

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Uso de caucho reciclado para la obtención de
planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de
Arequipa, provincia de Arequipa 2022**

Jimmy Alonso Nuñez Ludeña

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : FELIPE GUTARRA MEZA
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : JOSÉ VLADIMIR CORNEJO TUEROS
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 24 de noviembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "USO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA OBTENCIÓN DE PLANCHAS HIDRO-TERMO_ACÚSTICAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA 2022.", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) JIMMY ALONSO NÚÑEZ LUDEÑA, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:15) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, JIMMY ALONSO NÚÑEZ LUDEÑA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 46964534, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "USO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA OBTENCIÓN DE PLANCHAS HIDRO-TERMO_ACÚSTICAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA 2022.", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

24 de 11 de 2023.

La firma del autor y del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

USO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA OBTENCIÓN DE PLANCHAS HIDRO-TERMOACÚSTICAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA 2022.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	ingenieriamecanicacol.blogspot.com Fuente de Internet	4%
2	faolex.fao.org Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.ecured.cu Fuente de Internet	1%
5	members.tripod.com Fuente de Internet	1%
6	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%

9	idoc.pub Fuente de Internet	1 %
10	vsip.info Fuente de Internet	1 %
11	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
12	definicion.de Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.continental.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1 %
21	www.cib.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	bibliotecas.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
24	EVALUACION Y GESTION AMBIENTAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA EVAGAM S.A.C.. "DIA para el Proyecto Planta de Tratamiento de Residuos Cajamarquilla- IGA0012802", R.D. N° 00138-2020-SENACE- PE/DEIN, 2021 Publicación	<1 %
25	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	es.wikiversity.org Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

30	purl.org Fuente de Internet	<1 %
31	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
32	www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co Fuente de Internet	<1 %
33	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
34	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
35	Esmail Gholami, Hassan Afshin, Mohammad Sharghi, Mohammad Charkhtab Basim. "The Effect of Tire-Recycled Steel Fibers on the Mechanical, Environmental, and Economic Performance of Ultra-High Performance and Ordinary Concretes under Steam Curing Conditions", Journal of Materials in Civil Engineering, 2023 Publicación	<1 %
36	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
37	GRUPO SACRAMENTO VASQUEZ SANCHEZ INGENIEROS S.A.C. - GRUPO SVS INGENIEROS S.A.C.. "EIA del Proyecto de Explotación y Beneficio Minero Inmaculada-	<1 %

IGA0003888", R.D. N° 319-2012-MEM/AAM,
2020

Publicación

38	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
40	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
41	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1 %
42	Submitted to Sabanci Universitesi Trabajo del estudiante	<1 %
43	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
44	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositoriodemo.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
47	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	gobpe-production.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1 %

49	www.ruv.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
50	Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE Trabajo del estudiante	<1 %
51	ORGANISMO NO GUBERNAMENTAL ORGANIZACION PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE - ONG ODS. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario y Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos de la Localidad de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque-IGA0003709", R.D. N° 069-2013/DSB/DIGESA/SA, 2020 Publicación	<1 %
52	repositorio.esge.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	vlex.com.pe Fuente de Internet	<1 %
55	CHUQUICHAICO SAMANIEGO ELIAS EDILBERTO. "EIA del Proyecto Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Añaspampa - Huancayo-IGA0003682", R.D. N° 0126-2010/DIGESA/SA, 2020 Publicación	<1 %

56	<p>INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "ITS del Proyecto Mejora Tecnológica en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), a Implementarse en la Planta Dedicada a la Actividad de Producción de Bebidas Alcohólicas-IGA0018511", R.D. N° 00584-2021-PRODUCE/DGAAMI, 2022</p> <p>Publicación</p>	<1 %
57	<p>repositorio.ucsg.edu.ec</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
58	<p>repositorio.udh.edu.pe</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
59	<p>www.uniovi.es</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
60	<p>ANDRADE CAYCHO EDGAR. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos No Municipales y Municipales Yacucatina - San Martín-IGA0000038", R.D. N° 1485-2015/DEPA/DIGESA/SA, 2020</p> <p>Publicación</p>	<1 %
61	<p>OIKOS CONSULTORIA AMBIENTAL S.A.C.. "DIA del Proyecto Almacenes de Nitrato de Amonio y Polvorines-IGA0016750", R.D. N° 013-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022</p> <p>Publicación</p>	<1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words

ASESOR

Dr. José Vladimir Cornejo Tueros

AGRADECIMIENTOS

A mi amada mi madre, a mi amado mi padre y mis amadas hermanas.

DEDICATORIA

A todos los pensadores disruptivos, que se vuelcan en dudar todo, incluso de sí mismos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I:	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Problema general.....	2
1.1.2. Problema específico	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. General	2
1.2.2. Específicos	2
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.3.1. Ambiental.....	4
1.3.2. Social	4
1.3.3. Económica.....	4
1.3.4. Tecnológica.....	4
1.4. Hipótesis y descripción variables.....	5
1.4.1. Hipótesis general.....	5
1.4.2. Hipótesis específicas	5
1.4.3. Variable independiente	5
1.4.4. Variable dependiente.....	5
CAPÍTULO II:	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.	10
2.1.3. Antecedentes locales	12
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Neumáticos fuera de uso	13

2.2.2. Cauchos.....	16
2.2.3. Planchas hidro-termo-acústicas.....	28
2.2.4. Zonas con presencia de residuos sólidos en Arequipa	30
2.2.5. Definición de términos básicos.	38
CAPÍTULO III:.....	40
METODOLOGÍA.....	40
3.1. Método y alcance de la investigación	40
3.1.1. Método de la investigación: método deductivo.....	40
3.1.2. Tipo de investigación: investigación aplicada	40
3.1.3. Alcance de la investigación: alcance exploratorio	40
3.1.4. Diseño de la investigación: diseño pre experimental	41
3.2. Población y muestra	41
3.2.1. Población.....	41
3.2.2. Muestra.....	41
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.3.1. Técnicas	42
3.3.2. Instrumentos.....	42
3.4. Procedimiento experimental.....	43
3.4.1. Proceso de reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de caucho reciclado.....	43
3.5. Técnicas y análisis de las características de la plancha hidro-termo-acústica	50
3.5.1. Identificación de la utilidad mediante análisis y pruebas a plancha hidro-termo-acústicas	50
3.5.2. Características para la reutilización del caucho reciclado.....	51
3.5.3. Viabilidad de neumáticos fuera de uso (NFU).....	52
3.5.4. Impacto en el ambiente por el uso de caucho reciclado	54
3.5.5. Utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas	55
3.5.6. Tipo de tecnologías para la obtención de caucho reciclado	56
3.5.7. Beneficio social del uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas	57
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. Resultados	58
4.1.1. Utilidad de las planchas hidro-termo-acústicas.....	58
4.1.2. Reutilización del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas.....	67

4.1.3. Viabilidad de acceso a neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa	76
4.1.4. Impacto en el ambiente del uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas.....	85
4.1.5. Utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas.	85
4.1.6. Tipo de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas	93
4.1.7. Beneficio social que tiene el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas.....	94
4.2. Discusión de resultados.....	94
CAPÍTULO V	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1. Conclusión General.....	99
5.1.1. Conclusiones Específicas	99
5.2. Recomendaciones.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables	6
Tabla 2: Importación de suministros inter Anual 2019-2021.	14
Tabla 3: Metas graduales de recolección.	54
Tabla 4: Cantidad de neumáticos para conversión a granulado de neumáticos.	58
Tabla 5. Neumático de Automóvil tipo II -Valores mínimos de energía de roturas	60
Tabla 6: Medidas de plancha hidro-termo-acústica.	60
Tabla 7. Pesaje de plancha	61
Tabla 8. Peso total por metro cuadrado.....	61
Tabla 9: Mediciones térmicas.	62
Tabla 10: Ensayo de deflexión.....	63
Tabla 11: Datos de medición de panel.	64
Tabla 12: Coeficiente de transmisión de sonido.	66
Tabla 13. Dimensiones de plancha hidro-termo-acústica.	75
Tabla 14: Peso por metro cuadrado.....	75
Tabla 15: Peso de metro cuadrado de plancha.	75
Tabla 16: Uso de caucho por mínimo viable.	76
Tabla 17: Desecho de neumáticos por mes.....	76
Tabla 18: Recolección de datos en encuesta sobre NFU.	77
Tabla 19:Matriz de identificación de peligros evaluación de riesgos y medidas de elección..	79
Tabla 20: Recolección de datos: cantidad de neumáticos comercializados.	84
Tabla 21: Recolección de datos: peso de caucho por mes	84
Tabla 22: Comparativa de costos.	85
Tabla 23: Costo de mano de obra.....	86
Tabla 24: Costos de maquinaria.....	86
Tabla 25: Costos variables.	87
Tabla 26: Costos fijos.	87
Tabla 27: Estructura de costos.	88
Tabla 28: Precio unitario de plancha metálica.	88
Tabla 29: Análisis del punto de equilibrio	89
Tabla 30: Comparativo térmico.	90
Tabla 31: Densidad de muro.	91
Tabla 32: Peso por metro cuadrado.....	91
Tabla 33: Resistencia de compresión - capacidad de carga.	91
Tabla 34: Categorización de elementos de plancha-hidro-termo-acústica.....	92
Tabla 35: Comparativa de costos	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tasa de crecimiento anual del PIB 1950 – 2019.	13
Figura 2. Residuos según la norma técnica peruana Ntp900.58	16
Figura 3. Estructura Química del Caucho natural.....	17
Figura 4. Plantación de Hevea brasiliensis con las características incisiones en los troncos que interceptan los canales laticíferos.	17
Figura 5. Proceso de extracción de caucho en Hevea brasiliensis por corte y precipitación de su savia.....	19
Figura 6. Secado de láminas de caucho natural.	19
Figura 7. Cadena química caucho del sintético SBR.....	20
Figura 8. Proceso de caucho sintético.....	25
Figura 9. Sistema de información para la gestión de residuos sólidos.....	31
Figura 10. Relleno sanitario Quebrada Honda.....	34
Figura 11: Mapa de riesgos de relleno sanitario Quebrada Honda.	35
Figura 12. Visita técnica a relleno sanitario de Quebrada Honda.....	35
Figura 13. Área de acceso a relleno sanitario de Quebrada Honda.	36
Figura 14. Área de Acceso de relleno sanitario de Quebrada Honda.	36
Figura 15. Balanza electrónica de relleno sanitario de Quebrada Onda.	37
Figura 16. Destalonado hidráulico de neumáticos.	43
Figura 17. Secado de neumáticos al aire libre.	44
Figura 18. Llantas almacenadas en zigzag.....	44
Figura 19. Trituración primaria de neumáticos.....	45
Figura 20. Grano después de ser granulado por segunda vez.	46
Figura 21. Grano después de ser granulado por primera vez.....	47
Figura 22. Componentes separados (pos triturado de NFU).....	47
Figura 24. Material granulado por segunda vez.....	48
Figura 25. Costales para almacenamiento de granulado.....	49
Figura 26. Métodos de caracterización de neumáticos.	51
Figura 27. Características de residuos sólidos municipales.....	55
Figura 28. Mediciones de plancha hidro-termo-acústica	61
Figura 29. Prueba de medición térmica en el panel hidro-termo-acústico.....	62
Figura 30. Prueba de flexión a panel.	63
Figura 31. Prueba de compresión.....	64
Figura 32. Punto límite de prueba de compresión.	65
Figura 33. Comparación de presión sonora de materiales.	65
Figura 34. Tendencia de coeficiente de transmisión de sonido.	66

Figura 35. Materia prima.	67
Figura 36. Verificación de granulado	67
Figura 37. Aglomerado de granulado de neumático.	68
Figura 38. Moldeado y compactado de granulado de caucho.....	68
Figura 39. Plancha termo-acústica PRECOR.	69
Figura 40. Rollo de lámina metálica de 3mm.	69
Figura 41. Planchas TR4.....	70
Figura 42. Moldeado a TR4.....	70
Figura 43. Medición y marcado de vetas.	71
Figura 44. Modelado a escala	71
Figura 45. Moldeado de vetas metálicas.....	72
Figura 46. Plancha TR4	72
Figura 47. Corte y moldeado para inserción de molde de granulado de caucho.....	73
Figura 48. Presentación y pegado de plancha TR4.....	73
Figura 49. Plancha-hidro-termo-acústica.....	74
Figura 50. Modelo gráfico de dimensiones de plancha hidro-termo-acústica.	74
Figura 51. Puntos de monitoreo de Av. Sepúlveda.....	77
Figura 52. Punto de equilibrio.	90
Figura 53. Costo de plancha-cidro-termo-acústica	93
Figura 54. Túnel de criogenización.	93

RESUMEN

El siguiente estudio tiene como finalidad el determinar el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región Arequipa, considerando que un pequeño porcentaje de este material es reaprovechado para la reutilización de sus componentes químicos y físicos; el uso comercial de los productos como, por ejemplo, la venta de las mallas metálicas halladas en el interior de los neumáticos fuera de uso (NFU); el reencauchado para la segunda vida útil de los componentes o el reciclaje en sí, como el uso de NFU para usos derivados, dentro de los cuales el más importante es el aprovechamiento de sus propiedades para usar su elasticidad en partes impermeables.

