran hacia el fondo del basurero; aquí el agua que se introduce disolverá los residuos, llevando consigo partículas en





suspensión y compuestos solubles (Mandujano et al, 1981). Dentro de este escenario, las emisiones gaseosas llamadas a menudo biogás, son principalmente el producto de procesos sin oxígeno, donde el volumen y la composición de este gas va a depender de la cantidad total de la basura que esté acumulada, su naturaleza y el tipo de residuos orgánicos; su estado actual y por supuesto, las condiciones del entorno.

De esta forma, se reafirma que el biogás se forma como un resultado de todos estos procesos que tienen lugar en los vertederos, dado que gran parte de los desechos son de carácter orgánico, el proceso microbiológico rige la generación de dicho gas, siendo oportuno resaltar, que su origen radica en aquellos espacios o ambientes carentes de oxígeno, por lo que, cualquier factor que altere el proceso hacia una condición donde exista este elemento, afectará directamente la creación de biogás (Varnero, 2011), el cual se encuentra delimitado por varios elementos:

- Composición de residuos, siendo los que constituyen la base de la generación de biogás.
- Densidad de residuos y tamaño de las partículas.
- Temperatura, pues si la misma es baja, la producción de biogás disminuye, por lo tanto, los vertederos menos profundos al estar más sujetos a variaciones estacionales en temperatura experimentan cambios significativos en su generación de biogás.
- Humedad, siendo el rango óptimo entre 50% y 60%.
- Nutrientes y pH, siendo el necesario para la formación de metano entre 6.5 y 8.
- Condiciones atmosféricas, es esencial tenerlas en cuenta, especialmente las precipitaciones.
- Edad de los residuos, siendo la producción de biogás notable durante un periodo de 10 a 20 años, lo que significa que los vertederos con varias décadas de antigüedad tienen menor probabilidad de generar





grandes cantidades de biogás, dado que la mayor parte de los procesos biológicos ya se han completado.

Dicho esto, la instauración de un Sistema de Captación y Manejo de Biogás en un botadero se posiciona como una infraestructura diseñada para controlar los gases generados por la descomposición anaerobia de la basura, principalmente el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2), implementándose con el pretendido de mitigar los residuos ambientales y de seguridad, cuya instalación ocurre mediante dos métodos principales:

- 1) El venteo pasivo, que utiliza la presión natural del biogás para que este ascienda y se libere de manera controlada a través de chimeneas; y
- 2) La captura activa, que se ejecuta por un sistema de succión para extraerlo de manera forzada, permitiendo su recolección y posterior aprovechamiento (Tchobanoglous et al, 1993).

Existen claras diferencias entre ambos métodos, por ejemplo, la instalación del sistema de venteo pasivo incluye la perforación de pozos verticales en la masa de residuos hasta la base del botadero, donde se colocan tuberías perforadas llamadas chimeneas de venteo, además, estas últimas deben de estar rodeadas de material permeable (como grava) para facilitar la entrada del gas, pues en la parte superior de cada chimenea se sella a la superficie del terreno para evitar fugas, colocando una tapa de protección para impedir la entrada de agua, liberándose el gas dicha parte superior sin mayor control; en cambio, la instalación del sistema de captura activa mantiene es una perforación verticales u horizontales dentro de la masa de residuos para obtener una extracción más eficiente y uniforme del gas, los cuales se conectan a una red de tuberías que conducen el biogás a una estación central, donde se succiona de manera controlada para luego convertirlo en CO_2 o purificarlo para ser utilizado como fuente de energía.

En vista de ello, Varnero (2011) menciona que el biogás dentro de un sistema de gestión de residuos sólidos en un botadero funciona como una fuente de energía renovable y en la mitigación de gases de efecto





invernadero, donde su captura y aprovechamiento son fundamentales para mitigar el calentamiento global, dado que el metano es un gas de efecto invernadero mucho más potente que el dióxido de carbono, que al ser recolectado y utilizado puede transformarse en una valiosa fuente de energía renovable para generar electricidad y calor, reduciendo así la dependencia de combustibles. Además, su extracción controlada previene la acumulación de gases que podrían causar explosiones, mejorando la seguridad del lugar y minimizando la contaminación atmosférica, siendo pues, un enfoque integral que convierte al biogás en un subproducto nocivo en un activo valioso que contribuye a la sostenibilidad ambiental y económica.

2.2 Cronograma de Actividades y Recursos

De acuerdo a la Autoridad Nacional del Agua (2012) para clausurar un vertedero se necesita un programa de trabajo minucioso, el cual comienza desde un diagnóstico inicial del lugar, pasando por las labores de cierre, la limpieza del entorno, hasta la supervisión posterior, siendo necesario para su configuración, una serie considerada de personal, equipo pesado, materiales para cubrir los residuos y sistemas para controlar los líquidos y los gases que se generan. En dicha planificación, la estrategia se basa en las mejores prácticas para cerrar basureros y rellenos sanitarios, por ello, su objetivo principal se centra en confinar la basura y evitar la contaminación de los entornos y recursos naturales, requiriendo para tal efecto, una etapa de inspección y organización, donde se estudie el estado actual del sitio para lograr diseñar la mejor forma de cerrarlo, aunado a el análisis del suelo, agua y ambiente, todo lo cual deberá ser llevado a cabo por profesionales como ingenieros y geólogos, que implementarán todos los recursos para alcanzar los cometidos trazados.





2.2.1 Fases del Cierre: Actividades preparatorias, ejecución de obras y cierre final

El cierre y saneamiento definitivo de un vertedero implica dejar de arrojar basura de forma permanente en el lugar destinado para ello; sin embargo, para lograrlo, se requiere de un conjunto de acciones de reparación y recuperación, basadas en principios de ingeniería, con el fin de asegurar que los desechos depositados no dañen el medio ambiente, ni perjudiquen la salud pública y que al mismo tiempo, el sitio logre integrarse de manera natural con el paisaje circundante. Para realizar esta clausura técnica, es indispensable desarrollar un proyecto destinado a tal fin, que necesariamente debe detallar las tareas preparatorias, las obras de construcción que se ameritan, el equipo y personal requerido, las actividades de mantenimiento y vigilancia después del cierre, el calendario para efectuar las tareas y actividades delimitadas y el costo total estimado para su debida ejecución (MMAA, 2012). Como principales tareas previas al cierre de un botadero se encuentran:

- a) Para evitar que personas no autorizadas sigan tirando basura, así como la presencia de animales en el sitio, es necesario construir una cerca alrededor del perímetro, que una vez instalada, prohíbe la entrada y permanencia de alguien ajeno al sitio, pues su presencia puede ocasionar problemas durante las operaciones, representando un riesgo no sólo para su salud, sino también para otras personas porque puede ser portador de enfermedades en el exterior.
- b) Dependiendo de la necesidad y de qué tan accesible sea el lugar, se debe de contratar un personal de seguridad para impedir que se sigan depositando desechos y para regular el paso de vehículos, personas y/o animales, asegurando con ello, que no se entorpezcan los trabajos que se estén llevando a cabo en el sitio.
- c) Es importante colocar un cartel informativo, cuya función es notificar a la comunidad que el vertedero está siendo clausurado y señalar la





ubicación del nuevo relleno sanitario; es un cartel que como mínimo debe contener: nombre del municipio y dirección del sitio y, información general sobre el proyecto, como su nombre, objetivo, duración y la empresa que se encuentra a cargo.

- d) Campaña contra plagas. Se debe de realizar una campaña para exterminar insectos y roedores, siguiendo rigurosamente las medidas de seguridad y utilizando los insumos apropiados para controlar las plagas.
- e) Acciones de cierre técnico. Por último, una vez se hayan completado las actividades previas, es necesario efectuar las acciones de cierre técnico para confinar la masa de residuos, comenzando por excavar y mover los desechos al nuevo relleno sanitario o a una celda nueva creada para dicho fin (Universidad Católica de Santa María, 2017).

Por otro lado, La Defensoría del Pueblo (2022) reitera que la fase de ejecución de obras implica la realización de los trabajos de ingeniería y construcción que confinarán y aislarán los residuos de forma permanente, siendo la etapa donde se llevan a cabo tareas como la excavación y el traslado de residuos anteriormente mencionado, procediendo a la nivelación y compactación de la basura que queda en el lugar para crear una superficie estable sobre la cual se aplicarán las capas de cobertura. Aquí la construcción del sistema de drenaje de aguas superficiales es vital para desviar el agua de lluvia y evitar que esta se filtre en el interior de la masa de residuos, lo que generaría más lixiviados y también, se implementan sistemas de control de gases para capturarlos o ventilarlos de forma segura, siendo obras esenciales para minimizar el impacto ambiental y asegurar la estabilidad a largo plazo del sitio, siendo un caso relevante que ilustra esta fase es el cierre del botadero de la Pampa en Arequipa, consistiendo en un proyecto promovido por la Municipalidad Provincial que incluyó la construcción de una celda de confinamiento y la aplicación de capas de cobertura sobre los residuos existentes.





En la etapa de cierre final su pretendido recae en la restauración del área para que se integre con el paisaje natural y para que su futuro uso sea seguro, lo cual incluye la colocación de la capa de cobertura final, que usualmente consiste en varias capas de materiales como arcilla, geomembranas y tierra vegetal, con el pretendido de sellar la masa de desechos y prevenir la infiltración del agua, así como la migración de gases. Es una fase que se ha aplicado en proyectos de recuperación de áreas degradadas, como es el caso del plan de cierre del botadero de San José en Andahuaylas, Apurímac, cuyo proyecto contemplaba la colocación de una capa final de tierra vegetal sobre la cobertura selladora, seguida de la reforestación del área, debido a que, mantenía como propósito reintegrar el sitio al entorno natural para darle un nuevo uso, como un parque o una zona de recreación (Concytec, 2021).

Una vez sellado, se aplica una capa de suelo fértil en la superficie para permitir la siembra de vegetación, lo que ayuda a prevenir la erosión del suelo y mejorar la estética del lugar. Igualmente, esta fase incluye el monitoreo post-cierre a largo plazo para verificar que los sistemas de control de lixiviados y gases funcionen correctamente y que, no haya impactos negativos en el orbe ambiental, asegurando la estabilidad del sitio y el éxito del proyecto efectuado.

2.2.2 Presupuesto Detallado y Fuentes de Financiamiento

Se trata de una estimación exhaustiva y pormenorizada de los costos indispensables para ejecutar todas las actividades de clausura vinculadas a un relleno sanitario o botadero, así lo establece la legislación peruana, exteriorizándose como un componente crítico del plan de cierre que garantiza la destinación de los recursos financieros adecuados para lograr prevenir y mitigar los impactos socialmente negativos una vez que la operación de disposición final de residuos haya culminado. El marco legal que exige la presentación de un Presupuesto Detallado se encuentra específicamente en la Ley N° 27314 de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su respectivo reglamento, donde se establece de forma directa





que quien sea titular de un proyecto de infraestructura deberá elaborar un plan de clausura que contenga como mínimo, la descripción de cada una de las acciones de cierre que se van a efectuar, y los costos que requieren dichas acciones, así como la garantía ambiental que asegure la ejecución de las mismas (Perú, 2017). Son diversos los componentes que debe cubrir este plan, detallándose de la siguiente manera:

- a) Costos de la Cobertura Final. Cubre los gastos vinculados con la instalación de la capa protectora sobre el área del botadero, la cual tiene como objetivo sellar el área para evitar la infiltración de agua de lluvia en los residuos y controlar la migración de gases, incluyendo por lo tanto: El transporte y colocación de los materiales como arcilla o geomembranas dentro del movimiento de tierras; el valor de los materiales de construcción como la adquisición de geotextiles y tierra vegetal; el salario del personal técnico y operativo por concepto de mano de obra y; el alquiler o depreciación de equipos como excavadoras y compactadoras relativo a toda la maquinaria necesaria.
- b) Costos del Sistema de Drenaje de Lixiviados. Hacen referencia a la construcción de un sistema para recolectar y tratar los lixiviados, que son líquidos contaminantes generados por la descomposición de los desechos, siendo las actividades presupuestas: La instalación de tuberías, por los gastos que genera la colocación de una red de drenaje debajo de la capa de residuos; la creación de estructuras para su almacenamiento y posterior tratamiento, como costos de operación, mantenimiento y reactivos químicos para neutralizar los contaminantes.
- c) Costos del Sistema de Captación y Control de Gases. Abarca requerido para gestionar el biogás que se produce en el botadero, toda vez que, la infraestructura permite su recolección y quema o aprovechamiento energético, cuyos gastos se producen por concepto de: La perforación y colocación de tuberías para extraer el gas; la construcción de equipos para la combustión controlada del biogás y todo lo concerniente al





equipo y personal de monitoreo para medir las concentraciones de metano y dióxido de carbono.

- d) Costos de Revegetación y Estabilización Superficial. Se vinculan con las actividades de reforestación de la superficie del vertedero para prevenir la erosión del suelo, integrar paisajísticamente el área y crear un hábitat natural, incluyendo: los gastos por la preparación del suelo, como la adición de tierra vegetal y los fertilizantes que se necesitan; la compra de plantas que se adapten a las condiciones del lugar y; todo lo relacionado con los costos de sistema de riego y cuidado de la vegetación en sus distintas etapas.
- e) Costos del Monitoreo Ambiental Post-Cierre. Sencillamente, se refiere a los gastos para vigilar la calidad del agua, aire y suelo en los años posteriores al cierre para garantizar que no haya impactos negativos a largo plazo, cubriendo los costos de muestreo y análisis de lixiviados, agua subterránea y aire; las inspecciones y reparaciones de los sistemas de drenaje y gases y; los honorarios de los especiales para la supervisión y elaboración de los respectivos informes (Perú, 2017).

Puede advertirse así, que un presupuesto detallado deficientemente impacta de manera negativa el plan de cierre de un botadero, comprometiendo la sostenibilidad ambiental y la seguridad pública a largo plazo, pues la falta de estimación de costos precisa puede llevar a una sub-financiación del proyecto, lo que resulta en la ejecución incompleta o incorrecta de actividades críticas como la instalación de la cobertura final, el tratamiento de lixiviados y el control del biogás, generando consecuencias desfavorables como la contaminación de aguas subterráneas, la liberación de gases de efecto invernadero y riesgos de explosión, incumpliendo así la normativa vigente y poniendo en peligro la salud de las poblaciones más cercanas; en esencia, un mal presupuesto convierte un plan de cierre en un simple documento sin la viabilidad financiera necesaria para proteger los espacios y recursos naturales.





2.2.3 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional durante la ejecución

Desde una perspectiva general, para la Organización Internacional del Trabajo (2001) consiste en un documento estratégico y técnico que establece una serie de acciones, procedimientos, métodos y medidas que se implementan para proteger la salud e integridad física de los trabajadores, manteniendo como objetivo principal la prevención de accidentes ocupacionales y el padecimiento de enfermedades profesionales o con motivo a la labor desempeñada, creando un entorno de trabajo seguro y saludable para quienes participan directa e indirectamente en él, razón por la cual, se presenta como un sistema de gestión dinámico que debe ser revisado, actualizado y comunicado constantemente, incluyendo mayormente en su composición:

- Política de seguridad y salud ocupacional de manera clara, concisa y accesible para todos.
- Identificación y precisión de peligros, con la respectiva evaluación de riesgos en el ambiente de trabajo.
- Programa de actividades y responsabilidades para detallar las acciones que deben de efectuarse para alcanzar los objetivos y metas propuestos.
- Medidas de control para eliminar y minimizar los riesgos.
- Y, un sistema de comunicación y participación activa, para reportar peligros y recibir información sobre la seguridad.