En este sentido, en la tesis determina la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa en el año 2022, mediante el granulado de caucho, provenientes de NFU tipo II, usados generalmente como neumáticos convencionales, demostrando de manera óptima el reaprovechamiento de un total aproximado de 2962.08 toneladas anuales retiradas de botaderos municipales o rellenos sanitarios municipales.

Palabras clave: planchas, NFU, hidro, termo, acústico.

ABSTRACT

The purpose of the following study is to determine the use of recycled rubber to obtain hydro-thermo-acoustic sheets in the city of Arequipa, Arequipa region, considering that a small percentage of this material is reused for the reuse of its chemical components and physical; the commercial use of the products, such as the sale of metal mesh found inside end-of-life tires (NFU); retreading for the second useful life of the components or recycling itself, such as the use of NFU for derivative uses, among which the most important is the use of its properties to use its elasticity in waterproof parts.

In this sense, the thesis determines the obtaining of hydro-thermo-acoustic sheets in the city of Arequipa, Arequipa region in the year 2022, through rubber granulation, coming from NFU type II, generally used as conventional tires, demonstrating optimally the reuse of an approximate total of 2962.08 annual tons removed from municipal dumps or municipal landfills.

Keywords: plates, NFU, hydro, thermo, acoustic.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el alto crecimiento económico y poblacional en el Perú, con un promedio multianual en el periodo 2000 al 2020 es del 4% (1), determina consecuencias positivas en nuestro entorno social, entre ellas se encuentra la alta demanda vehicular en los participantes de la sociedad - personas jurídicas como personas naturales - que muestran un mayor interés por la adquisición de vehículos para distintos fines. Desde el 2018 hasta el 2020 se adquirieron 94970 vehículos (2) en el Perú, demostrando el crecimiento del sector y el mercado dependiente al mismo, ya que en la mayoría de acciones del ser humano las consecuencias se ven determinadas de manera reactiva; en este particular caso, no tuvo excepción la alta producción e importación de neumáticos que rebasó la capacidad de asimilación y reciclaje de nuestras principales urbes. En el 2019, el recojo de residuos sólidos municipales llegó a más de 23,605.364 toneladas en todo el país (3), esta consecuencia del crecimiento se volvió, en un inicio, un problema de carácter volumétrico (entendiéndose por la capacidad de espacio que ocupan estos residuos no peligrosos en áreas que pudieran ser aprovechadas para otros residuos) y fueron pasando por problemas de contaminación ambiental, al impactar directamente con cuencas, riachuelos, valles, en este caso, de la ciudad de Arequipa, cauces de ríos como el rico Chili (4), botaderos, vertederos municipales y en especial las quemas de los mismos neumáticos para reducción de volumen.

En los últimos años se vio una fuerte corriente de responsabilidad ecológica, en el trabajo de reciclaje de materiales sobre los residuos sólidos y los neumáticos fueron uno de los principales protagonistas de esta intención, por su alto impacto medio ambiental, su alta capacidad de contaminación aérea, si es expuesto a flamas, y su alta resistencia a la degradación. Si bien es cierto, estas propiedades generan un gran impacto negativo, el enfoque de esta tesis presenta estos valores con un enfoque de reaprovechamiento y de reciclaje, para obtener una puesta en valor de demanda orgánica hacia la ciudadanía.

Por tal motivo se presenta el uso de este material con un enfoque de sus propiedades al uso civil, con la creación de planchas hidro-termo-acústicas, dando una segunda vida útil a un subproducto, con el aprovechamiento de sus capacidades de resistencia.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Se ha evidenciado que, a lo largo de los años, el crecimiento del parque automotor ha ido en aumento. Los datos que arroja la página web de la Asociación Automotriz del Perú detallan que desde 2015 hasta el 2019 la inmatriculación (inscripción legal del vehículo hacia escrituras del estado) de vehículos totales por mes son entre 28,662 y 46,926 unidades (5).

El uso de neumáticos sin la posibilidad de reutilizar (reciclados, reencauchados) generando un alto índice de cambio y desecho de los NFU. Los neumáticos importados desde el 2015 hacia el 2020 tiene un total de 2,499,756,161, representando un ingreso mensual en promedio de 5,786,473 neumáticos (6), donde luego son desechados, en su mayoría, ubicados en vertederos y botaderos municipales (7), aumentado de una manera alarmante el volumen de NFU's en la ciudad de Arequipa. Siendo esta una problemática global a raíz de la alta resistencia al desgaste por factores externos, como lo son el climático, biológico y por radiación natural, es por este motivo que se determinó el posible uso de este material con propiedades y activos rentables en distintos sectores, dando como primer enfoque el uso de complementos de construcción o alternativo de materiales para la edificación.

Se evidencia el alto impacto ambiental cuando el neumático pasa a ser un residuo sólido no reaprovecharle (8), a diferencia de distintas capacidades de degradación y reaprovechamiento como podrían ser el cartón o el papel, o la descomposición rápida, como sucede en los desechos alimenticios.

Teniendo como parte de los derechos del individuo “a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida” (9), e intentando buscar soluciones se plantearon dos problemáticas: la primera es la acumulación de este material en botaderos municipales y vertederos ilegales que acrecientan el volumen y la capacidad de almacenamiento de los mismos, generando una nueva demanda volumétrica de botaderos haciendo de los mismos poco viable; y la segunda problemática es el no aprovechamiento de este material. El interés es generar una utilidad de este material para obtener beneficios sociales y ambientales al dar una segunda vida útil en un sector con alta demanda de crecimiento y que está en busca de

materiales de innovación para la obtención de resultados amigables con los ecosistemas y el ambiente.

1.1.1. Problema general

¿Cómo usar el caucho reciclado para elaborar planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región Arequipa?

1.1.2. Problema específico

- a) ¿Qué utilidad tendrán las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?
- b) ¿Cómo podrá reutilizarse el caucho reciclado, para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?
- c) ¿Es viable encontrar los neumáticos fuera de uso (NFU) para poder convertirlo en caucho reciclado y elaborar planchas hidro-termo-acústica en la ciudad Arequipa, región Arequipa?
- d) ¿Generará algún impacto en el medio ambiente, por el uso de caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas, en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?
- e) ¿Tendrá utilidad económica las planchas hidro-termo-acústicas, en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?
- f) ¿Qué tipo de tecnologías o técnicas son aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?
- g) ¿Qué beneficio social tiene el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro termo acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.

1.2.2. Específicos

- a) Identificar la utilidad de las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa.

- b) Definir la reutilización del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- c) Analizar qué tan viable es encontrar los neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa, región Arequipa.
- d) Identificar el impacto en el medio ambiente por el uso caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas, en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- e) Determinar la utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- f) Identificar el tipo de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- g) Conocer qué beneficio social tiene el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.

1.3. Justificación e importancia

Evidenciado desde el inicio de la actividad humana, en base al tiempo, existe un crecimiento ascendente del uso de insumos para la realización de la voluntad propia del individuo y las sociedades, como en la creación de la rueda desde el antiguo Egipto y la antigua Mesopotamia hace unos 5000 años a.c. (10), como apoyo mecánico y su funcionalidad en distintas actividades, es por eso que se vio la manera de usar materiales que en su medida cumplan mejor las demandas y los requerimientos de distintas actividades, desde la agricultura, hasta el transporte humano y de materiales.

En ese sentido, el neumático fue la mejor opción para cumplir con la función mediadora entre la parte móvil y la parte fija de un vehículo, la elasticidad, dureza, amortiguación y adherencia fueron las propiedades que hicieron de este producto un elemento crucial para cualquier vehículo.

Existiendo una alta demanda en el parque automotor por los neumáticos en todas sus categorías, composiciones y funciones, por parte de la sociedad, observando más sus ventajas que sus desventajas, las mismas que no fueron visibilizadas a largo plazo y sus consecuencias cuando se transforman en desecho y la transformación de esta importante pieza vehicular a un residuo sólido no peligroso.

1.3.1. Ambiental

A razón del alto interés ambiental sobre la contaminación en la ciudad de Arequipa y por el uso que se dé a los neumáticos en desuso, como combustible para uso artesanal de fabricación de ladrillos o para la quema de los mismos en las protestas ciudadanas para el cierre de carreteras o en lugares resaltantes de la ciudad (11), es de un alto interés realizar el estudio ya que se obtendrá un resultado de alto aprovechamiento, generando una utilidad derivada después de su eliminación de primera vida (uso de neumáticos en el sector automotor para fines de transporte).

1.3.2. Social

El impacto generado en los botaderos municipales son uno de los más importantes factores a analizar, ya que el reaprovechamiento volumétrico total es afectado para otros tipos de residuos sólidos; es decir dar una mayor eficiencia volumétrica y reaprovechamiento de espacios de administración municipal para los botaderos en la ciudad Arequipa (12), dando otros procesos a los residuos sólidos que no tiene una segunda vida útil directa, como lo tienen los neumáticos y sus derivados.

1.3.3. Económica

La necesidad sobre la adquisición de los recursos como neumáticos para su uso, generando continuidad en los procesos comerciales, da en consecuencia por la cantidad de neumáticos desechados en la ciudad de Arequipa, menos los neumáticos reutilizados en distintos sectores como recicladores o empresas reencauchadoras, ya que el volumen es mayor, se encuentra en una capacidad de creciente de la demanda de esta materia prima considerada sostenible en base al tiempo por la necesidad de mercado del parque automotor y su constante crecimiento ya que existe una proporcionalidad de crecimiento en base a la demografía de la ciudad de Arequipa.

1.3.4. Tecnológica

Existen distintos procesos de reaprovechamiento de materiales, como la reutilización o reinserción de residuos sólidos para la obtención de sub productos o permitiéndoles una segunda vida útil. La tecnología permite desarrollar con mayor eficiencia la obtención de resultados esperados, es por ese motivo que el reaprovechamiento de propiedades de los NFU, dan un alto valor a la sociedad en la medida en que se dan mejores condiciones de uso de materiales para determinados sectores, como en el rubro de la construcción.

1.4. Hipótesis y descripción variables

1.4.1. Hipótesis general

Se puede usar el caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Tendrán utilidad las planchas hidro-termo-acústicas elaboradas con caucho reciclado en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa.
- Tendrá reutilización el caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- Habrá viabilidad al hallar neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad Arequipa, región Arequipa.
- Existen impactos en el ambiente por el uso de caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas de botaderos municipales, torrenteras y centros de acopio en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- Existe utilidad económica en las planchas hidro-termo-acústicas, para ser sostenibles a lo largo del tiempo en ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- Existen tipos de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.
- Existen beneficios sociales en el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.

1.4.3. Variable independiente

a) V.I. Caucho reciclado

Definición: es el producto resultante de la reutilización de los NFU que, por sus propiedades y su larga vida, después de su primer uso en el sector automotor, mantiene características reaprovecharles y reciclables para otros fines.

1.4.4. Variable dependiente

b) V.D. - Planchas hidro-termo-acústicas

Definición: panel aislante para muros y fachadas y núcleo de caucho reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso NFU, con capacidades hidro-termo-acústicas.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES							
TIPOS DE VARIABLE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIÓN	INDICADORES	
VARIABLE INDEPENDIENTE	V.I. Caucho reciclado.	El caucho reciclado es el sub producto de los neumáticos fuera de uso que, por sus propiedades, después de su primer uso en el sector automotor, mantiene características reaprovecharles y reciclables para otros fines.	Se utilizarán partículas granuladas de caucho reciclado como materia prima para la elaboración del núcleo aislante y se determinara las cantidades necesarias para la elaboración de las planchas hidro-termo-acústicas.	Recolección de neumáticos	Movimiento comercial de neumáticos	N° de NFU	
					Existencia de procedimiento de desecho de neumático	Presencia de procedimiento	
					Venta de neumáticos con malla metálica	Cantidad de NFU con malla	
					Venta de neumáticos con nailon	Cantidad de NFU con nylon	
					Clasificación de neumáticos	Características técnicas	Tipo de neumáticos
						Características del caucho	Físicos
Propiedades	Químico						
VARIABLE DEPENDIENTE	V.D. Planchas hidro-termo-acústicas	Las planchas hidro-termo-acústicas son un panel aislante para muros y fachadas con núcleo de caucho reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso NFU, con capacidades hidro-termo-acústicas, enfocando en el reaprovechamiento del granulado de caucho teniendo	Se tomarán pruebas físicas y para determinar las capacidades y las funcionalidades de las planchas hidro-termo-acústicas.	Utilidad de la plancha	Dimensiones	M2/kg	
					Aislamiento térmico	Grados Centígrados (°C)	
					Deflexión	Fallo de Deflexión (cm)	
					Compresión	Kg/cm2	
					Aislamiento acústico	Coefficiente de transmisión de sonido(sTL)	

una viabilidad eficiente y asequible

		Hercios (Hz)
		Destalonado
		Lavado y desinfección
		Secado
		Trituración
Reutilización del caucho reciclado	Proceso de reciclado de neumáticos fuera de uso - NFU	Granulado
		Pulverización
		Almacenado
		Aglomeración y compactación
Viabilidad de acceso a neumáticos fuera de uso (NFU)	Cantidad de neumáticos fuera de uso (NFU) por mes	Unidades/mes
	Cantidad de cauchos reciclados por mes	Kg/mes
Impacto en el medio ambiente	Reaprovechamiento de caucho reciclado	Ton/año
Utilidad económica de las planchas	Estructura de costos	Punto de equilibrio
Tipos de tecnologías	Identificación de tecnología	existencia de nuevo proceso
Beneficio social	Creación de nuevos empleos	Número de trabajadores contratados.

Fuente : Elaboración propia

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la investigación, desarrollada el 2023, titulada “Development and Research of Recyclable Composite Metamaterial Structures Made of Plastic and Rubber Waste to Reduce Indoor Noise and Reverberation” (13) de acuerdo con la Política de Gestión de Residuos de la Unión Europea, el reciclaje y la reutilización de diversos residuos se considera la tecnología de eliminación de residuos más ecológica y avanzada con el menor impacto en el medio ambiente. Al aplicar los principios de la economía circular los desechos plásticos extenderán su ciclo de vida y se utilizarán como materias primas secundarias para crear estructuras con buenas propiedades de aislamiento acústico y absorción. Las estructuras creadas a partir de metamaterial con plástico se estudiaron por sus propiedades de absorción de sonido en un tubo de impedancia. El diseño logró un buen pico de absorción de sonido a 315 Hz de 0,94. Los resultados muestran que las estructuras combinadas de plástico y caucho pueden integrarse en las estructuras de los edificios y usarse como una alternativa para mejorar la acústica de los edificios y reducir el ruido y la reverberación.

En el artículo de investigación titulada “The Effect of Tire-Recycled Steel Fibers on the Mechanical, Environmental, and Economic Performance of Ultra-High Performance and Ordinary Concretes under Steam Curing Conditions” (14), el autor demuestra que el uso de materiales reciclados puede ayudar a solucionar la contaminación provocada por el desarrollo industrial, que tiene graves e irreparables consecuencias sobre el medio ambiente, además de reducir los costes de producción del hormigón armado con fibras. Por lo tanto, en el presente estudio, los efectos del uso de fibras de acero recicladas de llantas en las propiedades mecánicas del concreto de ultra alto desempeño y concreto ordinario, incluyendo la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, resistencia residual a la flexión, tenacidad y módulo elástico, han sido evaluados. Además, se ha calculado el coeficiente de impacto ambiental y coste para conseguir un hormigón sostenible y respetuoso con el medio ambiente y se ha comparado con hormigones sin fibras recicladas. Los resultados muestran que el uso de fibras de acero reciclado de llantas en ambos tipos de concreto mejora las propiedades mecánicas. Además, la evaluación ambiental y el análisis de costos mostraron que el uso de

fibras recicladas tiene efectos positivos en la reducción del impacto ambiental y el costo del concreto.

En tanto, en el trabajo de tesis titulada “Reciclado de neumáticos para la fabricación de láminas impermeabilizantes en la construcción” (15) donde su objetivo general fue analizar la viabilidad del granulado de los neumáticos fuera de uso (NFU) para láminas impermeabilizantes en la construcción. La propuesta indica en que las líneas de producción de algunas obras de edificación se generan residuos desechables y no desechables por las siguientes razones: por prácticas de producción, por falta de atención de la industria y/o a raíz de dificultades técnicas de reciclado, las cuales son eliminadas en totalidad. Solo cuando se puede garantizar la justificación de los costos y la valoración de los productos obtenidos a partir de residuos sólidos reciclados, se intenta justificar la inversión óptima para aplicarlo en este sistema de aprovechamiento de residuos.

En la tesis titulada: “Aprovechamiento del granulado caucho reciclado para la elaboración de adoquines ecológicos como alternativa a la industria constructiva” (16) el autor tuvo que analizar las propiedades del caucho recuperado de los gránulos de neumáticos usados para su reaprovechamiento en conversión a una segunda vida útil en forma de adoquines para la construcción. El planteamiento de la tesis se presenta desde la preconcepción del uso de gránulos de neumáticos fuera de uso ya reciclados, sustituyendo material granulométricamente aceptados y comúnmente usados como grava, asfalto y/o aditivos, como parte de morteros para la elaboración como principales materiales en proyectos edificativos, partiendo de ello los adoquines. El contenido de la tesis planteada desarrolla y da en consecuencia las resoluciones del análisis sobre las capacidades fisicoquímicas de variadas cantidades, cuya extensión de otros materiales se sustituyeron proporcionalmente por gránulos de neumáticos reciclados en distintos porcentajes. Se probaron en base a ensayos de las capacidades físicas de las cantidades en comparativa con similares tradicionales por pruebas de filtración, compresión, flexo-tracción y durabilidad.

En la tesis titulada “Eliminación de tintes mediante adsorbentes preparados a partir de residuos de neumáticos fuera de uso” (17), el autor analiza las propiedades de los gránulos de neumáticos para la reducción de tintes industriales. El enfoque económico y social desarrollado en la tesis se relaciona con el crecimiento de la demanda de origen, la demanda de uso y la subsiguiente demanda de llantas de desecho, en paralelo con el crecimiento de las llantas de desecho. La preocupación ciudadana por los problemas ambientales generales aumentó con el desarrollo de esta llanta. Los RRSS (residuos sólidos) se recolectan en rellenos sanitarios municipales o rellenos sanitarios formales e informales, aumentando el potencial de reutilización, reciclaje y

recuperación de materiales, así como la cuantificación. De esta forma, se investigó la importancia del tipo de quemador utilizado, así como las propiedades del proceso de pirolisis o fusión del carbón y los residuos bituminosos como anteriores a las propiedades del material. Reducir la cantidad total de tinturas de los líquidos lixiviados es complejo, además son compuestos que plantean importantes desafíos ambientales por su alta contaminación y el gran volumen de agua tinturada que generan las industrias, especialmente en la industria manufacturera de exportación.

En la tesis titulada “Investigación con fibra reciclada de neumático (f.r.n.) para aplicaciones acústicas” (18) el investigador determina la idoneidad de las resistencias acústicas de las fibras recicladas de neumáticos, donde halla que para lograr las mejores condiciones para construir el siguiente panel dará como resultado la mejor calidad de absorción de sonido en determinadas ondas de frecuencia sonoras de las más bajas a las más amplias. El moldeo se realiza mediante un molde cara a cara, de este material, revestido con una tapa cónica tipo pistón, en el que se utiliza uniformemente una determinada masa de hilo y se coloca el molde en prensas con placas calefactoras, tape, las roscas bajando el émbolo a un cierto nivel, utilizando energía térmica hasta alcanzar la temperatura especificada en cada muestra, y permaneciendo en estas condiciones durante un cierto período.

En la tesis titulada: “Estudio de paneles de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para uso comercial” (19), el objetivo general fue aplicar la reducción de contaminación acústica intermediando entre el contaminante y el agente contaminado de elementos intermedios de reducción sonora con materiales reciclados derivados de las propiedades del caucho reciclado, donde el lograr las mejores condiciones para construir su próxima placa dará como resultado la mejor calidad de sonido, en un rango de frecuencia más amplio. La fundición a presión se realiza cara a cara, de este material, recubierta de un casquete tipo pistón cónico, en el que se aplica uniformemente una determinada masa de alambre y se coloca el molde en una prensa con placas calientes.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la investigación para optar por el título grado de doctorado en Ciencia Tecnología y Ambiente denominado: “Relleno elastomérico para pavimentos asfálticos en climas de altura mediante el reciclado de neumáticos” (20), el objetivo general fue implementar y entender la complementariedad de la inserción de los granulados y sus propiedades, en asfaltos de los sectores alto andinos dando una viabilidad aceptable para su uso y reaprovechamiento del residuo sólido en que se convierte el neumático después de finalizar su vida útil. De acuerdo con este supuesto, la composición y temperatura aproximada de la mezcla asfalto-caucho se

entienden con las normas de las guías viales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En esta tesis se analizó el dinamismo de las variables volumen de caucho y temperatura de mezclado y su interacción con las capacidades del caucho asfáltico. El resultado de la unión de sus propiedades es mejorar la relación deportiva original del asfalto y soportar el gradiente térmico de las sierras bolivianas y peruanas, especialmente de las regiones alto andinas, aumentando la durabilidad del pavimento. Es decir, las mezclas de asfalto y caucho tienen un efecto positivo sobre el pavimento, se ha confirmado la evidencia existente. Todas las mediciones se hicieron en los laboratorios del Instituto del Asfalto de Arequipa en el último trimestre de 2016 porque están mejor capacitados y contruidos para preparar muestras de asfalto en caliente.

En la tesis titulada: “Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con la incorporación de porcentajes de caucho triturado de neumáticos” (21), el autor determina las competencias técnicas del caucho reciclado, midiendo su efectividad y analizando los resultados, así dar posibilidad de mayor uso como materia prima del neumático fuera de uso, en la construcción de adobes compactados. El propósito de esta propuesta fue obtener los resultados de la compresión axial de adobes comprimido mezclando caucho triturado de llantas de desecho en porcentajes aproximados de 1.00%, 2.50% y 5.00%, creando posibles opciones de reciclaje en Cajamarca- Perú, esto permitirá disminuir la ya severa contaminación por residuos sólidos, eliminando la aparición de impactos de llantas. La presentación propuesta es que la resistencia del adobe poroso compactado a la compresión axial se incrementa en un diez por ciento (10%) al mezclar un uno por ciento (1%), dos puntos y medio por ciento (2.5%) y cinco por ciento (5%) de caucho de neumáticos fuera de uso. Para aclarar esta hipótesis, se han ejecutado un total de ochenta (80) adobes compactados, veinte (20) de ellos no se mezclan con caucho de neumáticos, veinte (20) se mezclan con uno por ciento (1%) de caucho de neumáticos y veinte (20) se mezclan con dos, punto cinco por ciento (2.5%) de caucho de neumáticos, se mezclan con un cinco por ciento (5%) de caucho de neumáticos triturado.

En la tesis titulada: “Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de Pirolisis” (22), se buscó certificar la capacidad técnica y económica que tiene una planta de reciclaje, como principal proceso de ejecución operativa y administrativa se tendrá los protocolos de pirolisis verificando su viabilidad y demostrando las capacidades de esta propuesta. El objetivo principal de la propuesta es activar un modelo de negocio viable para una planta de reciclaje de neumáticos fuera de uso, que permita, por pirolisis, obtener diésel comercial, y brindar servicios de certificación ambiental del producto. Y esto es finalmente, de acuerdo con los certificados internacionales requeridos, recojo de llantas de empresas del sector minero en Perú. El proyecto comercial justifica el mayor

desarrollo de la industria minera peruana, mayor sostenibilidad ambiental en las empresas mineras, mayor control estatal, mayor escasez de gasóleo en los distintos mercados regionales del Perú y la necesidad de certificación ambiental del público objetivo. Aunque la pirolisis es más costosa que otros procesos, tiene ventajas comparativas sobre procesos similares, como la producción de subproductos comercialmente valiosos, que brindan ventajas significativas, ya que no producen contaminantes a largo plazo.