De esta manera, dentro del Plan de Cierre de un Botadero de Residuos Sólidos es un componente crítico y especializado que haya su enfoque en la salvaguardia de los empleados que realizan tareas de clausura y rehabilitación del sitio, y aunque sea un plan que en general se centra en la estabilización ambiental (como el control de lixiviados, gases y cubrimiento del área mencionado in supra), esta parte se ocupa de los riesgos laborales específicos que surgen dentro o durante ese proceso, pues el cierre de un botadero no es simplemente dejar de operar, sino que, por lo contrario, representa una serie de trabajos de ingeniería civil y





saneamiento que exponen a los trabajadores a peligros únicos (MINAM, 2013). Sus componentes claves se resumen en:

- a) Identificación de riesgos: biológicos (roedores, microorganismos, insectos), químicos (gases y demás productos de dicha índole), físicos (deslizamientos, explosiones, maquinaria pesada) y, ergonómicos (levamientos de cargas o movimientos repetitivos).
- b) Controles de riesgo: se deben de establecer controles para cada riesgo, por ejemplo, en el caso de los gases hay que asegurar una ventilación adecuada y el uso de medidores de gas; para los incendios deben elaborarse planes de emergencia y equipos de extinción; para los movimientos de tierra es preciso garantizar la estabilidad de los taludes y el uso de maquinaria con los sistemas de seguridad debidos.
- c) Capacitación del personal: es importante capacitar al personal en el manejo seguro de equipos pesados, el tratamiento de gases tóxicos y el uso correcto de la vestimenta y maquinaria de protección personal.
- d) Chequeos a trabajadores expuestos: Deben de realizarse chequeos medios periódicos a los trabajadores expuestos, con un enfoque en enfermedades respiratorias, afecciones de la piel y demás problemas de salud asociados a la exposición a residuos.

Todo lo mencionado demuestra el rol fundamental que cumple un Plan de Cierre Técnico de un Vertedero, manteniendo un rol fundamental para mitigar las afectaciones y otros efectos negativos que se genera en el ecosistema una vez las operaciones han cesado o culminado, el cual permite la recuperación y estabilización del sitio, transformando un área de disposición de residuos en un terreno seguro y potencialmente reutilizable. Por su parte, la clausura técnica asegura el control de los líquidos contaminados que se generan al descomponerse la basura, evitando que alteren las aguas y protegiendo los ecosistemas y fuentes de agua potable; al mismo tiempo que, controla los gases de relleno sanitario,



principalmente metano, lo que contribuye a la lucha contra el cambio climático y reduce el riesgo de explosiones e incendios (MINAM, 2013).

Además de los beneficios ambientales directos, las medidas de control post-cierre se garantiza que el sitio no represente una amenaza futura, siendo esto necesario para garantizar la seguridad de las comunidades, evitando problemas de salud derivados de la exposición a contaminantes y vectores de enfermedades, cumpliendo con ello, con la responsabilidad corporativa y social del botadero, y permitiendo a gran escala, la reforestación e inclusive, la creación de parques o zonas que sirvan de recreación, dotando nuevamente de valor al área y mejorando la calidad de vida de quienes se desarrollan allí.



CAPÍTULO III

PLAN DE POST-CIERRE, MONITOREO Y USO FUTURO

El cierre técnico del vertedero, no consiste simplemente en abandonar las antiguas prácticas de depósito de residuos y desechos en la zona contaminada de Palpa, sino que más bien, su esencial propósito está en priorizar la sostenibilidad ambiental del sitio, para evitar daños que a largo plazo afecten negativamente a la población, luego de evaluar si la condición del vertedero expuesto puede ser o no operado bajo condiciones adecuadas de control, siendo que, de lo contrario, ante la imposibilidad de mejoría el único plan avalado es el de su cierre, teniendo como punto de partida un diagnóstico referencial de los tipos de residuos y posibles emisiones en el ambiente, con acciones tendientes a menguar los posibles riesgos de salubridad que repercutirían en la comunidad, haciendo que sus consecuencias sean por sí solas y contra el tiempo, inmanejables (Pérez y Orellana, 2011).

Para esto, la fase inicial del proyecto de cierre y recuperación debe centrarse en dar una forma final a los residuos, a través de la estabilización y cobertura del área, compactando la superficie e instigando a un sistema de captura y manejo de gases generados por la descomposición de los desechos orgánico, instalando sistemas de venteo simple que sirvan como pozos de extracción para liberar el gas de forma controlada sin afectar la seguridad de la zona, así como pasar al posterior tratamiento del líquido filtrado (control de lixiviados) como efecto contaminante de los





residuos, tratándolo in situ con métodos biológicos simples, para evitar que su presencia contamine las aguas de la comunidad (subterráneas o superficiales).

La recuperación del terreno en este plano, ofrece la oportunidad de transformar un foco de contaminación activo para la comunidad en un terreno con presencia salubre que permita el aprovechamiento del área, mejorando la vida y dinámica de la comunidad, sobre todo al asegurar la colaboración de los sujetos residentes de la zona, siendo que, como sostienen Pérez y Orellana (2011) el éxito de este tipo de proyectos no recae estratégicamente en la viabilidad técnica del proceso, sino en la participación activa y consciente de los pobladores, una vez se resuelven las limitaciones que aquejan el proyecto, como lo es la indiferencia que surge de la ignorancia experimental, teórica y práctica de los objetivos que se plantean alcanzar con la recuperación de la zona utilizada como vertedero, con miras a un espacio rentable y de provecho para las familias de Palpa.

3.1 Programa de Monitoreo y Mantenimiento Post-Cierre

Un programa de Monitoreo y de Mantenimiento Post-Cierre de un botadero, como el que incide en la provincia de Palpa, funge como una ruta técnica y social que a largo plazo garantiza el aprovechamiento del terreno próximo a recuperar, garantizando además la seguridad ambiental que se ha visto expuesta al deterioro en la comunidad con la actividad contaminante del vertedero, por lo que, tal programa funciona como una alerta temprano que asegura que los riesgos pasados puedan convertirse en beneficios que ver a futuro, como indica la Organización Panamericana de la Salud (2004) en estos casos, integrando en el proceso a los sujetos de familia para dar sentido de propiedad al proyecto final y asegurar que el resultado del mismo sea valorado en su uso.

El funcionamiento del programa de monitoreo consiste en un proceso de vigilancia de condiciones científicas que se basa en la medición





periódica de determinados específicos que son cruciales a la hora de evaluar el comportamiento desprendido por el vertedero, todo ello con el fin de detectar a tiempo las anomalías que se presentan en esta zona de la provincia de Palpa, antes de que sus efectos provoquen problemas de mayor gravedad a la comunidad, como soporta la proyección de la Coalición de Cierre de Basurales en América Latina y el Caribe apoyado por el Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021), por lo que, se tiene en cuenta que para la adecuada aplicación de este plan, la vigilancia de la evolución de estos fenómenos contaminantes debe ir dirigida a tres factores específicos que son producto de las condiciones y exposición del vertedero:

- a) Monitoreo de Lixiviados: Son los líquidos tóxicos que se formal al momento en que el agua de la lluvia que cae sobre el botadero se filtra a través de la composición de los residuos, de modo que, para su monitoreo es esencial la instalación de pozos en las inmediaciones del vertedero, tanto arriba como debajo de la dirección del flujo de agua que corre por los residuos, siendo necesario que se tomen muestras de agua de forma regular para que posteriormente sean analizadas en un laboratorio para evaluar sus propiedades en busca de indicadores de contaminación, así como la presencia de metales pesados o compuestos orgánicos volátiles, donde con esta medición continua se puede evitar la filtración de los lixiviados al agua subterránea dela comunidad.
- b) Monitoreo de Gases: Este efecto proviene de la descomposición de materia orgánica en condiciones donde abunda la ausencia de oxígeno, los cuales producen gases como el metano (CH_4) que es generador del efecto invernadero, así como altamente explosivo cuando un área cuenta con una concentración elevada del mismo, y el dióxido de carbono (CO_2), cuya emisión y acumulación excesiva acelera el cambio climático produciendo la aceleración del calentamiento global, afectando gravemente la salud de aquellos sujetos que durante largos periodos se ven expuestos a su emisión, por lo que, al monitorear la emisión de estos gases se mitiga el riesgo de explosiones o asfixias que





pudieran generarse cerca de las vivienda de Palpa (Scharff y Gronert, 2015).

- c) Monitoreo de la Estabilidad Física: Proviene de la compactación de los residuos que se encuentran en el botadero y que con el tiempo llegan a causar hundimientos y grietas en la cobertura final del suelo, para esto, deben realizarse regularmente inspecciones al estado de la tierra usando medios y herramientas topográficas que evalúen la consistencia del terreno en busca de grietas, hundimiento o erosión que comprometan el estado de su cobertura, cuestiones que a futuro generarían problemáticas atribuidas al posterior uso del espacio y su inestabilidad, consiguiendo que, al evitarse el deterioro de la zona, se garantice la seguridad de las personas que visiten la zona una vez sea adaptada a la comunidad y aprovechada por los sujetos residentes.

Del mismo modo, para el funcionamiento adecuado de un Programa de Mantenimiento en respuesta a los hallazgos del monitoreo, como indican Tello et al (2018), este se plantea bajo acciones correctivas y de prevención que buscan entre todo, mantener tanto como se pueda la integridad del vertedero para su uso, siendo esencial para cumplir este fin:

- a) Que el mantenimiento se implemente en la Cobertura Final, donde al detectarse las grietas o el hundimiento del área, sean reparadas con rapidez para apuntar a una recuperación idónea y controlada de la zona rescatable; esto procede una vez se sellan las pequeñas o grandes grietas con materiales impermeables o con simple arcilla para evitar su deterioro o bien, tratando los hundimientos con tierra para restaurar aplicada en la capa de cobertura, impidiendo que en estas zonas, con la entrada del agua, se generen líquidos lixiviados, beneficiando a la comunidad con la funcionalidad futura del vertedero, asegurando que la nueva zona se mantenga en condiciones de uso.
- b) Y mantener al día la limpieza del sistema, drenajes, tuberías y canales que recogen el agua de lluvia, impidiendo las obstrucciones que generan





erosión y la acumulación de agua, garantizando un terror seguro y transitable para la comunidad.

En concordancia, este plan de monitoreo lleva consigo la creación de un comité de vigilancia post-cierre que transforme el proceso de mantenimiento en una oportunidad social de desarrollo, haciendo parte de proyecto a la comunidad no solo haciendo uso de la voluntariedad de los residentes, sino también de los expertos que pueden prestar sus servicios en el área, fomentando la apropiación comunal del proyecto, lo cual conlleva también la capacitación técnica de los miembros del comité sobre el equipo de monitoreo y la interpretación de los datos básicos obtenidos, con miras futuras no solo a recuperación del área tras el monitoreo y medición frecuente del agua, gas y suelo comprometido, sino también a futuros empleos de los cuales pueden formar parte (Tello et al, 2018).

3.2 Plan de Recuperación y Uso Alternativo del Botadero

Para la comunidad de Palpa, la recuperación del botadero no resuena únicamente en un proceso simple de saneamiento, al contrario, es sobre todo la oportunidad de transformar un área contaminada que traduce su existencia misma en un problema ambiente, en un catalizador de desarrollo social y económico que pretende maximizar los beneficios a futuro y convertir un antiguo vertedero de residuos sólido en un activo para la comunidad, según destaca Chávez (2015) que concretamente puede realizarse en cumplimiento de determinadas fases:

- Fase I: cierre y estabilización técnica del área. Resulta la más crítica de las fases porque consiste en el cierre y estabilización técnica del área, donde se compactan los residuos sólidos existente para darles una pendiente adecuada para la instalación del drenaje, a lo que posteriormente se aplicará una capa de cobertura final elaborada con arcilla y tierra vegetal para prevenir la filtración del agua que tiene por efecto la producción de lixiviados que, en el peor de los casos, generan gas metano; para el control de gases lo ideal es la implementación de un sistema de





drenaje perimetral con que se recolecten los líquidos lixiviados en un humedal artificial o en una laguna de evaporación, liberando los gases de forma segura en la atmósfera por medio de chimeneas de venteo pasivas, reduciendo en gran nivel los olores y la aparición de animales, eliminando el foco de contaminación residual y visual en la zona.

- Fase II: La sostenibilidad del plan de cierre y recuperación, consta de un programa de monitoreo y vigilancia que involucra activamente la labor de los mismos residentes de Palpa, entre los cuales se ha de forma un comité liderado por los jefes de la comunidad a quienes se les capacitará por expertos para llevar a cabo inspecciones visuales de forma periódica, donde tomarán muestras de agua y de aire para evaluar el nivel de mejoría o deterioro de las condiciones del área conforme avanza el proyecto, debiendo reportar la aparición o descubrimiento de grietas, hundimiento o problemas en los sistemas de drenaje y venteo integrados para realizar las reparaciones pertinentes, lo que es igual a un incremento en la responsabilidad de los pobladores respaldada por un sentido de propiedad generado por la participación que ocupa en el monitoreo.
- Fase III: Uso alternativo al espacio libre del botadero, es expresamente aquella fase donde el plan de recuperación se transforma en una herramienta social, que edifica la oportunidad de dar un uso alternativo al espacio libre del botadero a través de los diseños propuestos por los residentes y expertos en el área, una vez la opinión pública pueda disuadir entre sus opciones qué activo conviene más traer a la comunidad, lo que generalmente se traduce en un parque o área de descanso que por sus condiciones, permite la re-adaptabilidad de la vegetación y flora de bajo impacto para recuperar un área verde, creando a su vez oportunidades de empleo con personal local, que incluya a educadores, guías y jardineros, entre otras profesiones que mantengan vivo el proyecto.





CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DEL PLAN DE CIERRE Y RECUPERACIÓN DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ICA, PERÚ

4.1 Introducción

Conforme la política ambiental del estado Peruano, la presente investigación toma como prioridad la mejora de la destinación y disposición final de los residuos sólidos ante la urgencia que supone promover la construcción de nuevos rellenos sanitarios en las comunidades, apuntando al cierre y saneamiento de los vertederos localizados en terreno abierto e inseguro con exposición total a la población; el objetivo del Plan Nacional en dicha materia, no es otro sino la transición hacia la elaboración de rellenos sanitarios cuyas condiciones permitan el control de residuos sólidos que a largo plazo consigan su total eliminación, a fin de proteger y prevenir la contaminación del suelo, el agua y el aire que se vea en contacto como el botadero, de manera que, su estudio no aborda únicamente un problema de magnitud local en su orientación hacia el Plan de cierre y recuperación de los residuos sólidos en la Ciudad de Palpa - Ica, sino que a su vez, contribuye directamente con los amplios objetivos de la política pública nacional en materia ambiental.

En el Perú, según indica el Informe Defensorial N°125, los desechos sólidos contaminan fuertemente las distintas capas naturales de los





sectores a los cuales se exponen, dados sus componentes lixiviados, con los que terminan afectando y propagando la contaminación de aguas donde los residuos son vertidos o los suelos, cuando se encuentran en constante contacto con la tierra, sin ignorar la rápida transmisión de enfermedades que afectan a las zonas más vulnerables, no solo por su pobreza, sino también ante la ineficiencia e inadecuado control de gestión en los residuos que impactan negativamente en contra de la salud humana. En este sentido, la municipalidad de Palpa, como se ha previsto, no cuenta con una infraestructura que pueda considerarse idónea para la disposición final de los residuos sólidos que son generados por la comunidad y que se desechan en vertederos expuestos al aire libre sin mayor supervisión normativa de parte de las autoridades ambientales, careciendo inclusive de un proceso de gestión óptimo que prevea el aseguramiento y prevención de las áreas afectadas por los residuos.

En relación a ello, tal investigación se dedica a evaluar profundamente el problema de la gestión de residuos en la Ciudad de Palpa, con marcados esfuerzos por obtener una gestión ambiental más eficiente, estableciendo bases conceptuales y teóricas que fungen como fundamento de argumentación asegurando un marco de conocimientos previos con los que se busca medir la adaptabilidad del marco legal a la problemática de estudio, según las variables formuladas y evaluadas a nivel teórico y operacional, haciendo uso de un marco metodológico en el que se especifica el tipo de estudio, método y diseño de investigación con que se verifica la fiabilidad y validez de la información. Asimismo, se analizarán los resultados obtenidos como muestra de los hallazgos, conclusiones y recomendaciones que pretende aportar la investigación, en tanto se plantean soluciones concretas y un plan de acción para la posterior recuperación del botadero de Piedras Gordas, mientras se validan o refutan las diversas hipótesis que otros trabajos académicos respaldan.





4.2 Aspectos Metodológicos

Principalmente, destaca Dulanto (2013), en lo referente a la historicidad de los residuos sólidos que fungen como problemática hoy día, que la cantidad y variedad de residuos que aquejan a la sociedad son en extremo diferentes a los que años atrás se albergaban en los mismos vertederos, pues su composición natural, el nivel de producción y también la multiplicidad de materiales que se utilizan, han hecho más complicada la asimilación y gestión de estos recursos, puesto que, anteriormente eran mejor consumidos por el medio ambiente dadas sus propiedades biodegradables y orgánicas, cosa que con el tiempo cambió hasta el punto de perder tales propiedades, generando plagas y epidemias cuyo impacto poblacional trajo consecuencias devastadoras al nivel de salud general de las distintas zonas afectadas, sin ser entonces aprovechadas hasta la data de crecimiento demográfico y económico que traerían los nuevos hábitos de consumo arraigados a la época de la Revolución Industrial, y que solo en el siglo actual, supondría casos más graves de contaminación ante el frenético consumismo.