2.1.3. Antecedentes locales

En la tesis titulada: “Análisis del efecto Socioeconómico de un Botadero de Residuos Sólidos en la Ciudad de Arequipa en el año 2018” (23), el autor estudia e interpreta las consecuencias socioeconómicas de las actividades de los botaderos verificando las actividades de reciclaje y sus posteriores finalidades respecto al botadero el cebollar en el distrito de Paucarpata, ciudad de Arequipa, en el año 2018. Esta propuesta propone analizar los aspectos sociales y económicos derivados del relleno sanitario para residuos sólidos municipales; para este procedimiento la investigación se realizó en el relleno sanitario de residuos sólidos “El Cebollar” ubicado en las cercanías de Paucarpata. En términos económicos, los principales productos comercializados o almacenados (de los cuales los recicladores informales son un importante contribuyente a esta actividad de relación peligrosa) han demostrado ser compatibles con plásticos P.E.T, cartones, latas de metal y goma, como veremos en uno de los factores sociales, datos económicos clave, son los estimados de 307,85 kg por semana, generan un ingreso de doscientos noventa soles con veintisiete centavos S/.290.27 nuevos soles por semana por ventas en esa fecha, mediante la donación de residuos recuperados a un negocio registrado. Tener en cuenta estos datos, como el riesgo de muerte por exposición a factores y mediadores externos, en comparación con otros dominios reduce la probabilidad de exposición a peligros para los individuos que reinciden en el sistema informal.

En la tesis titulada: “Estudio de factibilidad para la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos usados en la ciudad de Arequipa” (24), el objetivo general fue verificar la aceptabilidad económica y ambiental del nacimiento de una empresa de reencauchado de neumáticos en la ciudad de Arequipa, región Arequipa verificando vectores tanto ambientales como económicos. En el primer inciso, se describen los objetivos generales, también los puntuales del proyecto y la racionalidad del mismo. En el segundo Capítulo, el impulso principal que suma a la viabilidad del proyecto es en la intención del análisis y el marco de referencia del análisis crítico. En el Capítulo tres, definieron la investigación del sector, y

estos estudios se centran principalmente en toda la investigación. En el capítulo cuarto, para el mercado objetivo, denominado investigación técnica, identificar herramientas y métricas que puedan identificar las capacidades y técnicas del proyecto para mejorar los diversos elementos de la implementación y el desarrollo del proyecto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Neumáticos fuera de uso

2.2.1.1. Oferta y demanda de neumáticos

En estas últimas décadas la economía peruana tiene una tendencia alcista a un promedio anual de 3,8% (25), acrecentó una gran demanda nacional, paralelo a la demanda global de materiales industriales y no industriales.

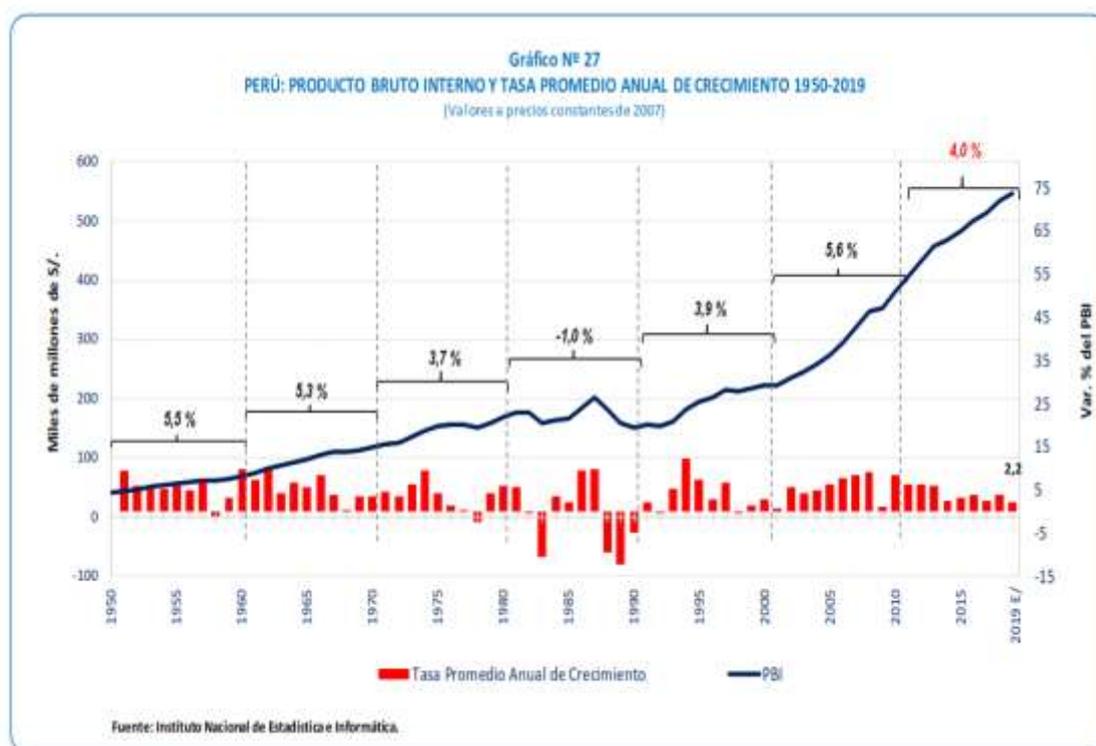


Figura 1. Tasa de crecimiento anual del PIB 1950 – 2019. Tomada de Instituto nacional de estadística e informática (25).

Por esta razón el uso de los neumáticos a nivel nacional se incrementó un 16% interanual entre el 2019 y el 2021 (26 pág. 39).

Tabla 2: Importación de suministros inter anual 2019-2021.

Tipo de suministro	Dic-19	Dic-20	Nov-21	Dic-21	Var. % Dic21/ Dic20	Var. % Dic21/ Nov21	Acum. Dic 2020	Acum. Dic 2021	Var % Acum.	% Part Acum. Nov 2021
Neumáticos	41,659,562	42,661,221	42,777,346	63,170,077	48.1%	47.7%	379,372,203	508,193,193	34.0%	25.7%
Lubricantes	22,085,670	28,654,840	20,550,492	34,240,071	19.5%	66.6%	237,761,261	363,092,885	52.7%	18.4%
Partes de Motor	22,362,713	26,713,960	23,157,802	28,525,853	6.8%	23.2%	220,253,765	309,359,576	40.5%	15.6%
Filtros	12,147,213	13,660,009	15,547,863	18,041,987	32.1%	16.0%	127,336,494	176,326,959	38.5%	8.9%
Otros consumibles	8,363,329	9,000,252	9,937,835	11,921,020	32.5%	20.0%	80,588,123	114,209,241	41.7%	5.8%
Partes eléctricas	5,913,504	6,825,763	7,899,156	8,058,167	18.1%	2.0%	60,496,346	90,014,052	48.8%	4.6%
Sistema de transmisión	6,553,563	7,624,272	6,652,303	9,007,987	18.1%	35.4%	67,659,793	83,999,153	24.1%	4.2%
Partes de carrocería	6,521,219	10,078,498	5,828,306	7,667,672	-23.9%	31.6%	50,298,484	70,661,151	40.5%	3.6%
Baterías	3,389,960	4,553,687	2,661,223	3,715,682	-18.4%	39.6%	38,545,748	47,972,952	24.5%	2.4%
Sistema de frenos	3,852,425	4,021,777	4,179,211	4,421,376	9.9%	5.8%	33,017,495	45,009,129	36.3%	2.3%
Sistema de suspensión	3,296,525	3,074,228	3,430,796	3,720,099	21.0%	8.4%	24,789,914	42,431,201	71.2%	2.1%
Accesorios	2,580,618	3,056,778	2,018,908	3,456,936	13.1%	71.2%	23,342,454	29,135,398	24.8%	1.5%
Productos de caucho	1,759,372	2,029,189	2,118,942	2,373,787	17.0%	12.0%	17,133,627	26,568,972	55.1%	1.3%
Ruedas y sus partes	1,374,110	2,481,508	1,655,889	2,568,818	3.5%	55.1%	16,866,802	22,905,860	35.8%	1.2%
Sistema de dirección	1,645,322	1,484,712	1,469,369	1,686,185	13.6%	14.8%	12,225,867	18,432,768	50.8%	0.9%
Ejes y diferencial	744,841	1,211,395	1,057,867	747,472	-38.3%	-29.3%	10,085,328	12,125,662	20.2%	0.6%
Sistema de enfriamiento	1,094,090	1,253,722	715,286	967,776	-22.8%	35.3%	9,443,071	10,217,086	8.2%	0.5%
Sistema de escape	315,176	394,687	693,428	537,862	36.3%	-22.4%	4,292,247	6,556,691	52.8%	0.3%
Total	145,659,213	168,780,499	152,352,021	204,828,828	21.4%	34.4%	1,413,509,021	1,977,211,931	39.9%	100.0%

Nota: tomada de GEE-AAP (27).

Debido a la elevada aglomeración de neumáticos fuera de uso (NFU) en botaderos municipales y zonas de acopio formal e informal, es necesario identificar una solución mediante la aplicación de economía circular (28 págs. 30-32). En las corporaciones que lo producen, la vida útil del producto tiende a alargarse más o a reutilizarse para otra cadena de producto, esto está cada vez más presente en la ideología de quien produce la mercancía es el encargado de las consecuencias en toda su vida útil (29 pág. 27).

En el país aún no existen normativas específicas para la disposición final de los neumáticos; sin embargo, sí existen normativas para los residuos sólidos (RRSS) en general (30). En la Agenda Nacional de Acción Ambiental (A.N.A.A) 2021, Se ha mencionado los procesos de la gestión correcta de todos los residuos sólidos (RRSS), incluyendo llantas usadas (31), pero se describe de manera general, no especifica normativa ni procesos para todos los tipos de residuos sólidos, tampoco existen proyectos actuales del Congreso que se enfoquen en el tema.

2.2.1.2. Clasificación de neumáticos fuera de uso como residuos sólidos (RRSS)

La ley vigente que regula los residuos sólidos (RRSS) en la nación es el decreto legislativo número D.L. N°1278, siendo su reglamento el Decreto Supremo N°014-2017-MINAM caracterizando en el anexo “V” (cinco), el cual explica y detalla los residuos sólidos no peligrosos en su lista “B” y su sublista “B3” que indica los “residuos que contengan principalmente constituyentes orgánicos que pueden contener metales y materiales inorgánicos” (32) y su codificación es:

- a) B3040 Residuos de cauchos, siempre que no estén mezclados con otros residuos:
 - Residuos y desechos de caucho duro (por ejemplo, ebonita).
 - Otros residuos de caucho (con exclusión de los residuos especificados en otro lugar).
- b) B3080 residuos y recortes de caucho.

Cabe agregar que según las normativas anteriores como base y la norma técnica peruana Ntp900-058-2019, para los neumáticos fuera de uso NFU en la categoría de: “Residuos sólidos del ámbito de gestión municipal” (33): el código de color es verde, ya que entra en la categoría de reaprovecharle, tomando en consideración que el NFU no esté en contacto directo o indirecto con residuos peligrosos, viéndose afectada su composición físico/química o almacene características biológicas externas propias de los residuos biológicos peligrosos; por tal motivo, la norma técnica permite segmentar los NFU en la categoría de residuo sólido no peligroso

aprovechables. Si no presentan algún material o aceite contaminante, en ese caso se incluirían en la categoría de peligrosos, siendo descartados para la reutilización como materia prima para las planchas hidro-termo-acústicas, pudiendo ser almacenados en cilindros con esta connotación

En la situación de los residuos sólidos del ámbito de gestión no municipal (33): el código de color es negro, pudiéndose almacenar de manera diferenciada de los residuos sólidos no reaprovecharles, tomando en consideración la premisa sobre los residuos sólidos peligrosos, al no verse expuestos a los mismos.

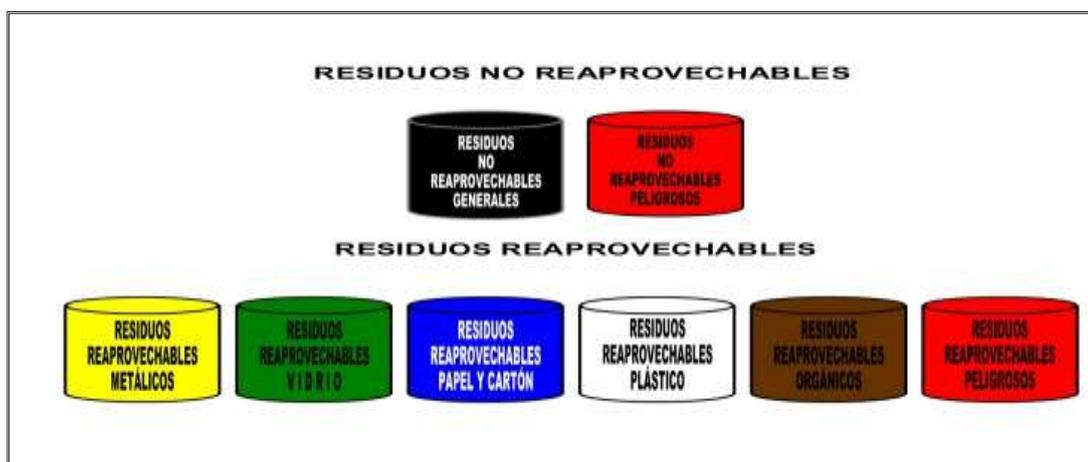


Figura 2. Residuos según la norma técnica peruana Ntp900.58

2.2.2. Cauchos

2.2.2.1. Explicación de procedencia de caucho

El polímero flexible denominado caucho, con una estructura química: “cis-1,4 – poliisopreno” en términos descriptivos, es un polímero de isopreno o 2-metilbutadieno. C₅H₈ se visualiza como una masa blanca y opaca (llamada látex) (34) extraída en forma de savia proveniente de muchas plantas diferentes, pero también se puede producir sintéticamente de manera industrial. (35)

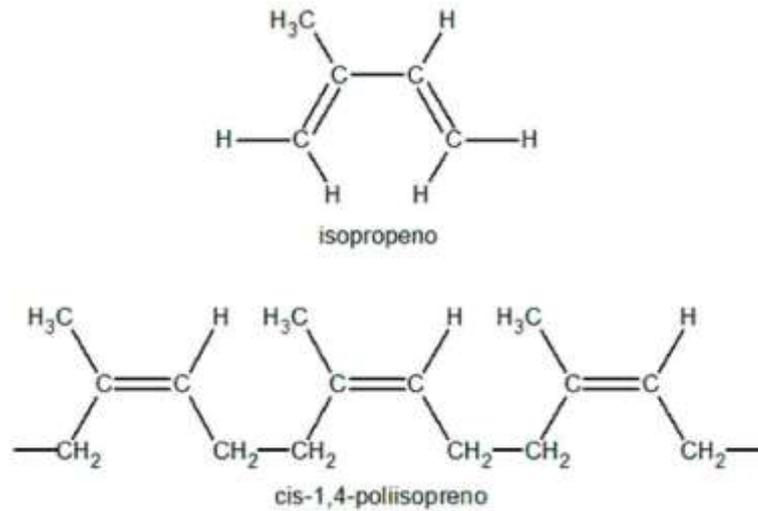


Figura 3. Estructura Química del Caucho natural. Tomada de: Materiales utilizados en elementos mecánicos extraído de muhaz.org (36).

El mayor porcentaje de extracción de látex con un enfoque industrial, en gran parte del mundo se realiza de plantas de la familia Euphorbiaceae, del género botánico *Hevea*, con su nombre completo "*Hevea brasiliensis*". como otras plantas de las que se extrae el látex son, por ejemplo, el Ficus '*Euphorantonius cruznavs*' y el diente de león común. El caucho se obtiene también de otras especies como *Urceola thuna* de Asia y *Funtumia thuna* del contiene africano en la zona occidental. (37).



Figura 4. Plantación de *Hevea brasiliensis* con las características incisiones en los troncos que interceptan los canales laticíferos. Tomada de Monaco Nature Encyclopedia (38).

También puede adquirirse, con los mismos intereses el látex de castilla elástica, *KalulePatenium argentatum* y *Guttapercha Palaquium gutta* (39). Asimismo, las distintas de

estas especies, como la gutapercha, son isómeros transgénicos lo que quiere decir que son modificados genéticamente para su mayor eficiencia, con la similar composición bioquímica, y algunas son de los mismos productos pero con diferente consistencia. Antes de que el caucho natural sea reemplazado por la evolución del caucho sintético de manera industrial.

Los árboles de caucho de hoy se cultivan comúnmente en grandes plantaciones, a veces en grandes fábricas de neumáticos, donde se utilizan variedades genéticamente modificadas para mejorar la producción de látex. Las regiones más productivas se encuentran en las áreas africanas, indo-asiáticas y latinoamericanas como lo son Vietnam China, México, y Brasil, grandes plantaciones de caucho en África tropical, Guinea, Liberia y el Congo, pero actualmente la producción se lleva a cabo principalmente en el sudeste asiático como en India y Singapur (40).

2.2.2.2. Características del caucho

El látex proveniente del caucho se elabora en plantaciones industriales a partir de semillas que se riegan de 2 a 3 veces al día; en 3 semanas el árbol ya llega a un nivel y cuerpo al punto de pasarlo al suelo fértil. Antes de este ciclo, el árbol se trata haciendo un injerto. La plantación se gestiona y trabaja en la tierra de plantación y se mantiene hasta 8 años donde ya se puede empezar a aprovechar la plantación. El proceso se completa con unas etapas previas: primero se realiza el drenaje, un sistema que consiste en cortar la corteza del árbol en un punto medio, para no matar el árbol; debido a este corte, se filtra un elástico de manera fluida y normal, se deja escurrir hasta que el fluido cede por 3 a 4 días en recipientes que se encuentran debajo descendiendo por gravedad por abajo del corte realizado (39). Una vez que se recolecta la savia, el elástico se traslada a la planta de aglomeración donde se manipula mediante la aplicación de sustancias químicas para oscurecerlo y luego compactarlo, para entregar paquetes o volúmenes de elástico, generalmente de 35 kilogramos, donde luego se realizarán distintos procesos para elaboración de otros productos (41).

Una de sus cualidades esenciales es que posee magníficas propiedades de flexibilidad y protección frente a ácidos y sustancias solubles. Es repelente al agua, protegiendo contra la temperatura y el poder. Se desintegra eficazmente frente a petrolatos, bencenos e hidrocarburos (15).

El caucho natural generalmente se vulcaniza a interacciones de temperaturas altas, el proceso principal es calentarlo y agregar azufre (S16) o selenio (SE34) (42), conectando posteriormente las cadenas elastoméricas para trabajar en su protección contra las variaciones de temperatura y la flexibilidad. El caucho puro en su estado inalterado es un material blanquecino e incoloro.



Figura 5. Proceso de extracción de caucho en *Hevea brasiliensis* por corte y precipitación de su savia. Tomado de: Extracción de caucho por parte de Rueda Carolina (43).

El tipo de caucho denominado “más simple” y común es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya estructura química es “C₅H₈”. Este se encuentra a temperatura ambiental, tiene comportamiento de densidad líquida cuando se expone a temperaturas alrededor de menos de ciento noventa y cinco grados centígrados (195) °C, el caucho virgen se convierte en un sólido y con propiedades distintas. De cero (0) grados a diez (10) grados centígrados, se resquebraja y tiene una tonalidad opaca. Por encima de los veinte (20) °C grados se vuelve blando, maleable y transparente. Por el amasado mecánico o calentamiento por encima de los cincuenta grados Celsius (50) °C, el caucho adquiere una textura viscosa. A temperaturas a partir de doscientos (200) °C grados y superiores se descompone.

El caucho tiende a ser insoluble en agua, alcalinos o ácidos débiles, es más soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y di-sulfuro de carbono. Con oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con oxígeno atmosférico la oxidación es lenta (44).



Figura 6. Secado de láminas de caucho natural. Tomado de: Producción de caucho natural, Pinto Quintero (45).

Gracias a la tecnología existen diferentes opciones de cauchos, por sus distintas propiedades todas en su mayoría son funcionales para la actividad humana y estos se pueden denominar en dos categorías específicas: el caucho natural de procedencia orgánica y el caucho sintético de procedencia industrial, la diferencia principal está en el inicio y creación de las mismas. En las siguientes descripciones se explican a detalle a cada uno de ellos:

2.2.2.3. Caucho de procedencia Natural

La obtención de este fluido de apariencia líquida y textura láctea, llamado látex, es hallado y extraído de muchas especies vegetales típicas de regiones africanas latinoamericanas y tropicales detalladas secciones arriba.

2.2.2.4. Caucho de procedencia sintética

Este material similar al natural se obtiene a partir del procesamiento de hidrocarburos y existen distintos tipos de caucho sintético.

a) Tipos de cauchos de procedencia sintética

Las aplicaciones y sus funcionalidades son condicionadas a sus capacidades técnicas, dentro de los más utilizados se encuentran:

El Caucho con el que generalmente se realizan diversos tipos de componentes para neumáticos, Estireno Butadieno más conocido como caucho SBR por sus siglas en inglés Styrene-Butadiene Rubber es un copolímero (quiere decir que es un polímero formado por la polimerización de la formación de dos o más monómeros) del Estireno y el 1,3-Butadieno. Este es el caucho sintético, como se dijo anteriormente, más utilizado a nivel mundial (46).

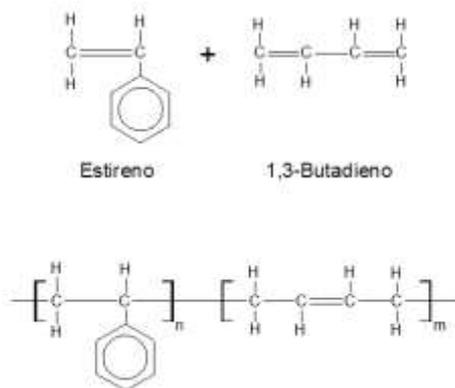


Figura 7. Cadena química caucho del sintético SBR. Tomada de: Estudio sobre el caucho textoscintíficos.com (46).

- **Caucho SBR**

SBR por sus siglas en inglés (styrene-butadiene rubber) es un copolímero de estireno-butadieno, del cual alrededor del veinticinco por ciento (25%) de estireno se distribuye aleatoriamente sobre el setenta y cinco por ciento (75%) de butadieno en la cadena molecular. Este caucho se preparó por primera vez en Alemania en 1929 (44). El SBR no cuantitativo es soluble en la mayoría de los disolventes de hidrocarburos. La sulfuración en SBR es más lenta que la del caucho natural y, por lo tanto, requiere un acelerador más fuerte. Aproximadamente el setenta por ciento (70%) del SBR se utiliza en la fabricación de llantas, siendo este caucho el más requerido, asumiendo que el sesenta por ciento (60%) del caucho se consume, ya sea natural o sintético. (46).

El poli butadieno, que tiene propiedades muy útiles y cuya principal característica es la flexibilidad, es el único caucho sintético que tiene mayor flexibilidad que el caucho natural, y al mismo tiempo, superior resistencia a la abrasión y excelente flexibilidad a bajas temperaturas y sus restricciones técnicas son la baja adhesividad entre el propio material y la baja resistencia al desgarre y a la tensión material.

Las propiedades limitadas del caucho puro, dan razón a la mezcla del material con otros componentes para el fin determinado. También se usa a menudo para mezclarlo con otros cauchos, como es el caso de la industria de los neumáticos, donde se usa para resistir el desgaste y escapar de las bajas temperaturas (46).

- **Caucho sintético isopreno**

Existen diversas réplicas de caucho natural que proporciona un objetivo primordial para superar la dificultad de la polimerización de isopreno mencionada anteriormente. El problema es encontrar una forma de unir las unidades de isopreno a intervalos regulares, todas en la misma dirección para dar 1,4 isopreno. Los catalizadores especiales que podrían hacer esto fueron descubiertos a mediados de este siglo anterior. En teoría, uno esperaría que el caucho de isopreno, que tiene una similar característica química que el caucho natural, tenga las mismas propiedades químicas, en laboratorio existen marcadas diferencias, los grados difieren un poco en dimensiones, longitud y estructura molecular (46).

- **Caucho sintético Etileno - Propileno (EPM EPDM)**

Son co-polimeros que cuentan con una paridad de hidrocarburos y estos son el etileno y propileno, con un contenido de etileno del cincuenta por ciento (50%) al sesenta y cinco por

ciento (65%), aproximadamente. El EPM como EPDM cuentan una resistencia superior a la abrasión de la a la luz solar, al ozono y al envejecimiento, así como la capacidad de aceptar grandes cantidades de aceites difusos sin perder propiedades físicas. El caucho EP se obtiene preferentemente por polimerización de una suspensión aniónica, utilizando un catalizador Ziegler Natta. La masa molecular del caucho EP aumenta con el tiempo de reacción y también aumenta con la disminución de la temperatura de reacción, la concentración de catalizador, la concentración de monómero y el aumento de las propiedades etileno/propileno (47).