El estudio se llevó a cabo en el vertedero “Piedras Gordas”, ubicado en el distrito Lilpata, de la provincia de Palpa (Ica – Perú), situado en el kilómetro 409.10 de la carretera Panamericana SUR, cuyas coordenadas geográficas (UTM) son 18L 8 306,058 m N – 480,528 m E, siendo delimitado su alcance social a los residentes de la provincia de Palpa, como los primeros afectados de la operación del vertedero y sus desechos, por lo que, el objeto de estudio analizado se enfocó en una población que cuenta con un total de 1,937 viviendas, siendo un grupo significativo de residentes el que se ve expuesto a los impactos contaminantes del vertedero, todo ello en un periodo de seis meses, en los cuales se documentaron las condiciones del botadero y sus efectos consecuentes, en base a dos variables principales que cuentan cada una con su propia definición y que precisan el enfoque investigativo, siendo estas:





- 1) El Plan de Cierre, que es la variable que muestra el conjunto de acciones planteadas no solo para la clausura o desmantelación del área, sino también para la corrección de los daños ambientales ocasionados y preexistentes en el terreno, y
- b) La Recuperación del Botadero de Residuos Sólidos, enfocada en la restauración y recuperación del área degradada por la acumulación residuos, para revertir los efectos generados por la contaminación y degradación del entorno.

Proviene de ello, que el planteamiento del problema inicial de la investigación pretenda responder a la duda de: ¿Cómo se relacionan la elaboración del plan de cierre y la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018? Naciendo de esta interrogante problemas todavía más específicos referentes al área, como son:

- 1) ¿Cómo se relacionan la protección y control del botadero mediante la colocación de caseta, cercos y letreros informativos con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018?
- 2) ¿Cómo se relacionan la preparación del lugar en estudio con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018?
- 3) ¿Cómo se relacionan la compactación del suelo con el desnivel que asegure los trabajos posteriores (drenaje, canales para captación de lixiviados, chimeneas de evacuación de gases y cubrimiento) con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018?





- 4) ¿Cómo se relacionan el control de vectores y de olores y recuperación final del paisaje con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018?
- 5) ¿Cómo se relacionan el control de incendios con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018?

Por tanto, el trabajo investigativo tiene por objetivo general

“Determinar la manera como se relacionan la elaboración del plan de cierre con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018”

Dando como resultado múltiples objetivos específicos planteados con la idea de cumplir con el antes mencionado, como son:

- 1) Determinar la manera como se relacionan la protección y control del botadero mediante la colocación de caseta, cercos y letreros informativos con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018.
- 2) Determinar la manera como se relacionan la preparación del lugar en estudio con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018.
- 3) Determinar la manera como se relacionan la compactación del suelo con el desnivel que asegure los trabajos posteriores (drenaje, canales para captación de lixiviados, chimeneas de evacuación de gases y cubrimiento) con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018.
- 4) Determinar la manera como se relacionan el control de vectores y de olores y recuperación final del paisaje con la recuperación del botadero





de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa -Ica, año 2018.

- 5) Determinar la manera como se relacionan el control de incendios con la recuperación del botadero de residuos sólidos denominado “Piedras Gordas” en la ciudad de Palpa - Ica, año 2018.

Como variables de la investigación (Tabla 3), las antes previstas son cruciales para el método científico utilizado, puesto que, permiten la medición y traducción de datos concretos que pretenden ser posteriormente cuantificables, en tanto son definidas de manera precisa para facilitar su replicación en los estudios de otros autores que prevean su uso en la verificación de sus propios resultados, al tiempo en que coadyuvan al establecimiento de relaciones entre una y otra variable identificada, así como su causalidad entre los distintos factores, reduciendo así la subjetividad del estudio mientras es fortalecida su validez por medio de análisis precisos otorgados por los datos arrojados.

Según el tipo y nivel de investigación, vale destacar, que el tipo de investigación elaborada es del tipo básica, dado que, su objetivo principal no está en resolver inmediatamente un problema práctico como el que aqueja a la provincia de la Palpa, sino más bien, aplicar el conocimiento teórico-científico en el cual está basada, generando con ello una comprensión profunda de este tipo de fenómenos, desde un nivel tanto descriptivo como correlacional, implicado en dos etapas cruciales, como lo es la minuciosa descripción del problema y luego, la búsqueda de su relación con las variables analizadas (Urbano y Yuni, 2012).





Tabla 3
Operacionalización de Variables

Dimensiones	Indicadores	Ítem (preguntas del cuestionario)	Índices	Informantes	Instrumento / partes
VARIABLE 1 Elaboración del Plan de Cierre					
X1 Protección y control del botadero mediante la colocación de caseta, cercos y letreros informativos	X ₁₁ Implementación del cerco perimetral	1 ¿Considera que la implementación del cerco perimetral...	1 Si, totalmente de acuerdo 2 De acuerdo 3 Indiferente. No lo sé 4 En desacuerdo 5 En total desacuerdo	Jefes de familia de las viviendas ubicadas en Palpa-Ica	Cuestionario 1 preguntas 1 a la 5
	X ₁₂ Implementación del panel informativo	2 ¿Considera que la implementación del panel informativo...			
	X ₁₃ Vigilancia permanente	3 ¿Considera que la vigilancia permanente realizada...			
	X ₁₄ Caseta de Control	4 ¿Considera que la caseta de control...			
	X ₁₅ Vías de Acceso	5 ¿Considera que las vías de acceso...			
X2 Preparación del lugar en estudio	X ₂₁ Limpieza y desmonte	6 ¿Considera que la limpieza y desmonte...			Cuestionario 1 preguntas 6 a la 8
	X ₂₂ Tratamiento del suelo soporte (actividades de habilitación)	7 ¿Considera que el tratamiento del suelo soporte (actividades de habilitación)...			
	X ₂₃ Nivelación, conformación de taludes, aplicación de préstamos, acarreo...	8 ¿Considera que la nivelación, conformación de taludes, aplicación de préstamos, acarreo...			





Dimensiones	Indicadores	Ítem (preguntas del cuestionario)	Índices	Informantes	Instrumento / partes
VARIABLE I Elaboración del Plan de Cierre					
X3	X ₃₁	Método de Construcción	9	¿Considera que el método de construcción...	Cuestionario 1 preguntas 9 a la 12
	X ₃₂	Diseño y construcción de trincheras y plataformas	10	¿Considera que el diseño y construcción de trincheras y plataformas...	
	X ₃₃	Actividades de rehabilitación y Cubrimiento con material de cobertura	11	¿Considera que las actividades de rehabilitación y cubrimiento con material de cobertura...	
	X ₃₄	Instalación de drenes para los sistemas de tratamiento de lixiviados en trincheras y plataformas y la instalación de chimeneas para la adecuación de gases...	12	¿Considera que la instalación de drenes para los sistemas de tratamiento de lixiviados en trincheras y plataformas y la instalación de chimeneas para la adecuación de gases...	
X4	X ₄₁	Mezcla de los residuos con tierra y cal...	13	¿Considera que la mezcla de los residuos con tierra y cal...	Cuestionario 1 preguntas 13 a la 16
	X ₄₂	Compactación del suelo	14	¿Considera que la compactación del suelo...	
	X ₄₃	Cubrimiento del suelo	15	¿Considera que el cubrimiento del suelo ...	
	X ₄₄	Desinfección del suelo	16	¿Considera que la desinfección del suelo ...	
	X ₄₅	Disminución de la producción de lixiviados	17	¿Considera que la disminución de la producción de lixiviados...	



PLAN DE CIERRE Y RECUPERACIÓN DE BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ



Dimensiones	Indicadores	Ítem (preguntas del cuestionario)	Índices	Informantes	Instrumento / partes
VARIABLE 1 Elaboración del Plan de Cierre					
X5 Control de incendios	X ₅₁	Procedimiento "Todo vehículo que entre a la zona, deberá poseer un extintor de incendios con inmediata capacidad de operación"	18	¿Considera que el procedimiento referido a que "todo vehículo que entre a la zona, deberá poseer un extintor de incendios con inmediata capacidad de operación" ...	1 Si, totalmente de acuerdo
	X ₅₂	Compactación del suelo para evitar que se presente la aireación...	19	¿Considera que la compactación del suelo para evitar que se presente la aireación...	2 De acuerdo
	X ₅₃	Verificaciones visuales, donde se constata la no generación de humo, gases, o llamas...	20	¿Considera que las verificaciones visuales, donde se constata la no generación de humo, gases, o llamas...	3 Indiferente. No lo sé
	X ₅₄	Técnicas alternativas para extinguir fuegos someros	21	¿Considera que las técnicas alternativas para extinguir fuegos someros...	4 En desacuerdo
VARIABLE 2 Recuperación Del Botadero De Residuos Sólidos					
Y1 Transformaciones generadas en el entorno a partir de su estado natural inicial	Y ₁₁	Asentamientos y/o hundimientos	1	¿Considera que el estado de los asentamientos y/o hundimientos...	5 En total desacuerdo
	Y ₁₂	Supresiones desestabilizadoras	2	Considera que el estado de las supresiones desestabilizadoras...	1 Si, totalmente de acuerdo
	Y ₁₃	Nivel de afectación paisajística	3	¿Considera que el nivel de afectación paisajística...	2 De acuerdo
	Y ₁₄	Desvíos de cauces	4	¿Considera que el estado de los desvíos de cauces cercanos...	3 Indiferente. No lo sé
	Y ₁₅	Nivel de afectación del hábitat de animales y plantas	5	¿Considera que el nivel de afectación del hábitat de animales y plantas cercanos...	4 En desacuerdo
				..del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?	5 En total desacuerdo
				Jefes de familia de las viviendas ubicadas en Palpa-Ica	Cuestionario 2 preguntas 1 a la 5





Dimensiones	Indicadores	Ítem (preguntas del cuestionario)	Índices	Informantes	Instrumento / partes
VARIABLE 2 Recuperación Del Botadero De Residuos Sólidos					
Y2	Y ₂₁	Disponibilidad oportuna y adecuada de equipos, maquinarias y personal...	6	¿Considera que la disponibilidad oportuna y adecuada de equipos, maquinarias y personal...	Cuestionario 2 preguntas 6 a la 8
	Y ₂₂	Monitoreo de programas, medidas y acciones para el control de impactos ambientales	7	¿Considera que el monitoreo de programas, medidas y acciones para el control de impactos ambientales... ..para recuperar el botadero de residuos sólidos demuestra que hay un trabajo sostenible para su recuperación?	
	Y ₂₃	Evaluación de programas, medidas y acciones para el control de impactos ambientales	8	¿Considera que la evaluación de programas, medidas y acciones para el control de impactos ambientales...	
Y3	Y ₃₁	Generación de lixiviados	9	¿Considera que el nivel de generación de lixiviados...	Cuestionario 2 preguntas 9 a la 11
	Y ₃₂	Generación de gases	10	¿Considera que el nivel de generación de gases... ..del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?	
	Y ₃₃	Generación de ruidos	11	¿Considera que el nivel de generación de ruidos...	

Nota: Elaboración Propia.

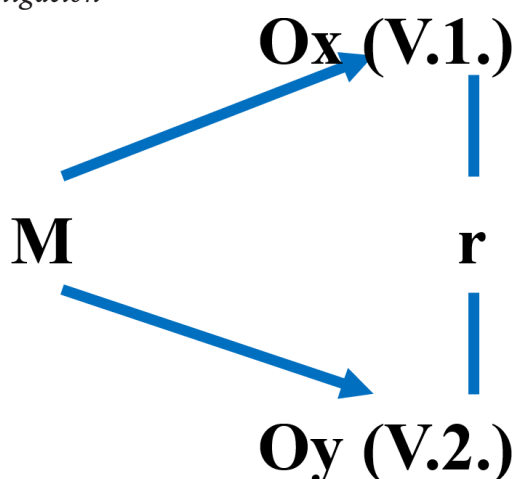




Asimismo, el método general empleado en este estudio fue el hipotético-deductivo, que como indica Bernal (2012), promueve un enfoque fundamental dentro de las investigaciones científicas, al partir de una suposición inicial (hipótesis) con el pretendido de validar o refutar los resultados y conclusiones conseguidas, que seguidamente pasan a contrastarse con la realidad y los hechos estudiados; del mismo modo, se empleó específicamente el método estadístico, donde entran la frecuencia y los porcentajes, así como pruebas para resumir los datos obtenidos y determinar si tales datos se ajustaban dentro del ciclo normal del estudio, teniendo la investigación un enfoque cuantitativo alineado al uso de datos numéricos y análisis estadísticos frente a la medición de las variables utilizadas, los resultados cuantificables y el uso de estadísticas para establecer conclusiones objetivas y cercanas al objeto de análisis, siendo así no experimental y transeccional, al no haber sido manipuladas las variables por el investigador y siendo recolectados los datos en un único momento y prueba, como indica la Figura 1.

Figura 1

Diseño de la investigación



Nota: Elaboración propia.





Según el cual se comprende que:

M: Es la muestra

X: Variable (1): Elaboración del plan de cierre.

Y: Variable (2). Recuperación del botadero de residuos Sólidos.

R: Resultado (comprobación de hipótesis)

De esta forma, se aplicó al trabajo un diseño transversal que consistió en la recolección de datos para describir coherentemente las múltiples variables y analizar su real incidencia y afectación en el estudio, indagando en los valores que estas mismas variables manifestaron con efecto en sus resultados comprobables, consistiendo esta medición en base a una población de al menos 1,937 jefes de familia residentes de Palpa, de la cual se obtuvo un muestra final de 319 jefes de familia, utilizando como base para el cálculo del tamaño de la muestra referida la formula mostrada en la Figura 2.

Figura 2

Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2 (N - 1) + Z^2 PQ}$$

Nota: Elaboración propia.

Donde, conforme a lo señalado, se entiende que:

$$N = 1,937$$

$$Z = 1.96 \text{ (para un nivel de confianza del 95\%)}$$





$$S^2 = 0.10$$

$$E = 5 \%$$

Consiguiendo como resultado del cálculo que: “n = 319”, siendo un tipo de muestreo simple en su elaboración, donde el criterio de selección fue orientado precisamente a los jefes de familia sin distinción del sexo, con interés de formar parte del estudio, y que contaran con edad adecuada para participar, así como también estuvo dirigido a los jefes de familiar que no poseían interés en formar parte del objeto de estudio.

Para la recopilación de datos, se emplearon técnicas del tipo estadísticas como también de trabajo de campo, siendo esencial para el análisis de los datos métodos estadísticos como la prueba de confiabilidad de Kuder y Richardson, la prueba de normalidad de Kolmogorov-smirnov y el coeficiente de correlación de Pearson para la prueba de hipótesis aplicada, siendo métodos claves para el análisis descriptivo e inferencia de los datos alcanzados a recolectar; mientras que, en cuanto al trabajo de campo, se obtuvo información directamente proporcionada del sitio de estudio, en las visitas realizadas al botadero “Piedras Gordas” en Palpa para valorar las características físicas y biológicas del vertedero a través de la documentación proporcionada por la municipalidad, estudios meteorológicos e hidrológicos en la zona, análisis para caracterizar los residuos sólidos del lugar, fotografías, cálculos de volumen en los desechos hasta entonces acumulados y la aplicación de encuestas que dieran mayor cercanía a los datos reales de afectación por parte de la población valorada.

En cuanto a su justificación, la investigación tiene relevancia tanto en el apartado teórico como práctico, siendo que, a nivel teórico promueve la importancia de implementar planes de cierre adecuados para los vertederos y las necesidades de salubridad dentro de la comunidad, siendo contraproducente ignorar tales planes frente a las políticas ambientales del estado peruana, al generar riesgos para la salud poblacional, cosa que en lo práctico, se deducen beneficios de este estudio al proveer una guía





para los municipios sobre el control y manejo de sus residuos, motivando a la ejecución y seguimiento de los planes de cierre para lograr que la gestión de los residuos sea sostenible a largo plazo, empleando técnicas y procedimientos confiables. No obstante, la investigación se vio envuelta en determinadas limitaciones que a nivel institucional consistieron en la dependencia de la coordinación municipal y al interés de la comunidad para participar activamente, siendo el desconocimiento y la indiferencia obstáculos en su desarrollo, además de la falta de recursos económicos para su tratamiento.