- **Caucho sintético iso butileno-iso preno (IIR)**

El caucho sintético de butilo es una solución de copolímero de isobutileno con un pequeño porcentaje (1-4%) de isopreno. El poliisobutileno en sí está completamente saturado y se incluye isopreno para proporcionar dobles enlaces en su cadena química, altamente útiles para realizar vulcanización con el azufre. El caucho de butilo se obtiene por polimerización catiónica en presencia de ácidos de Lewis, como $AlCl_3$, con un poco de agua actuando como catalizador. La temperatura utilizada para la polimerización oscila entre -86 grados y -95 grados: cuanto menor sea la temperatura, mayor será la masa molecular del polímero (47).

- **Caucho sintético Cloropreno (CR)**

Este caucho es de una composición líquida semejante al isopreno en sus características químicas; sin embargo, cuenta con un átomo de cloro y el isopreno tiene un conjunto metilo. Comercialmente, la polimerización se hace en emulsiones usando radicales libres. Comúnmente, la polimerización se realiza a unos 40° grados usando persulfato de potasio y amonio como iniciador (47).

- **Caucho sintético de Nitrilo (NBR)**

Es un copolímero de acrilonitrilo-butadieno en el que el porcentaje de acrilonitrilo puede oscilar entre el dieciocho por ciento (18%) y el cuarenta por ciento (40%). Cuando mayor sea el porcentaje de acrilonitrilo serán peores las propiedades físicas, pero será mejor la resistencia al aceite y al calor que las del caucho de cloropreno, empero la protección solar no es buena. La polimerización en emulsión de butadieno-acrilonitrilo se utiliza para producir grados NBR convencionales. Al igual que el SBR, el NBR se polimeriza entre cinco (5°C) a veinticinco (25°C) grados centígrados y la reacción se completa cuando la conversión es del setenta (70%) al ochenta (80%) por ciento (47).

- **Caucho sintético cloropreno (CR)**

El caucho cloropreno tiene una contextura líquida con un parecido al isopreno en sus características químicas, excepto cuando cuenta con el átomo de cloro, a diferencia que el isopreno tiene un conjunto de átomos de metilo. Comercialmente, la polimerización se hace en emulsiones usando radicales libres. Comúnmente, la polimerización se desarrolla a una temperatura de cuarenta (40°C) grados centígrados, usando habitualmente persulfato de potasio y amonio como iniciador (47).

- **Cauchos sintéticos de fluorados (C.F.M. – F.K.M.)**

El caucho sintético de fluoro carbono y fluoro silicio son unos de los plásticos más caros del mercado por sus capacidades y propiedades utilitarias. Los copolímeros, terpolímeros de fluoruro de vinilideno y polímeros con componentes de hexafluoropropileno, se identifican mediante la clasificación ASTM FKM, mientras que los copolímeros, terpolímeros, fluoruro de vinilideno y CFM se denominan CFM. Este caucho se obtiene por polimerización en emulsión por radicales libres. El proceso se lleva a cabo a una temperatura de ochenta (80°) a ciento cincuenta (125 °C) grados, y una presión de veinte (20) a cien (100) kgf/cm³. Dentro de los procesos el peso molecular se controla cambiando las cantidades de monómero e iniciador o usando transductores en serie (47).

- **Cauchos sintético termoplástico**

El proceso para elaborar las propiedades del caucho termoplástico empieza desde la fundición, el cual debe calentarse y endurecerse al enfriarse sin dañar sus características flexibles. Esta mezcla de características flexibles y plásticas se puede obtener por medio de un particular copolímero, por medio de lo cual las cantidades monoméricas se incorporan en el interior de la molécula, mientras tanto las unidades se parten entre sí. Para la formación de grumos en los dos extremos de la molécula, si los monómeros se escogen por lo cual la parte central de la molécula tenga un carácter gomoso y los extremos mejores sean termoplásticos, entonces el resultado es un caucho termoplástico (47).

- **Caucho silicona (Q)**

El caucho de silicona es un conjunto fundamental de polímeros a base de silicona. Se caracteriza por una cadena que está elaborado de átomos modificados de silicio y oxígeno. Pese al alto costo, estos polímeros son extensamente aceptados gracias a su buena seguridad térmica, características dieléctricas estables, impermeabilidad y características antiadherentes.

El caucho de silicona se puede formular en una mezcladora o en una laminadora; no obstante, puede haber inconvenientes de manejo en la laminadora gracias a la baja viscosidad de este caucho.

2.2.2.5. Procesos de caucho

En el proceso de producción del caucho, realizado en 1909 por el químico alemán Fritz Hofmann, aún no se visualizaba la practicidad y las propiedades potenciales de su composición (47), el caucho natural no tenía una alta demanda en ese entonces; pero el asombroso auge de la mecanización en las últimas décadas ha sentado las bases para que la síntesis del caucho se desarrolle como una rama poderosa de la industria química convencional moderna.

El carburo de calcio se obtiene de la cal, el carbón y el acetileno. Para dejar que el acetileno reaccione con el agua y catalice la formación de acetaldehído el proceso es el siguiente:

- Se compone de dos moléculas de acetaldehído se combinan para formar una cadena de carbono tetraédrica, una reacción que pierde el doble enlace.
- Enlaces de hidrógeno con aldol para formar.
- Del alcohol formado (butol), se obtiene butadieno separando dos moléculas de H₂O.
- Una gran cantidad de moléculas de butadieno, cada una con un doble enlace, puede polimerizarse para formar materiales de aceite, plástico o caucho con una gran cantidad de moléculas.

A partir de dos insumos diferentes, resulta un polímero Buna mixto, que es superior al caucho natural por sus cualidades (47).

El caucho sintético tiene menor resistencia a la tracción que el caucho natural y no es tan elástico como el caucho natural. En términos generales, es superior a este último por su alta resistencia a los solventes orgánicos, aceites, petróleo y sus derivados; reducción de la oxidación y el envejecimiento debido al calor y a los productos de oxidación y disminución de la permeabilidad a los gases. Una vez fabricado, el elastómero se endurece. (48).

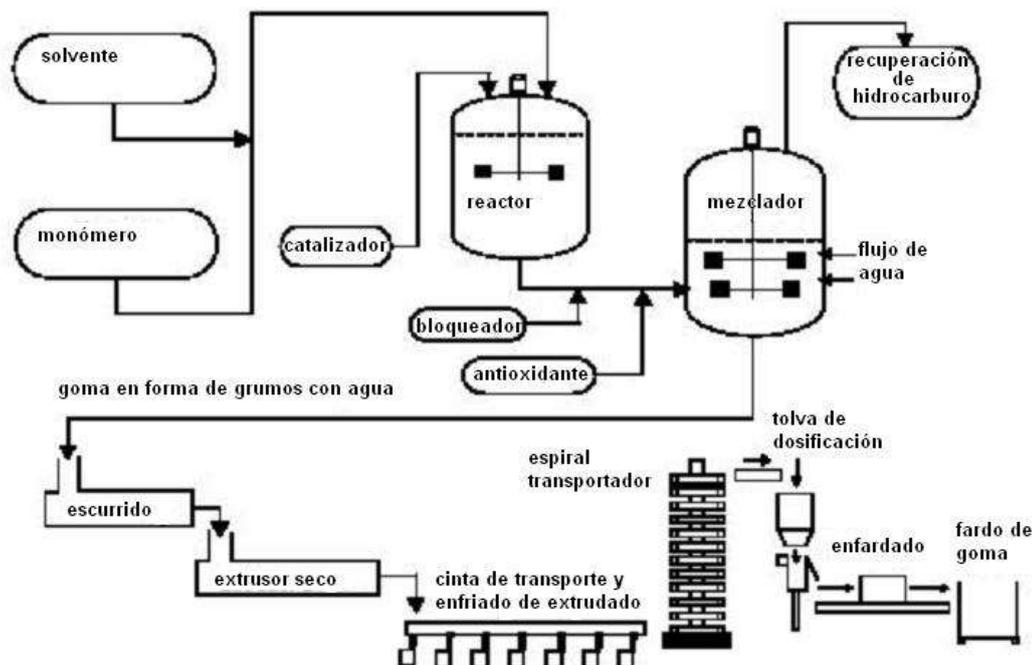


Figura 8. Proceso de caucho sintético. Tomado de: Síntesis del caucho sintético (48)

2.2.2.6. Metodología para obtener caucho actual

- **Proceso de fabricación moderno**

En la producción de caucho natural moderno, el caucho crudo se procesa con varios compuestos mezclándolos a través de un tamiz. Luego, la mezcla se aplica mecánicamente a la base o molde, y el cuerpo se recubre o se le da forma con la mezcla en el molde y se cura.

La principal materia prima del caucho se presenta en forma de láminas, bloques o tortas que se producen en huertas de caucho látex, en actividades productivas seguras. El caucho en bruto se utiliza como medio de transporte; la capa secundaria se lava para eliminar la arena, la corteza y otras materias extrañas y se trata para eliminar el exceso de resina.

El caucho recuperado, que se trata térmicamente con alcalinos durante 12 a 30 horas, se puede usar como activador del caucho crudo para reducir los costos del producto. La cantidad de caucho recuperado depende de la calidad del producto producido.

- **Insumos**

Los aditivos que endurecen el caucho en el producto final, no incrementan su resistencia, integran agentes como el carbonato de calcio y el bario o el sulfato de bario.

Sin embargo, los rellenos refuerzan, estimulan, cargan y dan fuerza al material, al producto final; negro de carbón y óxido de zinc, carbonato de magnesio y algunas arcillas. Los humectantes, necesarios cuando la mezcla es demasiado compleja para combinar bien los diferentes ingredientes, a menudo consisten en productos derivados del petróleo, como aceites, ceras, caucho o ácidos grasos.

El azufre sigue siendo el principal actor del tratamiento térmico. También se utilizan selenio y telurio, pero principalmente en grandes proporciones es el azufre. En el proceso de vulcanización en caliente, que se usa en la mayoría de los productos de caucho, el azufre se usa en forma de polvo y se mezcla con el caucho con otros ingredientes secos. La cantidad de caucho de azufre aumentó en una relación proporcional de 1:40 en productos de caucho blando a 1:1 en caucho duro. Utilizado principalmente para caucho delgado y flexible en productos como guantes y ropa de cama, el templado de la nieve se logra al exponer los artículos no probados al vapor de cloruro de azufre, S₂Cl₂. (49)

- **Molienda o masticadoras industriales**

Antes de que los ingredientes se mezclen con el caucho crudo, se someten a un proceso de trituración mecánica conocido como molienda, para que el caucho sea suave, flexible y pegajoso. En estas condiciones, se mezcla simple y completamente con cargas, pigmentos, vulcanizadores y otros agentes secos, o con diversos solventes utilizados en la industria del cemento. Hay dos tipos de llaves. Un tipo es el molino de caucho, que consta de dos rodillos de acero que giran a diferentes velocidades en un recipiente para cortar y amasar el caucho hasta que se descompone en un estado blando y flexible. Los cilindros tienen una cavidad para permitir la circulación de vapor enfriado o agua para controlar la temperatura de operación. Después de la década de 1920, el molino de caucho fue reemplazado en gran medida por el "Gordon Plasticizer", que consistía en un potente impulsor de velocidad variable (como los procesadores de alimentos comunes) colocado en una carcasa cilíndrica. Hacer funcionar el ventilador durante todo el tramo da como resultado una temperatura de hasta 182 °C (360 °F) en la goma. El calor, más que un efecto mecánico, daña la goma.

- **Mezcladora**

De la trituradora, la siguiente máquina en la línea de producción es la mezcladora, que puede parecer una mezcladora de masilla cuando ambos cilindros están presentes, pero los rodillos mezcladores giran en direcciones opuestas, recuerde que, en una mezcladora, los cilindros giran juntos en la misma dirección a diferentes velocidades. También se pueden utilizar rodillos mezcladores, especialmente en la preparación de cemento y en la disolución de caucho en

disolventes. Estas preparaciones de caucho líquido se utilizan para aislar telas y fabricar productos, como guantes de látex, que se fabrican sumergiendo una pieza en una solución. En general; sin embargo, los componentes compuestos se secan para su almacenamiento posterior, se expulsan o se formulan de otro modo en preparación para la vulcanización final.

- **Calandrado (calendering)**

Una vez que el caucho bruto ha sido plastificado y mezclado con varios componentes, se somete a curado o remoción, según el uso que se le vaya a dar. Las enderezadoras son máquinas que consisten en un grupo de tres a cinco rodillos de igual diámetro, que se configuran para ajustar la holgura en diferentes rodillos y operar a la misma o a diferentes velocidades, según el producto requerido. Bruñido utilizado para laminación (producción de paneles compuestos a partir de caucho en bruto, con o sin patrones impresos, como neumáticos); para frotar (caucho sobre tela o textura de cuerda); o cubierto con una capa de caucho, telas o cuerdas pre-revestidas. Los productos de alineación se utilizan a menudo en la fabricación, como los procesos involucrados en la fabricación de neumáticos para automóviles, antes de realizar la vulcanización.

- **La expulsión**

La máquina de moldeo por inyección se utiliza para presar el compuesto de caucho presionando para formar la placa, el tubo o especialmente para formar la tira, y se emplea en la producción de mangueras, tubos interiores y conductos de caucho para colocar ventanas o puertas selladas. Las ranuras especialmente diseñadas para envolver telas tubulares se usan cuando se fabrican tubos de presión y se mezclan colores en patrones irregulares o rayados.

- **Vulcanización**

Cuando se completa la producción, la mayor parte de los productos de caucho se tratan térmicamente a alta presión y temperatura. Varios productos se tratan térmicamente en briquetas que se colocan bajo una prensa hidráulica o se someten a presión de vapor interna o externa a lo largo del calentamiento. Ejemplificando, en las mangueras de jardín, se crea un revestimiento y se cura realizando pasar vapor por medio de un orificio en la tubería, donde se presiona el caucho contra el muro en el proceso. Una vez que se completa el proceso, el revestimiento se retira de la tubería y se elabora para su reutilización. El estañado se emplea, de igual manera, en procesos de aisladores de alta calidad.

- **Espuma de caucho y otros materiales de alta densidad**

La espuma de caucho se fabrica directamente a partir de látex utilizando elementos de mezcla emulsionados. La mezcla se agita mecánicamente en un generador de espuma, formando millones de burbujas de aire. La espuma se vierte en moldes y luego se vulcaniza por calentamiento para formar productos como almohadas y cojines.

El caucho se puede usar para dar forma a productos como juguetes o guantes sumergiendo porcelana o yeso de un molde de París en caucho concentrado. El revestimiento de goma se adhiere al molde y se retira después de la vulcanización.

2.2.3. Planchas hidro-termo-acústicas

2.2.3.1. Descripción de planchas hidro-termo-acústicas

Son planchas metálicas una cara externa e interna recubiertas con pintura polimérica sintética, y en medio se coloca materiales poliméricos modificados físicamente y químicamente para generar densidad. Son un conjunto de paneles metálicos aislantes para cubiertas autoportantes, prelacados por ambas caras de acero alumbre zinc ASTM A 792, AZ 150, alma de alta densidad (50), el poliuretano sólido bombeado (40 kg/m³). El exterior trapezoidal asegura la estructura adecuada del panel como visera, mientras que el interior finamente moldeado, funciona perfectamente como un techo arquitectónico.

2.2.3.2. Características de planchas termo acústicas

- **Partes técnicas**
 - Ancho útil del panel: 1180 mm x medidas solicitadas
 - Láminas de acero: Aluzinc-Prepintado (Astm-A792)
 - Pintura: 20 micras de pintura poliéster
 - Espesores de acero: 0.5 mm
 - Espesores de panel: 50, 100 mm
 - Densidad del poli estireno: 20 Kg/m³ a más
 - Conductividad térmica del núcleo: En función del proyecto
 - Tipos de aislante sintético
- **Espuma de poliuretano**

Esta sustancia se compone de aceite y azúcar, dando como resultado la formación de una espuma dura y ligera con baja conductividad térmica. Se distingue por su excelente adherencia

a varios tipos de superficies, así como por su baja capacidad de absorción de humedad. Otra ventaja es que es muy fácil de aplicar, ya que se puede utilizar para rellenar cavidades y agujeros con pistola.

- **Poliestireno expandido**

Hablamos de un material de base sintética que se distingue por su versatilidad, por lo que es muy utilizado en la creatividad. También se le conoce como poexpan o corcho blanco y se utiliza para cuarentena térmica y reducción de densidad en estructuras.

2.2.3.3. Tipos de aislantes térmicos

- **Poliestireno extruido**

El poliestireno extruido es muy similar al poliestireno expandido, pero tiene otras propiedades. Lo principal es que se puede mojar, por eso se usa más que nada en la impermeabilización de superficies. También muestra una gran resistencia a la congelación y descongelación, así como una gran resistencia mecánica. Se puede utilizar como aislante en techos, techos, paredes enterradas, tabiques, etc.

- **Lana de vidrio**

Es un producto de origen natural y mineral constituido por fibras de vidrio ligadas con trementina. El proceso de su recepción es similar al de la lana de roca y tiene una gran resistencia a la humedad, así como propiedades ignífugas. La lana de vidrio se puede encontrar en forma de lámina y manta.

- **Lana de roca**

La lana de roca es uno de los materiales aislantes más utilizados en la construcción debido a sus altas prestaciones. Se componen principalmente de rocas de origen volcánico y algunos eslabones orgánicos. El tablero de lana de roca no es combustible, a diferencia del poliestireno extruido y expandido. Además, también es un aislante acústico bastante bueno debido a la disposición multidireccional de sus fibras.

2.2.3.4. Principales características de aislamiento

Debemos aclarar es que soledad es un término de origen latino. En concreto, podemos decir que es el resultado de la suma de tres componentes bien definidos: El prefijo “ad-”, que puede

traducirse como “hacia”, el sustantivo “insula”, que es sinónimo de “isla” y el sufijo “-miento”, que es equivalente a “acción y efecto”.

La cuarentena es el acto y efecto de la cuarentena. Este verbo se refiere a dejar la cosa sola y separada de otras cosas; quitar a una persona de la comunicación y las relaciones con los demás; la verdad abstracta inmediata de la mente o de los sentidos; o impedir el paso o transmisión de calor, ruido, etc. Por ejemplo: “Aislar la planta de energía nuclear alrededor es necesario para mantener a los vecinos saludables”, “La persona es puesta en confinamiento solitario por eso”, “Para escribir una novela, debes ser capaz de aislarte de la “apariencia exterior”” y olvídate de los inconvenientes cotidianos”, “Debes consultar a un especialista para que te recomiende un aislamiento que evite que se forme humedad en el medio de la casa. Hay varias aplicaciones de criterios de exclusión voluntaria. En el sentido físico, la unidad es la separación de una persona o cosa del contacto con otras personas o recursos. Un hombre está encerrado solo en una celda sin ventilación y sin ventanas y con una puerta blindada que se abre desde el exterior en absoluta soledad: no puede verlo ni hablarle.

La cuarentena se define como el proceso de recubrir un elemento de una instalación eléctrica con un material no conductor y así evitar el paso de corriente al exterior. Otro tipo de retranqueos que se encuentran comúnmente en las viviendas son el aislamiento térmico (hecho de un material que evita la transferencia de calor conductor de la electricidad) y el aislamiento acústico (para reducir los niveles sonoros en un espacio).

Brindar a las personas una mejor calidad de vida en sus hogares, porque tienen una temperatura agradable y no sufre los diversos ruidos de los vecinos o de la calle, es lo que une a todos. Gente junta Ya que con los dos últimos tipos de retiros.

Es cierto que en el sector de la construcción se utilizan muchos materiales diferentes para conseguir este nivel de rechazo. Sin embargo, las placas de yeso han ganado en particular, en los últimos años, la ventaja de usarlo de cualquier manera.

2.2.4. Zonas con presencia de residuos sólidos en Arequipa

2.2.4.1. Residuos sólidos:

Cosa, elemento, sustancia o componente de masa resultante del consumo o uso de un bien o servicio que se promociona o se destina a su propietario, se ve afectada por su manejo y gestión.

Los residuos sólidos incluyen todos los residuos o residuos en fase sólida y semisólida. También se considera residuo una sustancia, ya sea líquida o gaseosa, contenida en recipientes

o depósitos preparados para su eliminación, así como los líquidos o gases resultantes de ella (33 pág. 10).

Las propiedades físico-químicas no se pueden retener en los sistemas de tratamiento lixiviados y de escape y, por lo tanto, no se pueden liberar al medio ambiente. En este caso, los gases o líquidos deben contenerse y almacenarse de forma segura para una manipulación adecuada.

2.2.4.2. Generación de residuos sólidos

En el 2021, Arequipa generó un total de 2,55,789.10 toneladas anuales de residuos municipales y un total de 75,431.18 toneladas de residuos sólidos no municipales (51).

El volumen promedio per cápita diario de residuos sólidos domiciliarios para la región Arequipa en el año 2021 fue de 0.47 Kilogramos por día (51).

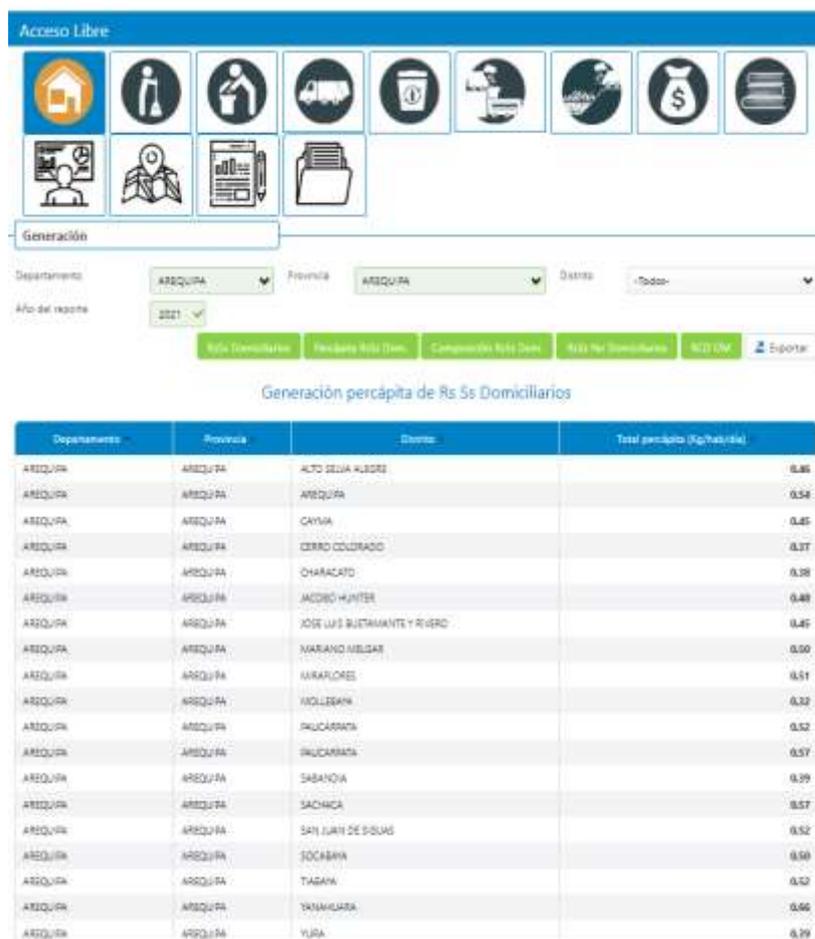


Figura 9: Sistema de información para la gestión de residuos sólidos. Tomada de: Ministerio de Ambiente del Perú (52).

En cuanto a la generación de los NFU no existe data específica sobre el creciente impacto, gracias al crecimiento de la demanda del neumático se creó una normativa específica que exige el tratamiento recolección y disposición final de los neumáticos (51).

2.2.4.3. Composición y clasificación de residuos sólidos

a) Los manejos que reciben los residuos sólidos:

- **Residuos peligrosos:** Los residuos sólidos peligrosos son residuos sólidos que, por su naturaleza o por el tratamiento al que son o serán sometidos, son peligrosos y presentan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente (33 pág. 10).
- **Residuos no peligrosos:** Son residuos que no suponen un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente, en virtud de sus características o del tratamiento al que son sometidos (52).

Las disposiciones legales relacionadas con la gestión integral de residuos sólidos en los Anexos I y V de esta ley proporcionan una lista de residuos peligrosos y no peligrosos.

b) Según la Municipalidad Provincial de Arequipa

- Residuos sólidos municipales: están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (53).
- Residuos sólidos no municipales: son aquellos de carácter peligroso y no peligroso que se generan en el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicios. Comprenden los generados en las instalaciones principales y auxiliares de la operación (53)

c) Recolección y disposición final en Arequipa

Es definido como: “operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su valorización o disposición final” (52).

El almacenamiento en viviendas residenciales, urbanas y otras viviendas multifamiliares se debe realizar de acuerdo con las normas de clasificación de residuos aplicables y las reglamentaciones de la ciudad. La norma también estipuló que el fabricante es responsable de almacenar los residuos sólidos hasta que sean entregados al servicio municipal de la gobernación, ya sea que el servicio sea prestado directamente por la municipalidad o por un tercero. Según la autoridad competente (52).