4.3 Hallazgos y Discusión

4.3.1 Variable X: Elaboración del Plan de Cierre

En el caso de la variable “X” aplicada, que corresponde a las medidas para la elaboración del plan de cierre del botadero con un total de 319 sujetos de familia encuestados a quienes se preguntó si los medios empleados para concretar este objetivo fueron manejados apropiadamente para tratar la problemática de la exposición residual en la ciudad de Palpa, siendo necesario para ello someterlos a preguntas como las mostradas con las Figuras 3 a la 22.

Ante la interrogante, la población evaluada tuvo opiniones disonantes entre sí, respondiendo un total de 10 jefes de familia (3.33 %) que se hallaba de acuerdo con la implementación del cerco.

Por otro lado, al menos 168 de ellos (52.66 %) se vio “indiferente” a su influencia, posicionándose la opinión pública en un alto punto de desinterés por esta técnica empleada.

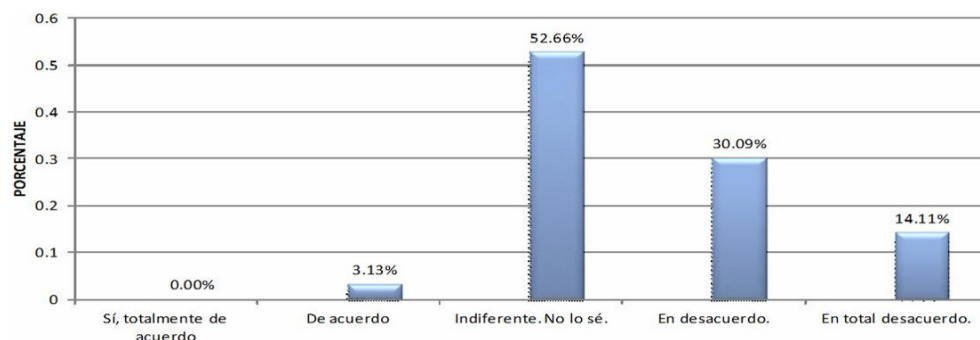
Así, un total de 96 sujetos (30.09 %) respondieron estar “en desacuerdo” con la implementación realizada, mientras que, otros 45 sujetos (14.11 %) que están en “total desacuerdo” para un total de 319 jefes de familia encuestados.





Figura 3

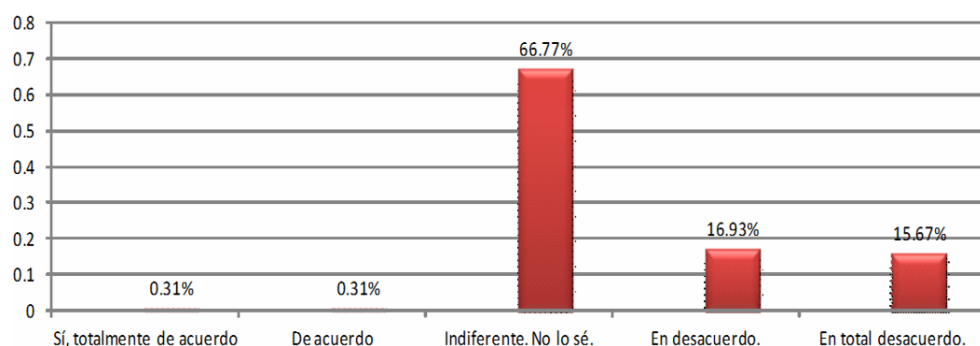
¿Considera que la Implementación del cerco perimetral realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Figura 4

¿Considera que la implementación del panel informativo realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 4 se observa que, un sujeto (1) encuestado contestó encontrarse “totalmente de acuerdo” con la implementación del panel informativo,





representando un 0.31 % de la opinión pública sobre su instalación, con propósito informar a la comunidad el avance del proyecto.

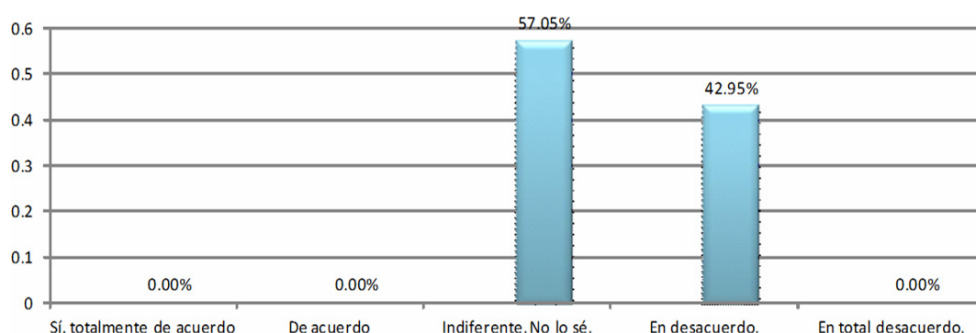
Asimismo, solo un sujeto (1) expresó encontrarse “de acuerdo” con la iniciativa, lo que se traduce en un 0.31 % del total de encuestados que se halla conforme con la información suministrada hasta el momento por medio del panel.

Por otro lado, un total de 213 encuestados acuerda hallarse “indiferente” a la colocación del panel informativo, siendo su neutralidad expresada en un 66.77 % de jefes de familia que participaron en la encuesta, que desconocen sobre la implementación de esta herramienta o bien, ignoran la utilidad de la misma, sin despertar mayor interés en la comunidad.

Por último, 54 personas encuestadas (16.93 %) afirmó encontrarse en “desacuerdo” con la implementación del panel informativo, mientras que, un total de 50 sujetos (15.67 %) expresaron una posición altamente negativa, al estar en “total desacuerdo” con el uso del panel en la comunidad de Palpa.

Figura 5

¿Considera que la vigilancia permanente realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.





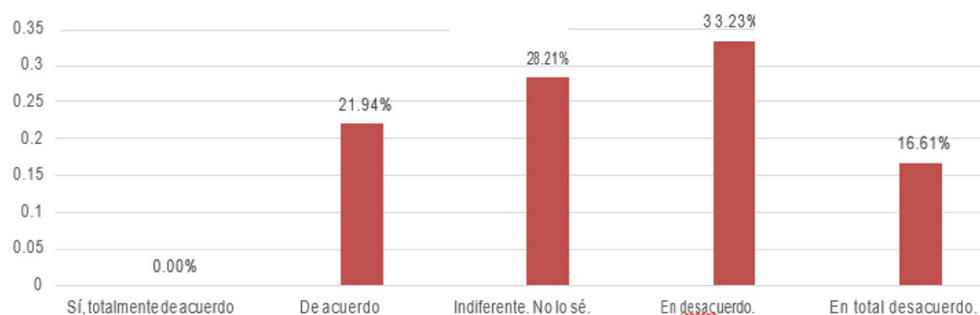
Respecto al uso de vigilancia permanente (Figura 5), la comunidad de la provincia de Palpa en la que está ubicado el botadero “Piedras Gordas”, un total de cero encuestados respondió estar “totalmente de acuerdo” o solo “de acuerdo” con la implementación de vigilancia permanente en el vertedero, lo cual se traduce en un 0.00 % de encuestados conformas con esta táctica en el proyecto.

Por el contrario, un total de 182 jefes de familia, se mostraron “indiferentes” o directamente ignorantes a su aplicación, lo cual representa en la opinión pública de la comunidad un 57.05 % de desinterés al uso de vigilancia en la zona contaminada de Palpa.

En cuanto a los sujetos encuestados que expresaron estar en “desacuerdo” con el uso de vigilancia permanente en el área de desechos, un total de 137 personas respondieron negativamente a su puesta en práctica, lo cual representa un 42.95 % de la opinión pública de la comunidad, mientras que, ninguno de los encuestados (0.00 %) estuvo en “total desacuerdo” con su empleo.

Figura 6

¿Considera que la caseta de control realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.





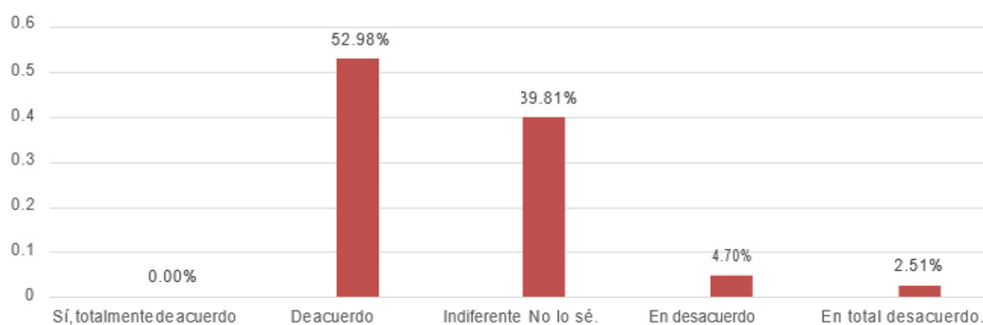
Ninguno de los sujetos encuestados destacó encontrarse “totalmente de acuerdo” con la caseta de control (Figura 6) empleada en el proyecto de recuperación, lo cual traduce en un 0.00 % de este nivel de aceptación en la comunidad; no obstante, un total de 70 encuestados, afirmó estar “de acuerdo” con la utilización del cerco, lo que representa un 21.94 % de aprobación expresada por los participantes.

Por otra parte, al menos 90 encuestados fueron “indiferentes” a su aplicación, ignorando el propósito de esta herramienta, razón por la que esto representa el 28.21 % de la opinión de los encuestados.

En contraposición, 106 de los sujetos encuestados respondieron significativamente hallarse en “desacuerdo” con la implementación de la caseta de control, lo que simboliza un 33.23 % de la opinión constatada por la comunidad; mientras que, un total de 53 participantes está en “total desacuerdo” con su utilización, siendo igual a un 16.61 % de la población encuestada.

Figura 7

¿Considera que las vías de acceso realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.





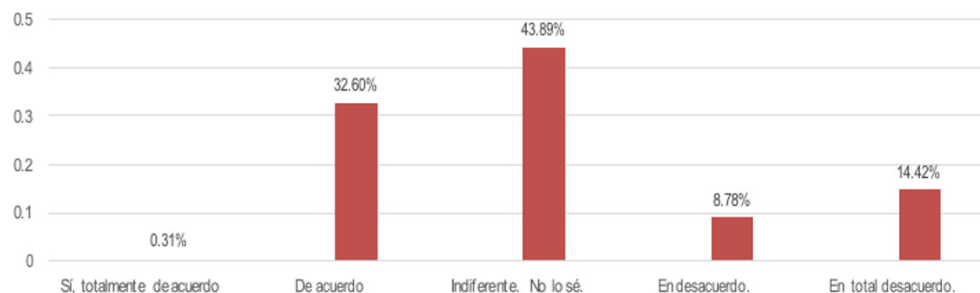
Acerca de la construcción de vías de acceso para la recuperación del botadero “Piedras Gordas” (Figura 7), ninguno de los encuestados (0.00 %) expresó encontrarse “totalmente de acuerdo” con su elaboración; no obstante, de forma muy positiva un total de 169 encuestados, que representan el 52.98 % de la opinión pública de la comunidad, respondió hallarse “de acuerdo” con la implementación de las vías.

Un total de 127 encuestados (39.81 %), por otro lado, se mantiene “indiferente” respecto a la construcción de las vías de acceso.

Así, al menos 15 jefes de familia expresaron su “desacuerdo” sobre el proceso de elaboración de las mismas, respaldado por un total de 8 personas que estuvieron en “total desacuerdo” con su elaboración, por lo que, ambas expresiones negativas se traducen en un 4.70 % y un 2.51 % de la opinión pública, respectivamente.

Figura 8

¿Considera que la limpieza y el desmante realizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Sobre la limpieza y el desmante del área para su posterior recuperación (Figura 8), la opinión positiva fue en aumento, logrando que uno de los encuestados (0.31 %) expresara estar “totalmente de acuerdo” con su ejecución, mientras que, un total de 104 sujetos indicó estar “de acuerdo”





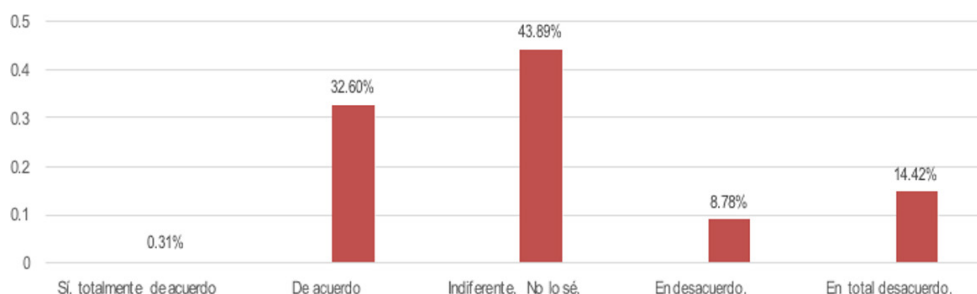
con tal actividad, representando el 32.60 % de aceptación positiva en la comunidad.

Sin embargo, todavía un gran número de residentes, específicamente 140 sujetos encuestados se mantuvieron indiferentes al impacto de la limpieza y desmonte en el área contaminada del vertedero, lo que es igual a un 43.89 % de encuestados sin conocimiento sobre esta parte del proyecto.

Por el contrario, un total de 28 personas (8.78 %) indicaron estar en “desacuerdo” con la forma en que fue ejecutada la limpieza, mientras que otros 40 encuestados (14.42 %) están en “total desacuerdo” con el modo de realizar la limpieza y el desmonte, según los resultados de la Figura 8.

Figura 9

¿Considera que el tratamiento del suelo soporte (actividades de habilitación) realizada para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

En opinión de los encuestados, solo 7 sujetos manifestaron estar “de acuerdo” con el tratamiento realizado al suelo soporte (Figura 9), siendo solo el 2.19 % de la opinión asertiva de la comunidad.

De tal forma, un total de 117 encuestados se mantuvo “indiferente” respecto a los cambios y/o beneficios con miras a obtener con las actividades de



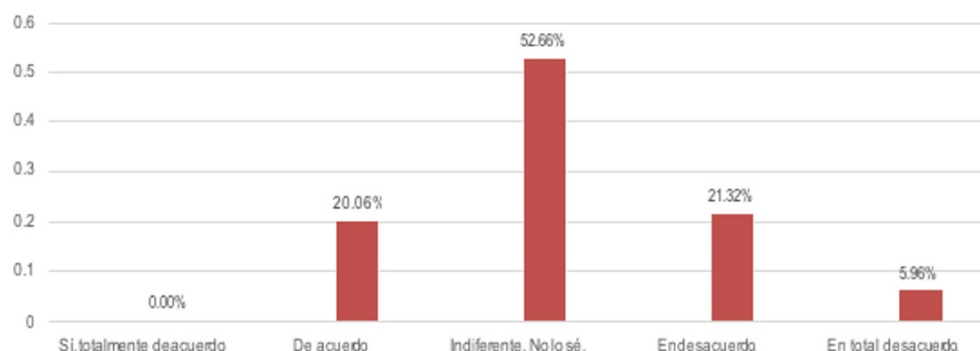


habilitación, simbolizando el 36.68% de la opinión de los residentes de Palpa.

Asimismo, la opinión negativa de los sujetos encuestados se mantiene por sobre la aceptación de la comunidad, al responder 118 personas estar en “desacuerdo” con el tratamiento realizado al suelo, mientras que 77 sujetos de la comunidad están en “total desacuerdo” con este, logrando representar la opinión negativa de los residentes con 36.99 % y 24.14 % de la opinión pública, respectivamente.

Figura 10

¿Considera que el método de construcción utilizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Sobre el método de construcción utilizado (Figura 10), las respuestas positivas a su adecuada ejecución fueron escasas, obteniendo un total de cero encuestados “totalmente de acuerdo” con ello, y solo 64 sujetos que revelan estar “de acuerdo” con el procedimiento empleado, lo que se traduce como un 20.06 % de la población conforme.

En tanto, un alarmante número de 168 sujetos encuestados fueron “indiferentes” a sus efectos, posicionando la opinión pública en un 52.66 % de desconocimiento sobre lo efectuado en el botadero.

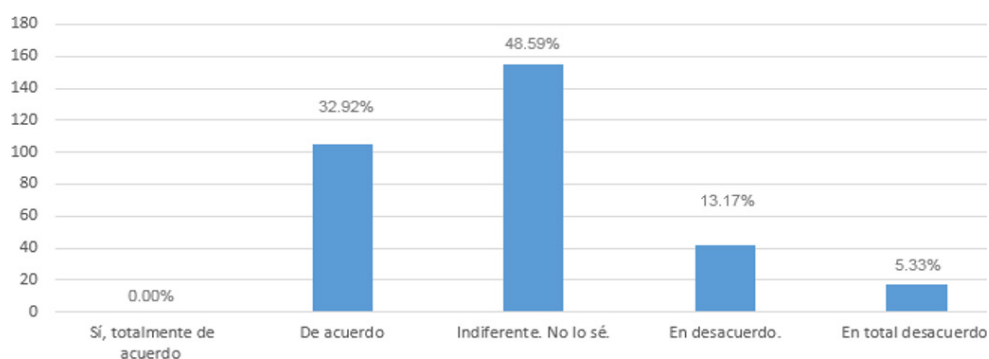




Así, solo un 21.32 % de los encuestados (68 personas), admitió estar en “desacuerdo” con el método de construcción utilizado, seguido de un 5.96 % de personas (19 sujetos) que estuvieron en “total desacuerdo” con la construcción realizada.

Figura 11

¿Considera que el diseño y construcción de trincheras y plataformas realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Respecto a las respuestas positivas en cuanto al diseño y construcción de trincheras y plataformas (Figura 11), ninguno de los encuestados manifestó estar “totalmente de acuerdo” con su elaboración, pero al menos 105 de los residentes admitió estar “de acuerdo” con su elaboración, posicionando la opinión de la comunidad en un 32.92 % de aceptación favorable.

Por otro lado, un total de 155 jefes de familia, que representan el 48.59 % de la opinión pública, manifestó completa “indiferencia” respecto a la construcción y diseños de estos componentes en el plan de recuperación.

De modo que, la recepción negativa de estos se posicionó bajo números mucho menores a comparación de otras medidas, manifestando parte de

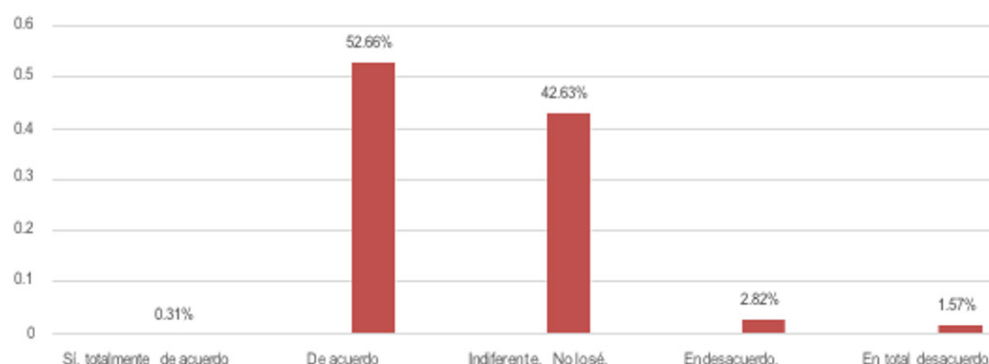




la población estar un 13.17 % en desacuerdo (42 personas), y otro 5.33 % estar en simple “desacuerdo” (17 personas) con su ejecución.

Figura 12

¿Considera que las actividades de habilitación y cubrimiento con material de cobertura realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Las actividades de habilitación y cubrimiento con material de cobertura (Figura 12), tuvieron un elevado margen de aceptación en la comunidad, obteniendo de un único encuestado (0.31 %) total conformidad con el procedimiento, mientras que, un total de 168 personas (52.66 %) indicaron encontrarse “de acuerdo” con la ejecución de estas actividades.

Por otro lado, todavía un gran número de residentes se encuentran en consistente “indiferencia” respecto a la ejecución de medidas y construcción del proyecto, manifestando total ignorancia en su avance al menos 136 personas, lo que es igual al 42.63 % de la opinión pública del sector.

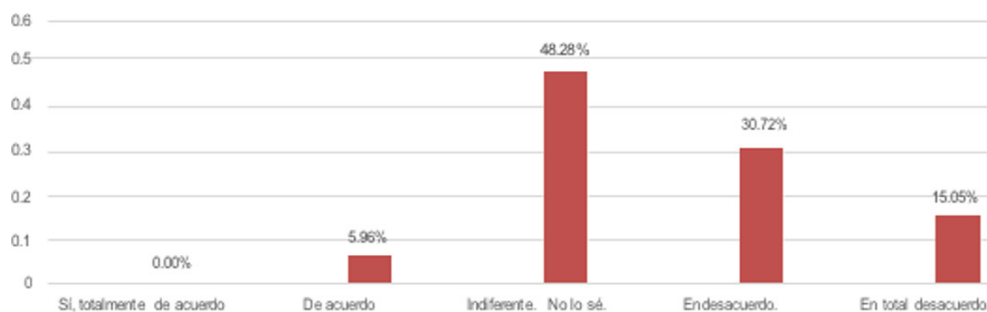
Estando solo 9 de los encuestados (2.82 %) en “desacuerdo” con tales actividades, mientras que, un escaso número de 5 personas (1.57 %) está en “total desacuerdo”.





Figura 13

¿Considera que la instalación de drenes para los sistemas de tratamiento de lixiviados en trincheras y plataformas y la instalación de chimeneas para la adecuación de gases realizadas para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hicieron adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Sobre la instalación de drenes para los sistemas de tratamiento de lixiviados en trincheras y la instalación de chimeneas pasivas (Figura 13) no se registró ninguna opinión que estuviere “totalmente de acuerdo” con la instalación, de parte de alguno de los encuestados; no obstante, se registraron al menos 19 respuestas positivas bajo el 5.96 % de aceptación por parte de escasos sujetos de la comunidad.

No obstante, el mayor número de respuestas obtenidas constató que 154 (48.28%) que los 319 encuestados, se halla “indiferente” ante la instalación de estos sistemas para la recuperación del botadero de Palpa.

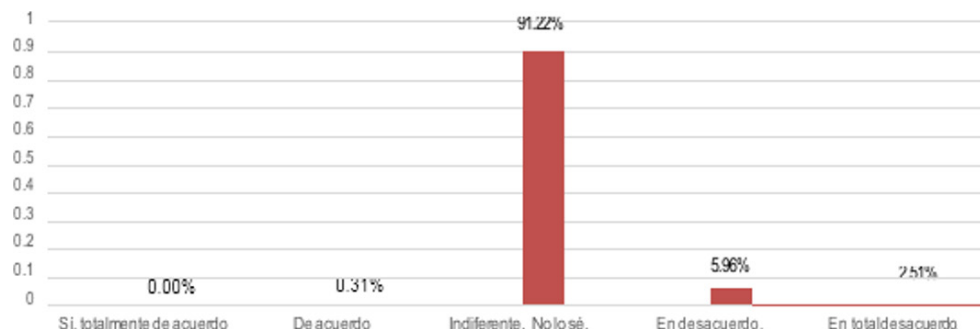
Por último, un total de 98 personas encuestadas indicaron estar en “desacuerdo” con la forma en que fueron ejecutados los sistemas de tratamiento y chimeneas en el vertedero, lo que es igual a un 30.72% de rechazo por parte de la comunidad a estas actividades, mientras que, un escaso número de 48 personas (15.05%) expresaron estar “en total desacuerdo” con ello.





Figura 14

¿Considera que la mezcla de los residuos con tierra y cal realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Respecto a este proceso específico (Figura 14), la conformidad de la población se vio en decaída, puesto que, el porcentaje de aceptación resultó especialmente bajo según la opinión pública, obteniendo 0.00 % de personas “totalmente de acuerdo”, y solo 0.31 % de personas “de acuerdo” con el proceso, lo que se traduce en un único encuestado conforme.

Del mismo modo, un gran número de encuestados admitió encontrarse “indiferente” al empleo de la mezcla de residuos con tierra y cal, prescindiendo de su utilidad en el proyecto, siendo específicamente 291 personas (91.22 %) las que se mantienen desinteresadas en su elaboración o posterior aplicación técnica.

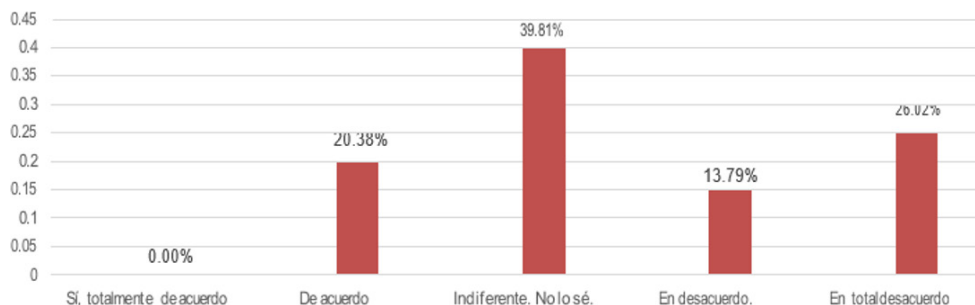
En concordancia, solo 19 sujetos encuestados están en desacuerdo con su elaboración, conformando el 5.96 % de la opinión pública en la comunidad de Palpa, seguida de 8 personas que se encontraron en “total desacuerdo” con esta, siendo igual al 2.51 % de rechazo en los residentes.





Figura 15

¿Considera que la compactación del suelo realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

La aceptación pública de la compactación del suelo (Figura 15), según los resultados gráficos de la encuesta, fueron bajos en opinión de la comunidad, siendo que, ninguno de los encuestados estuvo “totalmente de acuerdo” con la compactación, mientras que, al menos 65 sujetos (20.38 %) se encontró solo “de acuerdo” con ello.

Un número mayor de encuestados, específicamente 127 de ellos, se mantuvo “indiferente” al propósito y posterior ejecución de la compactación, representando el 39.1 % de la opinión pública.

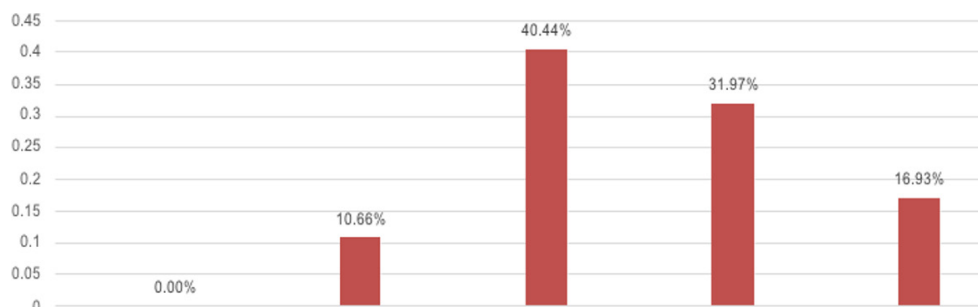
En contraposición, un total de 44 sujetos (13.79%) manifestaron estar en “desacuerdo” con la ejecución del proceso de compactación, dejando a un restante de 83 personas (26.02%) de ellas que estuvo en “total desacuerdo” con el procedimiento.





Figura 16

¿Considera que el cubrimiento del suelo realizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

En cuanto al cubrimiento de suelo en la zona del vertedero de la provincia de Palpa (Figura 16), la aprobación de este proceso es baja, puesto que, un total de cero encuestados manifestó estar “totalmente de acuerdo” con su ejecución, y solo 34 jefes de familia (10.66 %) estuvo “de acuerdo” con el cubrimiento.

Por otra parte, un alto número de encuestados, específicamente 129 personas, manifestaron su “indiferencia” respecto al cubrimiento del suelo en el botadero “Piedras Gordas”, lo que se traduce en un 40.44 % de desinterés en la población.

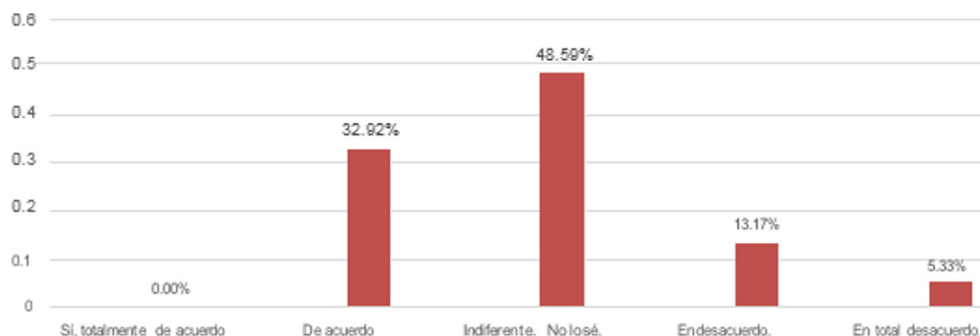
La desaprobación de la comunidad, en este punto, se posicionó en un alto rechazo al cubrimiento del suelo, respondiendo un total de 102 personas (31.97 %) estar en “desacuerdo” con la forma en que se ejecutó el cubrimiento, dejando a un restante de 54 encuestados (16.93 %) en “total desacuerdo”.





Figura 17

¿Considera que la desinfección del suelo realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

En principio, acerca de la desinfección del suelo para su recuperación (Figura 17), la población encuestada indicó estar “de acuerdo” con su ejecución en el botadero, posicionándose en un 32.92 % de aceptación de parte de un total de 105 sujetos participantes.

Sin embargo, el grado de “indiferencia” se mantuvo en alto por parte de 155 jefes de familia (48.59 %) que indicaron hallarse en estado de desinterés por falta de conocimiento o mero descuido sobre las actividades realizadas.

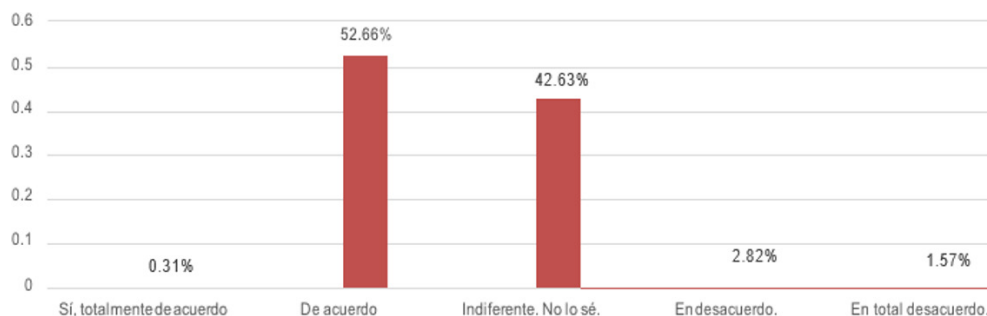
En cuanto al rechazo de la comunidad sobre este procedimiento, un total de 42 sujetos encuestados (13.17 %) indicaron hallarse “en desacuerdo” con su ejecución, al igual que un número de 17 sujetos (5.33 %) expresaron estar “en total desacuerdo” con la forma en que fue ejecutada la desinfección.





Figura 18

¿Considera que la disminución de la producción de lixiviados realizada para la recuperación del botadero denominado Piedras Gordas es la adecuada?



Nota: Elaboración propia.

En cuanto disminución de lixiviados (Figura 18), la aceptación de la comunidad sobre este efecto tuvo en gran medida un buen porcentaje de receptividad, puesto que, uno de los encuestados indicó estar “totalmente de acuerdo” con este proceso, en tanto un elevado número de 168 sujetos que representan el 52.66 % de la opinión pública, indicó haber estado “de acuerdo” con la disminución de líquidos lixiviados, reconociendo una mejoría.

No obstante, un grupo de 136 residentes (42.63 %) pasa desapercibido y es “indiferente” al descenso de este líquido contaminante.

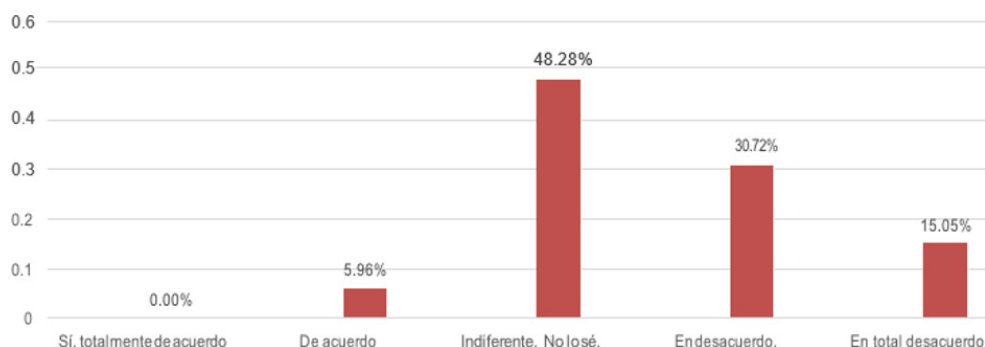
Por último, un total de 9 personas indicó estar en “desacuerdo” con la baja de lixiviados mientras que 5 encuestados indicó estar “totalmente en desacuerdo” con su disminución, lo que representa la cantidad mínima de 2.82% y 1.57% de rechazo en la comunidad.





Figura 19

¿Considera que el procedimiento referido a que “todo vehículo que entre a la zona, deberá poseer un extintor de incendios con inmediata capacidad de operación” realizado para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” es adecuado?



Nota: Elaboración propia.

Conforme indica la Figura 19, los encuestados respondieron casi con un absoluto rechazo al procedimiento mencionado, a excepción de un 5.96 % de sujetos (19 personas) que indicaron estar “de acuerdo” con la medida ejecutada para la recuperación del botadero “Piedras Gordas”.

Con ello en mente, al menos un total de 154 sujetos encuestado demostró su desinterés indicando que se hallaban en un 48.28 % “indiferentes” al procedimiento ejecutado, prescindiendo de conocimiento acerca de la utilidad o propósito de la misma.

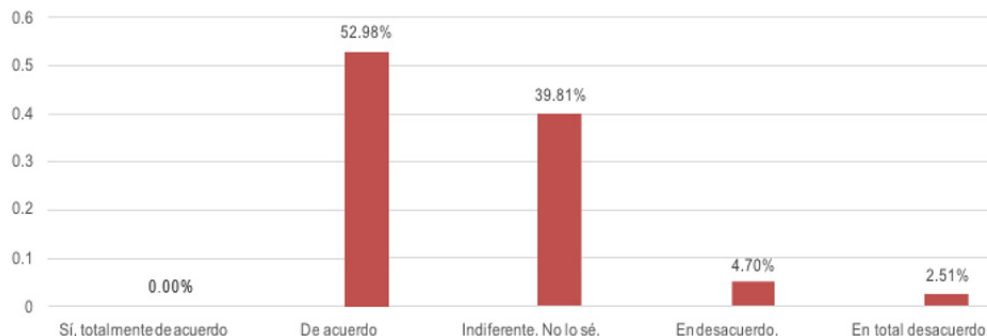
En respuesta, la comunidad indicó negativamente en un porcentaje de 30.72 % y 15.05 % de sujetos encuestados que consideraron estar en “desacuerdo” o “en total desacuerdo” con la medida aplicada, siendo esto respaldado por 98 y 48 jefes de familia, respectivamente.





Figura 20

¿Considera que la compactación del suelo para evitar que se presente la aireación se hizo adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Instintivamente las personas encuestadas fueron cónsonas en expresar su aprobación respecto a la actividad de compactar el suelo como método de prevención para la aireación (Figura 20), dejando sin responder si estaban “totalmente de acuerdo” con el procedimiento, pero hallándose un total de 169 personas (52.98 %) “de acuerdo” con su implementación.

Sin embargo, al menos un total de 127 personas, que se traduce en 39.81 % de la población encuestada, mostró una actitud “indiferente” respecto a la compactación.

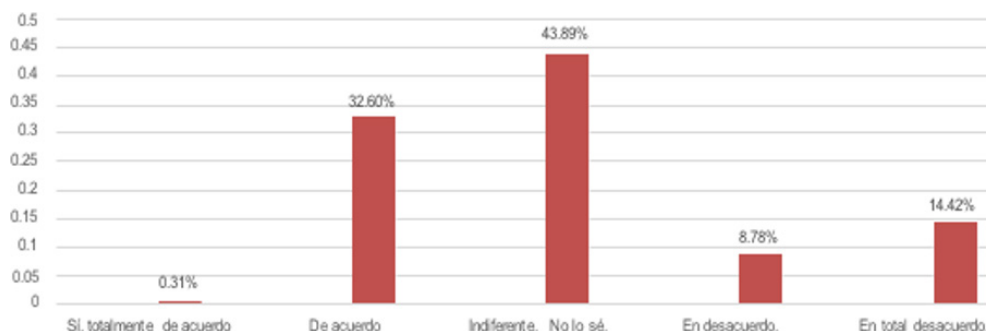
La negativa de la comunidad, por otro lado, se mantuvo en un bajo nivel de rechazo, siendo solo 15 personas (4.70 %) las que manifestaron estar “en desacuerdo” y otras 8 personas (2.51 %) las que estuvieron en “total desacuerdo” con esta actividad.





Figura 21

¿Considera que las verificaciones visuales, donde se constata la no generación de humo, gases, o llamas, se hicieron adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

Acerca del monitoreo visual (Figura 21) que descarta la aparición de efectos contaminantes como la generación de gases o humo, la respuesta de la comunidad se mantuvo positiva, al indicar al menos un sujeto encuestado (0.31 %) que se hallaba “totalmente de acuerdo”, mientras que, un considerable total de 104 personas, que simbolizan el 32.60 % de la opinión pública expresaron estar “de acuerdo” con esta disminución de gases, humo o llamas como resultado de la verificación visual.

Por otro lado, un total de 140 sujetos encuestados manifestó encontrarse “indiferente” a los efectos positivos o posible disminución contaminante constatada con la verificación, lo que es igual a un 43.89 % de desinterés por parte de la población.

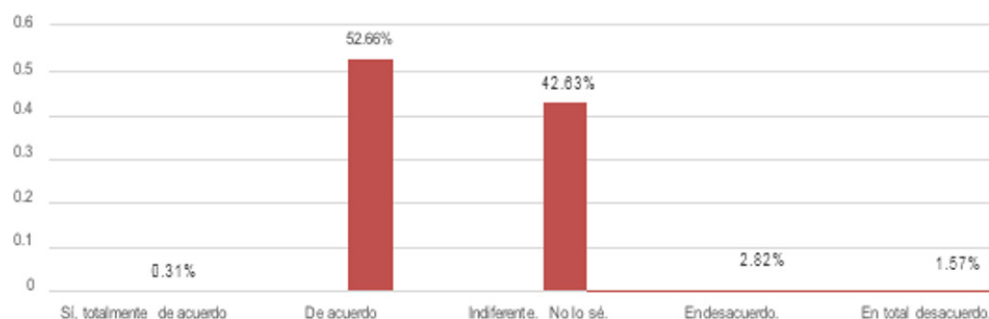
Sobre el rechazo poblacional, se obtuvieron un menor número de opiniones negativas, siendo solo 26 de las personas encuestadas (8.78 %) las que consideran que la disminución de estos efectos no ha menguado, en conjunto con otros 46 sujetos (14.42 %) que están en “total desacuerdo”.





Figura 22

¿Considera que las técnicas alternativas para extinguir fuegos someros realizados para la recuperación del botadero denominado “Piedras Gordas” se aplican adecuadamente?



Nota: Elaboración propia.

En cuanto a las técnicas alternativas aplicadas para la extinción del fuero somero (Figura 22), la opinión pública de la comunidad se mantuvo altamente positiva, respondiendo solo uno de los sujetos encuestados (0.31 %) haber estado “totalmente de acuerdo” con esta técnica, acompañado de otros 168 jefes de familia (52.66 %) que indicaron estar “de acuerdo” con la misma.

El desinterés de la comunidad, sin embargo, también estuvo presente en la evaluación de esta técnica, al indicar un pronunciado número de 136 sujetos ser “indiferentes” ante estas alternativas, posicionando la opinión pública en un 42.63 % de desconocimiento sobre su utilidad o propósito.

Asimismo, contestando un total de 9 personas (2.82 %) estar en “desacuerdo” y otros 5 sujetos encuestados (1.57 %) que manifestaron su disconformidad, indicando estar “en total desacuerdo” con estas técnicas.



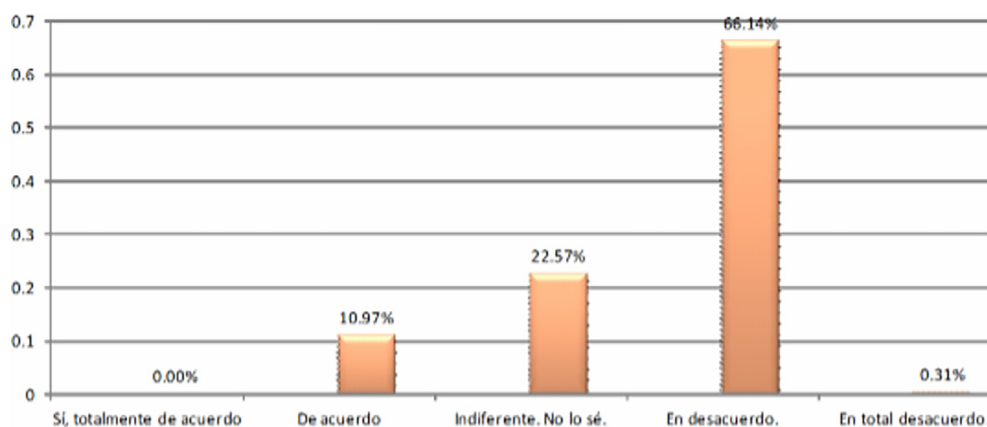


4.3.2 Variable Y: Recuperación Del Botadero De Residuos Sólidos

En cuanto a la variable “Y”, la cual no busca otra cosa sino confirmar los resultados obtenidos durante el proceso y con ello, el nivel de recuperación del área del botadero en la provincia de Palpa, encuestando a un total de 319 sujetos su conformidad e inconformidad con las operaciones realizadas en el vertedero y lo que de ello originó un mayor o menor nivel de contaminación en el área, quienes respondieron lo mostrado en la Figura 23 y siguientes.

Figura 23

¿Considera que el estado de los asentamientos y/o hundimientos del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

Según indica la Figura 23, en cuanto al estado de los asentamientos y/o hundimiento del botadero, la recepción de parte de la opinión pública fue escasa, indicando solo 35 sujetos encuestados (10.97 %) estar “de acuerdo” con su estado de recuperación, pero ninguno “totalmente de acuerdo”.



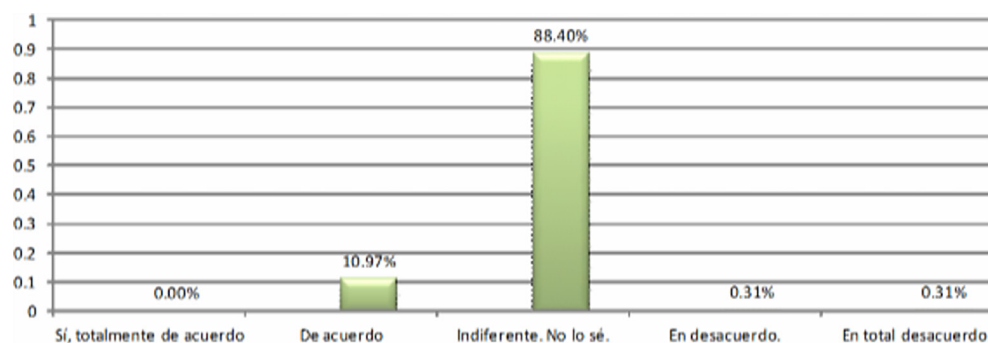


Asimismo, un total de 72 sujetos manifestó su “indiferencia” respecto al estado de los asentamientos, lo que es igual a un 22.57 % de desinterés por parte de los encuestados.

En cambio, el rechazo de la población se vio posicionado por encima del resto de opiniones, al indicar 211 encuestados (66.14%) encontrarse en “desacuerdo” con el estado de recuperación del área, mientras que solo uno de los sujetos (0.31%) respondió estar “en total desacuerdo”.

Figura 24

¿Considera que el estado de las supresiones estabilizadoras del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 24, solo 35 jefes de familia (10.97 %) indicaron hallarse “de acuerdo” con la recuperación del área, conforme el estado de las supresiones desestabilizadoras del botadero.

No obstante, un total de 282 sujetos (88.40 %) se mantuvo “indiferente” y en desconocimiento de los efectos de la misma en el área contaminada, sin poder distinguir su estado de “recuperación”.

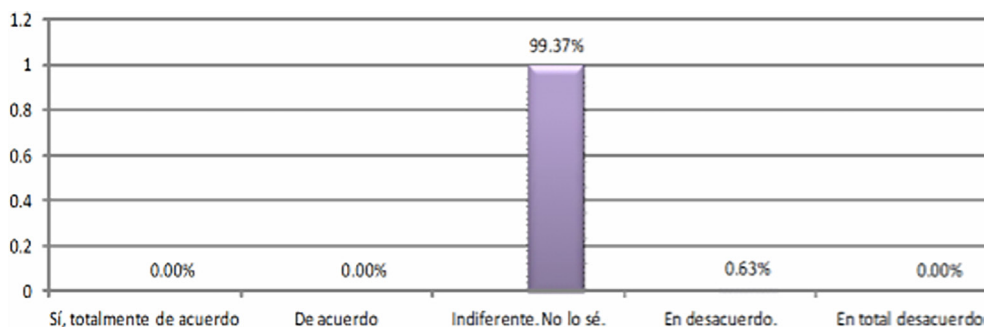
Entre los encuestados el rechazo público se posicionó en números bajos, indicando solo un encuestado (0.31 %) estar “en desacuerdo”, en conjunto a otro único sujeto (0.31 %) que indicó estar “totalmente en desacuerdo”.





Figura 25

¿Considera que el nivel de afectación paisajística del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

Según indican los resultados de la encuesta (Figura 25), la población no se encontró “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con que el nivel de afectación paisajística indique que la zona contaminada se encuentra recuperada.

Los sujetos encuestados, vale decir, se mantuvieron “indiferentes” a los cambios logrados a nivel de paisaje, indicando un total de 317 sujetos su desconocimiento o apatía por las resultas de la recuperación, lo cual simboliza un 99.37 % de la opinión pública.

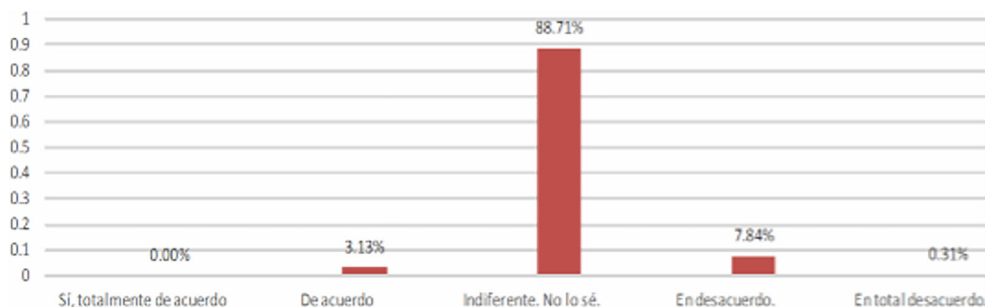
Por último, solo 2 sujetos (0.63 %) indicaron estar en “desacuerdo” con el estado de recuperación en el área afectada.





Figura 26

¿Considera que el estado de los desvíos de cauces cercanos al botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

En principio, solo 10 sujetos (3.13%) de los sujetos encuestados consideran y se hallan “de acuerdo” con que el estado de los desvíos de los cauces cercanos al botadero (Figura 26) demuestra la recuperación del área del botadero.

Sin embargo, un total alarmante de 283 personas posicionan la opinión pública en un 88.71 % de “indiferencia” respecto a estos, pasando desapercibida por la comunidad el nivel de recuperación obtenido.

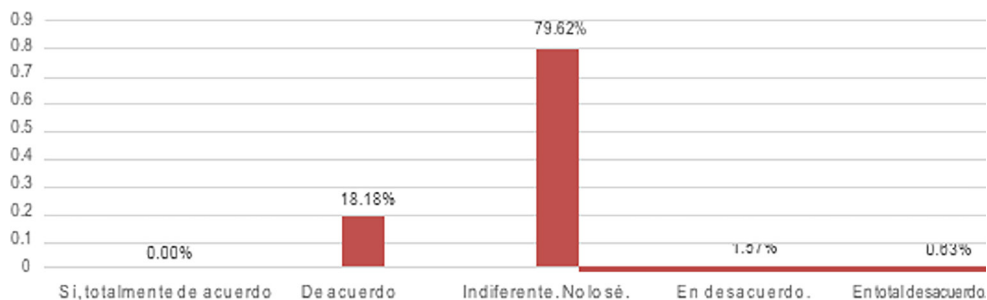
En cuanto al rechazo, al menos 25 jefes de familia (7.84 %) indicaron estar “en desacuerdo” con que el estado de los cauces desviados representa la recuperación del vertedero, mientras que, solo un encuestado (0.31 %) indicó estar “en total desacuerdo”.





Figura 27

¿Considera que el nivel de afectación del hábitat de animales y plantas cercanos al botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

Según los resultados de la Figura 27, indican 58 sujetos de la comunidad que se encuentran “de acuerdo” en un 18.18 % con que el nivel de afectación del hábitat de animales y plantas cercanas al botadero revela que el mismo se está recuperando.

Mientras que, un total de 254 personas (79.62 %) se mantuvo “indiferente” ante los posibles cambios que demuestran su recuperación.

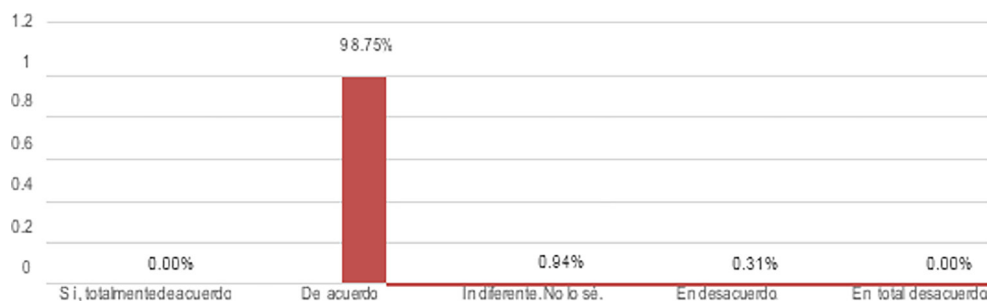
En cuanto a la negativa o rechazo de la comunidad, al menos 5 personas (1.57 %) indicaron estar “en desacuerdo” con que el nivel de afectación del hábitat demuestra la recuperación del área, acompañado de otras 2 personas (0.63 %) que establecieron estar en “total desacuerdo”.





Figura 28

¿Considera que la disponibilidad oportuna y adecuada de equipos, maquinarias y personal para recuperar el botadero de residuos sólidos demuestra que hay un trabajo sostenible para su recuperación?



Nota: Elaboración propia.

Acerca de las herramientas y recursos adecuados para la recuperación del botadero, la aprobación de la comunidad se encuentra en un alto punto de positividad, indicando un total de 315 encuestados estar “de acuerdo” con que existe un trabajo sostenible para la recuperación del vertedero gracias a la disponibilidad oportuna de equipos, lo que representa un 98.75 % de la opinión pública.

Así, solo 3 jefes de familiar se mantuvieron “indiferentes” ante este aspecto crucial para la recuperación del área.

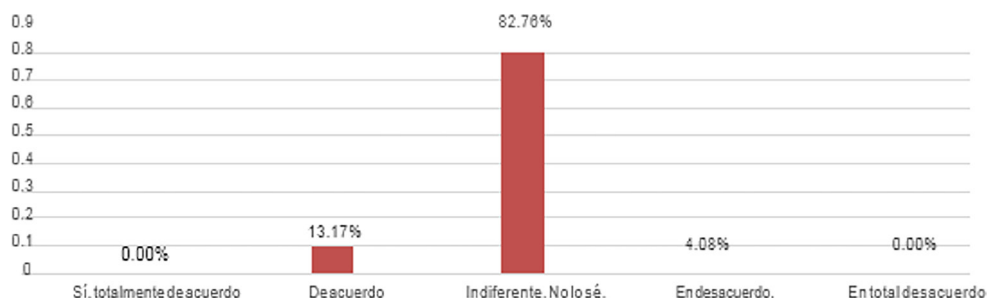
En contraposición, solo un sujeto estuvo “en desacuerdo” (0.31 %) con este efecto.





Figura 29

¿Considera que el monitoreo de programas, medidas y acciones para el control de impactos ambientales para recuperar el botadero de residuos sólidos demuestra que hay un trabajo sostenible para su recuperación?



Nota: Elaboración propia.

Al menos 42 personas (13.17 %) indicaron estar “de acuerdo” con que el monitoreo de programas y acciones ejercidas para el control de los impactos ambientales sí muestra un trabajo sostenible destinado a la recuperación del área (Figura 29).

Por otro lado, un total de 264 encuestados, que representan el 82.76 % de la opinión pública entre los jefes de familia, se mantiene “indiferente” respecto a la presencia o no del trabajo sostenible hasta ahora elaborado.

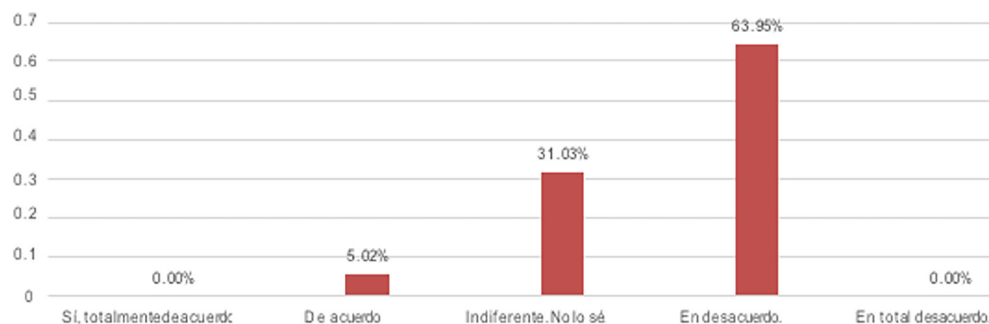
En última instancia, solo 13 de los encuestados (4.08 %) manifestaron su inconformidad, alegando estar “en desacuerdo” con estas apreciaciones.





Figura 30

¿Considera que el nivel de generación de lixiviados del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

Respecto al nivel de generación de lixiviados (Figura 30), en comparación con la producción inicial de estos en el área contaminada, solo 16 personas (5.02 %) indicaron estar “de acuerdo” con que el nivel actual indica que la zona del botadero está recuperada.

Un número mayor de encuestados, vale decir, específicamente 99 de ellos (31.03 %) señaló hallarse “indiferente” acerca de si el nivel de lixiviados supone o no una mejoría en el área.

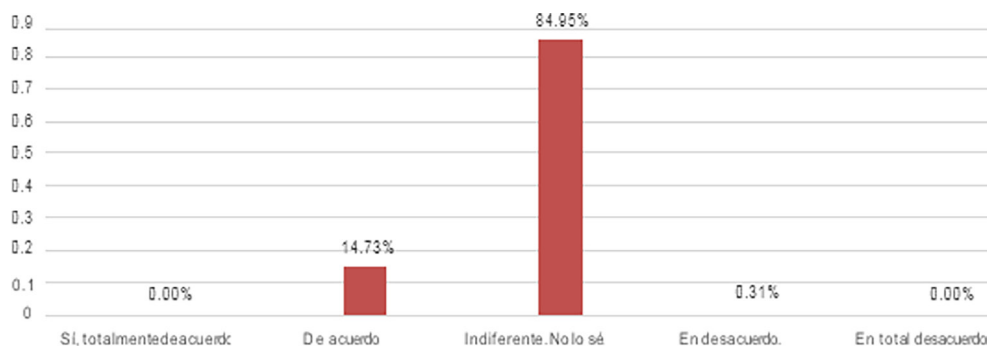
No obstante, un alarmante número de 204 sujetos encuestados respondieron estar “en desacuerdo”, desaprobando que la generación de lixiviados que se producen signifique a su vez la recuperación del área, lo que es igual a un 63.95 % de rechazo por parte de la comunidad.





Figura 31

¿Considera que el nivel de generación de gases del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

La opinión positiva de los encuestados se mantiene en números bajos respecto al nivel de generación de gases del botadero (Figura 31), respecto a los cuales solo 47 sujetos encuestados (14.73 %) manifiesta estar “de acuerdo” con que el nivel actual de los mismos indica que el área contaminada está en recuperación.

En cuanto al desinterés de la población, esta se posiciona en lo más alto de la gráfica, al responder 271 jefes de familia (84.95 %) que se encuentran “indiferentes” ante la posible mejoría que representan los niveles de gases emitidos.

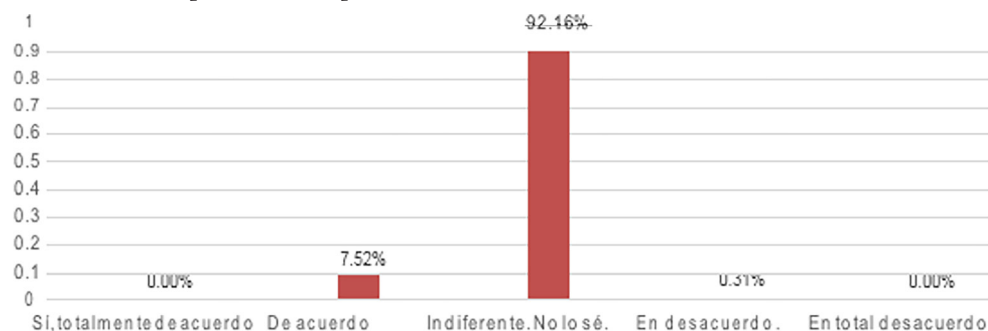
Asimismo, en cuanto al rechazo, solo una persona encuestada (0.31 %) indicó estar “en desacuerdo” con que este efecto supone la recuperación de la zona.





Figura 32

¿Considera que el nivel de generación de lixiviados del botadero de residuos sólidos indica que está recuperado?



Nota: Elaboración propia.

Sobre el nivel de generación de ruido (Figura 32), solo 24 jefes de familia encuestados (7.52 %) manifestaron encontrarse “de acuerdo” con que el nivel de ruido que proviene del botadero al día de hoy, indica un estado de recuperación.

No obstante, un gran número de participantes, específicamente 294 de los encuestados (92.16 %) respondió que se hallaba “indiferente” ante este efecto de recuperación en la zona del vertedero, ignorando pues si los niveles que ahora alcanzan suponen su recuperación.

Por último, solo uno de los encuestados (0.31 %) indicó estar “en desacuerdo” con que este síntoma sea efecto de la mejoría y/o recuperación del área.

4.4 Resultados

El propósito de la investigación realizada, como fue comprobado con resultados de la encuesta, es determinar la relación entre la “Variable 1: Elaboración del Plan de Cierre” y la “Variable 2: Recuperación de Botadero de Residuos Sólidos”, por lo cual, para lograrlo el presente estudio desglosó la Variable 1 en cinco dimensiones, cada una con su





propia hipótesis específica; la discusión de los resultados demuestra que, en cada caso presentado, se encontró una relación directa entre una dimensión de la Variable 1 y la Variable 2, lo que permitió demostrar las hipótesis planteadas en un inicio, teniendo como resultado que:

- 1) Existe una relación entre la “Dimensión X1” (Protección y control del botadero) y la “Variable 2”, por lo que, esto prueba que las medidas de protección como la instalación de cercas, casetas y letreros informativos son de gran importancia para la recuperación del botadero, demostrando así la Hipótesis Específica 1.
- 2) Asimismo, existe relación entre la “Dimensión X2” (Preparación del lugar en estudio) y la “Variable 2”, demostrando que actividades como la limpieza, el desmonte y el tratamiento del suelo son pasos necesarios a lograr para la futura recuperación del botadero, con lo que queda demostrada la Hipótesis Específica 2.
- 3) También existe relación entre la “Dimensión X3” (Compactación del suelo y aseguramiento de trabajos posteriores) y la “Variable 2”, lo cual, valida la importancia de un método de construcción adecuado, así como la nivelación del terreno, la instalación de sistemas de drenaje y chimeneas para la recuperación del botadero, demostrando así la Hipótesis Específica 3.
- 4) Este mismo análisis confirmó que existe relación entre la “Dimensión X4” (Control de vectores y olores, y recuperación del paisaje) y la “Variable 2”, cuestión que indica que acciones como la mezcla de residuos con tierra y cal, la compactación del suelo y su desinfección son efectivas para el control y la recuperación del área, obteniendo de ello la comprobación de la Hipótesis Específica 4.
- 5) Por último, se demostró que existe relación entre la “Dimensión X5” (Control de incendios) y la “Variable 2”, comprobando con esto que las medidas de seguridad como la disponibilidad de extintores y la





verificación visual de gases son fundamentales para la recuperación del área contaminada, demostrando la Hipótesis Específica 5.

Con esto en mente, la constatación de cada una de las dimensiones de la “Variable 1” con la “Variable 2” sometida a estudio, a efectos de determinar el nivel de asociación y relación entre las mencionadas, se empleó la Prueba de Normalidad entre las mismas, indicándolo en la Tabla 4.

Tabla 4

Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov*			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Elaboración del plan de cierre	0.171	319	0.191	0.947	319	0.489
Recuperación del botadero de residuos sólidos	0.171	319	0.191	0.955	319	0.635

Nota: Elaboración Propia.

* Se aplicó la corrección de Lilliefors

- Este valor representa un límite inferior de la significación real.
- A su vez, la corrección de Lilliefors se aplicó a la significación.
- En respuesta, dado que la significación (Sig.) de la Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov es de 0.191, la cual es mayor que 0.05, razón por la que se acepta la Hipótesis Nula (H_0). De esta forma, se puede concluir que el conjunto de datos sigue una distribución normal.

4.4.1 Contrastación de las Hipótesis

a. Contrastación de la Hipótesis Secundaria 1

Dimensión X1: Protección y control del botadero mediante colocación de caseta.

Variable Y: Recuperación del botadero de residuos sólidos.





La Tabla 5 muestra el cálculo del Coeficiente de Pearson (nivel de muestra).

Tabla 5

Contrastación de la Hipótesis Secundaria 1

Correlaciones			
		Protección y control del botadero mediante la colocación de caseta, cercos y letreros informativos	Recuperación del botadero de residuos sólidos
Protección y control del botadero mediante la colocación de caseta, cercos y letreros informativos	Corrección de Pearson	1	0.978
	Sig. (bilateral)		0.027
	N	21	319
Recuperación del botadero de residuos sólidos	Corrección de Pearson	0.978	1
	Sig. (bilateral)	0.027	
	N	319	11

Nota: Elaboración Propia.

Los resultados muestran una correlación positiva y fuerte entre las variables, tanto a nivel de muestra como de población, puesto que:

- 1) A nivel de muestra, el coeficiente de correlación de Pearson (r) es de 0.978, lo cual indica que las variables están muy fuertemente relacionadas. El valor es muy cercano a 1, lo que sugiere que a medida que una variable aumenta, la otra también lo hace de manera casi perfecta.
- 2) A nivel de población, el coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0.978 es diferente a cero, por lo que, es estadísticamente significativo ($p = 0.027$), dado que este valor (0.027) es menos que el nivel de significancia establecido ($\alpha=0.05$), rechazando así la hipótesis nula (H_0) y aceptando la hipótesis alternativa (H_1), teniendo así que: $H_1: r \neq 0$.





Esto confirma que existe una ASOCIACIÓN LINEAL REAL entre las variables en la población, no solo en la muestra realizada.

b. Contrastación de la Hipótesis Secundaria 2

Dimensión X2: Preparación del lugar en estudio.

Variable Y: Recuperación del botadero de residuos sólidos.

La Tabla 6 muestra el cálculo del Coeficiente de Pearson (nivel de muestra):

Tabla 6

Contrastación de la Hipótesis Secundaria 2

Correlaciones			
		Preparación del lugar en estudio	Recuperación del botadero de residuos sólidos
Preparación del lugar en estudio	Corrección de Pearson	1	0.834
	Sig. (bilateral)		0.017
	N	21	319
Recuperación del botadero de residuos sólidos	Corrección de Pearson	0.834	1
	Sig. (bilateral)	0.017	
	N	319	11

Nota: Elaboración Propia.

- 1) En cuanto a la constatación de hipótesis a nivel de muestra, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para evaluar la relación entre la “Dimensión X2 y la Variable Y”, teniendo por resultado 0.834, lo que indica una correlación positiva aceptable entre ambas variables, ya que el valor de “ r ” es mayor a cero.
- 2) En relación al análisis a nivel de población, dado que el coeficiente de Pearson ($r = 0.834$) es diferente de cero, por tanto, se acepta la Hipótesis





de Investigación (H_1) y se rechaza la Hipótesis Nula (H_0), esto valida la hipótesis que sugiere que existe una relación entre las variables.

Para confirmar la significancia de esta relación, se utilizó la prueba de significación bilateral, cuyo resultado fue de 0.017, de modo que, como este valor es igual o menor al nivel de significancia establecido ($\alpha=0.05$), concluyendo que existe una asociación lineal significativa entre la preparación del lugar y la recuperación del botadero.

c. Contrastación de la Hipótesis Secundaria 3

Dimensión X3: Compactación del suelo con el desnivel que asegure los trabajos.

Variable Y: Recuperación del botadero de residuos sólidos.

La Tabla 7 presenta el cálculo del Coeficiente de Pearson (nivel de muestra).

Tabla 7

Contrastación de la Hipótesis Secundaria 3

Correlaciones			
		Compactación del suelo con el desnivel que asegure los trabajos posteriores (*)	Recuperación del botadero de residuos sólidos
Compactación del suelo con el desnivel que asegure los trabajos posteriores (*)	Corrección de Pearson	1	0.943
	Sig. (bilateral)		0.021
	N	21	319
Recuperación del botadero de residuos sólidos	Corrección de Pearson	0.943	1
	Sig. (bilateral)	0.021	
	N	319	11

Nota: Elaboración Propia. * (drenaje, canales para captación de lixiviados, chimeneas de evacuación de gases y cubrimiento)





- 1) A nivel de muestra, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r) que resultó en un valor de 0.943, por lo que, dado que “ r ” es mayor a cero, se concluye que existe una muy buena correlación positiva entre las variables estudiadas.
- 2) Asimismo, a nivel de población, con un coeficiente de Pearson de 0.943 donde el valor es diferente de cero, se posible aceptar la hipótesis de Investigación (H_1) y rechazar la Hipótesis Nula (H_0), donde la hipótesis H_1 postula que “ r ” es diferente de cero ($H_1: r \neq 0$).

De tal manera, para verificar la correlación lineal, se consideró la significancia bilateral (Sig.) de la correlación de Pearson, la cual fue de 0.021, por lo que, debido a que la significancia es menor o igual que el nivel de significación ($\alpha=0.05$), se confirma que existe una asociación lineal significativa y muy buena entre las variables.

d. Contrastación de la Hipótesis Secundaria 4

Dimensión X4: Control de vectores y de olores y recuperación final del paisaje.

Tabla 8

Contrastación de la Hipótesis Secundaria 4

Correlaciones			
		Control de vectores y de olores y recuperación final del paisaje	Recuperación del botadero de residuos sólidos
Control de vectores y de olores y recuperación final del paisaje	Corrección de Pearson	1	0.856
	Sig. (bilateral)		0.018
	N	21	319
Recuperación del botadero de residuos sólidos	Corrección de Pearson	0.856	1
	Sig. (bilateral)	0.018	
	N	319	11

Nota: Elaboración Propia.





Variable Y: Recuperación del botadero de residuos sólidos.

La Tabla 8 presenta el cálculo del Coeficiente de Pearson (nivel de muestra)

- 1) En cuanto al análisis a nivel de muestra, el coeficiente de correlación de Pearson (r) obtenido fue de 0.856, y debido a que este valor es mayor a cero, se concluye que existe una correlación positiva aceptable entre las variables.
- 2) A nivel de población, dado que el coeficiente de Pearson (0.856) es diferente de cero, se acepta la Hipótesis de Investigación (H_1) y se rechaza la Hipótesis Nula (H_0), por lo que, esto implica que H_1 postula que “ r ” es diferente de cero.

En relación a ello, para verificar la correlación lineal, se consideró la significancia bilateral (Sig.), la cual resultó ser de 0.018, dado que el valor es menor o igual al nivel de significación establecido ($\alpha=0.05$) se confirma que existe una buena asociación lineal significativa entre las variables presentes.

e. Contrastación de la Hipótesis Secundaria 5

Dimensión X5: Control de incendios.

Variable Y: Recuperación del botadero de residuos sólidos.

La Tabla 9 presenta el cálculo del Coeficiente de Pearson (nivel de muestra):

- 1) A nivel de muestra, el coeficiente de correlación de Pearson (r) obtenido fue de 0.927, de modo que, como este valor es mayor que cero, puede concluirse que existe una excelente correlación positiva entre las variables sometidas a estudio.





Tabla 9

Contrastación de la Hipótesis Secundaria 5

Correlaciones			
		Control de incendios	Recuperación del botadero de residuos sólidos
Control de incendios	Corrección de Pearson	1	0.927
	Sig. (bilateral)		0.017
	N	21	319
Recuperación del botadero de residuos sólidos	Corrección de Pearson	0.927	1
	Sig. (bilateral)	0.017	
	N	319	11

Nota: Elaboración Propia.

- 2) Mientras que, a nivel de población, con un coeficiente de Pearson de 0.927, que es diferente de cero, se acepta la Hipótesis de Investigación (H_1) y se rechaza la Hipótesis Nula (H_0), esto significa que la hipótesis que establece que “r” es diferente de cero es validada.

En cuanto a la correlación lineal, se consideró la significancia bilateral, la cual fue de 0.017, dado que este valor es menor o igual que el nivel de significación establecida ($\alpha=0.05$), así, se confirma que existe una asociación lineal significativa entre las variables aludidas.

Este análisis ha demostrado que existe una asociación lineal entre las dos variables principales de la investigación, comprobado el presente estudio que cada una de las dimensiones que componen la “Variable X” (como variable independiente), tiene una relación directa con la “Variable Y” (la variable dependiente), este hallazgo no solo logró validar las hipótesis específicas del estudio, sino que también confirma la hipótesis principal; en este caso, la prueba de hipótesis realizada permitió que se pudiera ir más allá de los datos de la muestra para sacar conclusiones generalizables





sobre la relación entre las variables a nivel de toda la población estudiada, convirtiendo este método a las suposiciones iniciales en hallazgos verificables, proporcionando una base sólida y concluyente para las afirmaciones del estudio.

4.5 Conclusiones

En general, la presente investigación concluyó que existe una relación significativa entre la elaboración de un plan de cierre y la recuperación del vertedero de residuos sólidos “Piedras Gordas” en la provincia de Palpa – Ica (Perú), cumpliendo este hallazgo con el objetivo principal en que está basado este estudio, que es determinar cómo se relacionan estas dos variables; para ello, los resultados específicos del objeto de análisis detallan diversos componentes claves del plan de cierre que están directamente vinculados con la recuperación del vertedero, incluyendo dentro de esos componentes:

- 1) La protección y control, con la instalación de casetas, cercas y letreros informativos;
- 2) La preparación del sitio para condicionar el área;
- 3) El manejo del suelo, y la instalación adecuada de drenaje;
- 4) Control ambiental y paisajístico, respecto al control de plagas, gestión de olores y restauración final, que son significativos para la recuperación, y
- 5) La prevención de incendios, con la aplicación de medidas de control y prevención adecuadas.

La implementación de las medidas descritas para el plan de cierre del vertedero, ofrece la oportunidad de poder sacar provecho de un área contaminada, que bien puede garantizar nuevos activos ambientales,





económicos y sociales en la comunidad de Palpa, no solo en cuanto a la evidente reducción de contaminación por medio del control de lixiviados, evacuación de gases de vertedero y disminución de daño en las aguas y el aire para proteger el ecosistema local y la degradación ambiental, sino también en cuanto a una mejoría en la salud pública y el aumento de valor de la comunidad con un entorno más atractivo y seguro para vivir, llegándose a generar incluso más empleos dentro del entorno de los sujetos expuestos al vertedero, durante el tiempo dedicado a la recuperación.





REFLEXIONES FINALES

La formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos trasciende la mera tecnificación del manejo de desechos para lograr abordar dinámicas humanas y comunitarias, acobijando un enfoque que involucra activamente a la población en la planificación y ejecución del mismo, lo que fomenta la participación ciudadana, la educación ambiental y la sensibilización sobre la problemática (y su magnitud) de los residuos. Aquí la integración social permite conocer y comprender los hábitos de consumo y desecho de las poblaciones, así como también las percepciones locales, facilitando la adopción de prácticas a largo plazo, donde adquiere relevancia el componente de la equidad que procura alcanzar soluciones que no generan cargas desproporcionales, al reconocer el valor de las iniciativas sostenibles, pues el éxito de cada plan depende directamente de la interacción y colaboración social, transformando a los ciudadanos de meros receptores a agentes activos del cambio.

De esta manera, la determinación de mejores espacios naturales es sustancial y multifacética, porque a través de un análisis participativo se pueden identificar y valorar áreas ecológicas que las comunidades consideran de alta importancia, como lo son las fuentes de agua, bosques y zonas de biodiversidad, siendo zonas que deben ser protegidas de la deposición de residuos, garantizando que las decisiones técnicas tomadas en torno a ello respondan a un compromiso colectivo con la preservación





del patrimonio ambiental, logrando así un equilibrio y armonía entre el desarrollo de infraestructuras y la conservación natural, siendo además de necesario, una imposición de la normativa que las autoridades responsables deban asegurar una gestión de residuos adecuada, amigable con el medio ambiente y que promueva la recuperación del área degradada a futuro.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva Hurtado, J. (2006). *Análisis de Estabilidad de Taludes*. Universidad Nacional de Ingeniería.

André, F. J., y Cerdá, E. (2005). *Gestión de Residuos Sólidos Urbanos: Análisis Económico y Políticas Públicas*. Cuadernos Económicos de ICE, 71, 71-91.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2012). *Manual para la Elaboración de Planes de Cierre de Botadero*. ANA.

Bernache, G. (2015). *La Gestión de los Residuos Sólidos: Un reto para los Gobiernos Locales*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 72-98.

Bernal, C. (2012). *Metodología de la Investigación*. [Archivo PDF] <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Chávez, M. (2015). *Los Pasivos Ambientales Mineros: Diagnóstico y Propuestas*. [Archivo PDF] <https://muqui.org/wp-content/uploads/2024/02/pasivosambientales2015.pdf>



- Canosa Usera, R. (2004). *Constitución y Medio Ambiente* / pról. de Pablo Lucas Verd: presentación y selección de jurisprudencia de Castañeada Otsu, Susana Ynes. Jurista.
- Concytec. (2021). *Plan de Cierre y Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el Botadero de "San José" – Andahuaylas, Apurímac*. Repositorio ALICIA.
- C, Urbano. & J, Yuni. (2012). *Técnicas para Investigar: Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación*. [Archivo PDF] <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2016/01/T%C3%A9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>
- Das, B. M., y Sivikugan, N. (2018). *Principales of Geotechnical Engineering (9th ed.)* Cengage Learning.
- Defensoría del Pueblo. (2022). *Defensoría del Pueblo demanda clausura inmediata del Botadero Pampas de Reque de Chiclayo*. <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-demanda-clausura-inmediata-del-botadero-pampas-de-reque-de-chiclayo/>
- Delahaye, C. H. (2018). *Sistemas de Cobertura para el Cierre Final de Pilas de Lixiviación de Minerales*. En XIV Jornadas Argentina de Tratamiento de Minerales. Universidad Nacional de Catamarca. <https://riaa-tecno.unca.edu.ar/bitstream/handle/123456789/394/34-Delahaye.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, R. (2021). *Capacitación y Fortalecimiento Institucional para la Gestión Ambiental en el Perú: Retos y Oportunidades*. Revista de Derecho Ambiental. Recuperado de JSTOR.
- Guevara, A. (2020). *Los Delitos Ambientales y su Incidencia en la Responsabilidad Civil de las Empresas Privadas en la Región de Lambayeque, 2018*. [Tesis





- de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6930>
- Herrera, J. (2018). *Concepción, Diseño e Ingeniería de un Proyecto de Minería*. Madrid. https://oa.upm.es/70259/3/Concepcion-Diseno-Ingenieria_Proyecto_DPMB1T1_R0-20181005.pdf
- Mandujano, M. I., Félix, A., y Martínez, A. M. (1981). *Biogás, Energía y Fertilizante a partir de Desechos Orgánicos*. OLADE, serie de publicaciones especiales N 6, México.
- Mendoza Mamani, O. M. (2022). *Derecho de Propiedad y el Saneamiento Físico Legal de Predios Urbanos bajo posesión informal en la Municipalidad Provincial de San Román, 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada San Carlos]. https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/688/Olinda_Maribel_MENDOZA_MAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio del Ambiente – MINAM (2009). *Guía Metodológica para la Formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS)*.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2013). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de un Relleno Sanitario Manual y una Celda Transitoria*. Lima: MINAM. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/GUIA_relleno-sanitario.pdf
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Misión y Visión*. <https://www.minam.gob.pe/el-ministerio/mision-y-vision/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2012). *Guía para el Cierre Técnico de Botaderos*. Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. <https://s4991ff22c06ab43d.jimcontent.com/download/version/1654028987/module/8386841563/name/>





Gu%C3%ADa%20para%20el%20Cierre%20T%C3%A9cnico%20de%20Botaderos_compressed.pdf

Montejo, J. C. (2010). *Elaboración de una Herramienta en Excel que permita el cálculo de la cantidad de Gas Metano y Lixiviados producido en un relleno sanitario, aplicado al Municipio de Saba de Torres, Santander*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

OEFA – Publicaciones.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2001). *Directrices relativas a los Sistemas de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. OIT. https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_112630/lang--es/index.htm

Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos*. [Archivo PDF] <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128201237.pdf>

Perú. Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM: Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial El Peruano.

Perú. Poder Ejecutivo. (2016). Decreto Legislativo N.º 1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ministerio del Ambiente.

Perú. Poder Ejecutivo. (2020). Decreto Legislativo N.º 1501: Decreto Legislativo que modifica el Decreto Legislativo N.º 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Pérez, R. (2017). *Plan de Cierre y Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el Botadero de “San José” – Andahuaylas, Apurímac*. [Archivo PDF]. <https://repositorio.lamolina.edu>.





pe/server/api/core/bitstreams/9290c846-741a-44c4-9555-f8ef38bdb8e7/content

Pérez, G. & Orellana, R. (2011). *Metodologías y Diseño Conceptual: Plan de Cierre y/o Abandono*. [Archivo PDF] http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6500/UCE6998_01.pdf

Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Hoja de Ruta para el Cierre Progresivo de los Basurales en América Latina y el Caribe*. (2021). [Archivo PDF] http://ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2021/06/Roadmap_ES.pdf

Rondón Toro, E. Szantó Narea, M., y Pacheco, J. F. (2016). *Guía General para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Santiago, Chile: CEPAL, Naciones Unidas.

Sacachipana, D. y Yerva, P. (2021). *Estudio Geotécnico para el Diseño y Estabilidad del Botadero de Desmonte en el Distrito de Chala provincia de Caravelí – Región Arequipa*.

Scharff, H. & Gronert, R. (2015). Documento Guía sobre la Reducción de las Emisiones de Gases de Vertedero. [Archivo PDF] https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia_gas_vertederos/es_def/adjuntos/guia_gas_vertederos.pdf

Tello et al. (2018). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. [Archivo PDF] <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-libro-aidis.pdf>

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. (1993). *Gestión Integral de Residuos Sólidos: Principios y Práctica del Saneamiento Ecológico*. MC Graw-Hill.





- Umaña, G., Gil, J., Salazar C., Stanley, M., y Bessalel, M. (2003). *Guía para la Gestión de Residuos Sólidos Municipales. Programa Ambiental Regional para Centroamérica*. PROARCA.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (1993). *Solid Waste Landfills: Landfill Liners and Covers*. EPA/530/SW-93/001.
- Universidad Católica de Santa María. (2017). *Evaluación ambiental del cierre del botadero del distrito de Mollendo, provincia de Islay, departamento de Arequipa*. Repositorio Institucional.
- Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de Biogás. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/4/as400s/as400s.pdf>





EDITORIAL
NAVEGANTE