Finalmente, el almacenamiento de residuos municipales y no municipales, deben cumplir con estándares estipulados en la Norma Técnica Peruana (33).

d) Recolección y transporte

La actividad de recoger los residuos para transportarlos por medios de transporte adecuados, y luego continuar con el tratamiento de forma sana, segura y respetuosa con el medio ambiente. La recolección de los residuos municipales deberá ser selectiva y cumplir con las normas que expidan las autoridades competentes a nivel de la ciudad (52).

El transporte de residuos sólidos comprende el transporte adecuado de los residuos recolectados a la infraestructura para su recuperación o tratamiento final y se realiza por medios autorizados para tal fin. El transporte debe realizarse por medios apropiados y sus características deben especificarse en el instrumento de normalización correspondiente. Este servicio es operado por municipios y empresas de tratamiento de residuos (52).

e) Reaprovechamiento y valorización

La recuperación se define como una actividad que tiene como objetivo especial asegurar que los residuos, una o más sustancias que los componen, sean reutilizados y cumplan una función útil reemplazando otros materiales o recursos en el proceso de producción. La recuperación puede ser material o energética. Valorización de residuos municipales y no municipales en base a un sistema de recogida selectiva y un sistema especial de residuos de materias primas preferentes de acuerdo con una política de responsabilidad del productor ampliamente abierta (52).

Dado uno de los principios de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (31), la valorización de los residuos constituye un potencial recurso económico, por lo que esta alternativa de gestión y tratamiento debe ser preferente frente a la eliminación final de los residuos. La valorización de los residuos sólidos incluye la reutilización, el reciclaje, el compostaje y la valorización energética, entre otras alternativas, y se realiza en infraestructuras adecuadas y autorizadas para tal fin.

La reutilización de residuos sólidos implica la separación de residuos en la fuente, en los hogares de las familias y/o empresas donde se producen los residuos. En el área metropolitana de Arequipa, muchas ciudades han implementado programas de separación de residuos sólidos bajo el Programa de Incentivos (PI) del Ministerio del Ambiente. En los distritos como en Paucarpata, Cerro Colorado, José Luis Bustamante y Rivero, Cayma, Alto Selva Alegre, Arequipa, Socabaya, Mariano Melgar, Miraflores, Jacobo Hunter, Yanahuara, Sachaca, Yura Uchumayo, Characato, La Joya están implementando mejoras.



Figura 10. Relleno sanitario Quebrada Honda.

f) Transferencia

Definido como el proceso de trasladar los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad a un vehículo de mayor capacidad y luego continuar con el proceso de transporte. La entrega se produce en las infraestructuras habilitadas al efecto (52).



Figura 11. Mapa de riesgos de relleno sanitario Quebrada Honda.

En el ámbito urbano de la ciudad de Arequipa, en la vía de Evitamiento km 3, lateral 1 de Alto Cural, distrito de Cerro Colorado, provincia y departamento de Arequipa se ubica la Planta de Transferencia de Residuos Sólidos cuya área es de 2000 m² (54), esta infraestructura se encuentra en un punto intermedio de distancia entre el relleno sanitario. En la planta de transferencia se reciben los residuos de las compactadoras y camiones que provienen de los distritos de Arequipa, donde a través de dos campanas y una manga se transfieren los residuos de los vehículos menores hacia vehículos de mayor volumen denominados “camiones madrina”, estos camiones madrina se encargan de llevar los residuos a la infraestructura de disposición final en la localidad de Quebrada Honda en el distrito de Yura.



Figura 12. Visita técnica a relleno sanitario de Quebrada Honda.

Respecto a la estimación de la brecha (demanda-oferta) en el servicio de transferencia de residuos, el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Arequipa 2017 – 2028 menciona que la oferta actual es de 85. Ton. /día y la demanda es de 676.6 ton. /día, por lo que la brecha es de 616.60 ton. /día (55).



Figura 13. Área de acceso a relleno sanitario de Quebrada Honda.



Figura 14. Área de Acceso de relleno sanitario de Quebrada Honda.

g) Tratamiento

Son los procesos, métodos o técnicas que permiten modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido para reducir o eliminar su potencial peligro de causar

daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final. Deben ser desarrollados por las municipalidades o las empresas operadoras de residuos sólidos en instalaciones autorizadas.

h) Disposición final

Los procesos o actividades para el tratamiento y disposición de residuos en un solo lugar son el paso final en su manejo a largo plazo, higiénico y ambientalmente seguro”. Artículos 41 y 42 de las disposiciones de dicha ley (52) Determinar que la disposición final de los residuos sólidos municipales se realice en rellenos sanitarios apropiados y gestionados por las municipalidades o EPS.



Figura 15. Balanza electrónica de relleno sanitario de Quebrada Onda.

Antiguamente se desechaban los residuos sólidos en zonas próximas, por ejemplo en el distrito de Paucarpata se desechaban los residuos sólidos en el botadero informal del cebollar en la parte superior del distrito, siendo cerrado el año 2018 por los riesgos críticos y las zonas habitadas en las áreas próximas al mismo.

i) Relleno sanitario

El objeto de la instalación es la eliminación higiénica y ambientalmente segura de los residuos de superficie o subterráneos municipales, en base a los principios y métodos de saneamiento e ingeniería ambiental. El relleno sanitario de Quebrada Honda en el año 2014 era denominado como botadero municipal, al no contar con la aprobación del instrumento de gestión ambiental, a partir del 2018 se aprobó el instrumento de gestión ambiental por el Ministerio del Ambiente, siendo reconvertido a un relleno sanitario temporal (54).

2.2.5. Definición de términos básicos.

Color: fotones de cierto nivel de energía

Radiación UV: parte de la energía radiante proveniente del sol que forma la porción más energética del espectro electromagnético que incide en la superficie de la tierra (46).

Aguas residuales: aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

Acondicionamiento de NFU: consiste en realizar actividades de segregación, almacenamiento, trozado, trituración o molido, entre otros que establezca el MINAM, necesarios para la valorización de los NFU. (51)

Actividades económicas: son aquellas actividades extractivas, productivas y de servicios que realizan el aprovechamiento de los NFU en su actividad principal y/o como componente auxiliar, y no se constituyen como empresa operadoras de residuos sólidos. (51)

Bienes priorizados: son aquellos bienes que requieren un manejo especial al momento de convertirse en residuo, ya que estos pueden ser valorizados o requieren manejo diferenciado para su disposición final. A estos bienes se le aplica el Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), haciendo responsable al productor de los bienes en todo el Ciclo de Vida del Producto (51).

Componentes del NFU: partes contenidas en los neumáticos que se transforman en residuos al finalizar su vida útil (51).

Generación de NFU: acción de generar neumáticos fuera de uso por avería, desgaste o cambio por renovación. Pueden ser generados por el sector público, sector privado, entre otros (51).

Incorporar en el mercado: poner un neumático por primera vez en el mercado nacional, como productor de acuerdo con la presente norma; con independencia de la técnica de venta empleada, inclusive la venta a distancia y la venta electrónica (51).

Minimización: acción de reducir al mínimo posible la generación de residuos sólidos a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada por el generador de NFU. (51)

Neumático: es el componente mecánico de la rueda de un vehículo, fabricado a base de caucho, productos químicos, hilos textiles y/o alambres y otras materias (51).

Neumático fuera de uso o NFU: neumático del cual su generador se desprende o tiene la intención u obligación de desprenderse, de acuerdo con la normativa vigente (51).

Neumáticos macizos: neumáticos fabricados con caucho, completamente sólidos desde la llanta, capa a capa (51).

Quema de NFU: proceso de combustión incompleta de neumáticos ya sea al aire libre o empleando equipos inapropiados, que causa impactos negativos a la salud y el ambiente (51).

Reencauche: actividad de la industria manufacturera que consiste en la renovación y recauchutado de las cubiertas de los neumáticos usados, mediante el cual se reemplaza la banda de rodamiento de un neumático, con o sin la goma de los laterales del mismo, con el objeto de prolongar su vida útil (51).

Reparación: acciones o actividades para extender la vida útil de los neumáticos de la Categoría B, cuando presentan daños que afectan su estructura y no permiten su correcto funcionamiento. En estas reparaciones se reemplaza la estructura dañada mediante la sustitución de los cables de acero afectados (51).

Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP): enfoque por el cual el productor de neumáticos tiene la responsabilidad del producto, incluyendo las fases post industrial y post consumo, considerando las etapas de recolección de sus residuos, transporte, acondicionamiento y valorización, de forma ambientalmente adecuada (51).

Valorización: la valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos, para constituirse, de manera total o parcial, como insumos materiales o recursos en los diversos procesos, así como en la recuperación de componentes o materiales establecida en la normativa vigente en materia de residuos sólidos. La valorización puede ser material o energética (51).

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA.

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación: método deductivo.

El método deductivo se fundamenta en una serie de procedimientos y principios que se utilizan para investigar y respaldar posibles deducciones que conducen a conclusiones finales a partir de enunciados supuestos. Durante el proceso, se observa cuidadosamente la realidad y se recopilan datos relevantes que nos permitirán obtener la respuesta a la hipótesis nula o alternativa.

En esta investigación se construye a través de datos ya conocidos tales como las propiedades individuales del caucho y el acero y se hallan datos de su comportamiento tanto estructuralmente como térmicamente.

3.1.2. Tipo de investigación: investigación aplicada

La investigación de este estudio es tipo aplicado, que significa la aplicación del conocimiento en la práctica, ya que se genera la adquisición de nuevos conocimientos después de la investigación. Se caracteriza por los esfuerzos para resolver problemas prácticos, como los problemas ambientales en este caso, porque los neumáticos fuera de uso ya no son necesarios. Este tipo de investigación es muy útil para aplicar fundamentos teóricos o conocimientos adquiridos para apoyar el proceso de tratamiento. del caucho para la obtención de plancha hidro-termo-acústicas

3.1.3. Alcance de la investigación: alcance exploratorio

Este alcance se realiza cuándo se va a abordar un tema poco explorado donde la revisión de la literatura si bien habla de muchas de las aplicaciones por separado no se llega a encontrar estudios similares al aquí presentado por lo tanto el presente trabajo de investigación es de alcance exploratorio (48); ya que se llevó a cabo un estudio para determinar el uso de planchas hidro-termo-acústicas y de esta propuesta obtener sus funcionalidades, características positivas para el medio ambiente y reinsertar este material (caucho reciclado) para determinar la viabilidad y utilidad positivas de esta intención de segunda vida útil.

3.1.4. Diseño de la investigación: diseño pre experimental

La investigación se ha llevado a cabo utilizando el método pre experimental, debido a que se compara un grupo que tiene las mismas características donde de manera intencional se organiza diferentes condiciones con el propósito de examinar las posibles conexiones entre causa y efecto. En la investigación se evaluará el proceso del caucho reciclado (variable independiente) y las consecuencias que se darán en las características de la plancha hidro-termo-acústica (variable dependiente), determinado su viabilidad y la existencia de propiedades positivas, demostrando así la potencial segunda vida útil del caucho reciclado

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población total aproximada de caucho eliminado al mes de las 35 empresas proveedoras y relleno sanitario en la ciudad de Arequipa es de un total de 374 269 kilogramos aproximadamente.

Debido a que para el cálculo de la población se ha realizado una investigación esta misma se puede ver con más detalles a partir del punto 4.1.3

3.2.2. Muestra.

Para el cálculo de la muestra usaremos los siguientes datos y se tendrá en cuenta la fórmula estadística sugerida por Graus (56)

Esta fórmula se recomienda para poblaciones muy grandes donde la cantidad de unidades o individuos va a arriba de los 100 000

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{Z^2 p \cdot [1 - p]}{c^2}$$

Donde:

Z = es el nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, $Z=1.96$

P = la proporción en el total de la población regularmente es de 50% o 0.5.

C = es el margen de error, en este caso será de +-4%.

En el desarrollo tendremos

$$T = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times [0.5]}{0.05^2}$$

$$T = \frac{3.8416 \times 0.25}{0.0025}$$

$$T = 3.8416 \times 100$$

$$T = 384.16$$

Las muestras representativas de la población será 384 kg que representarían 8 neumáticos tipo II de caucho eliminados al mes en 9 empresas distribuidoras de neumáticos.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas

- Observación.

En este estudio se utilizó como método de recolección de datos la observación experimental, ya que el investigador se relacionó directamente con las muestras recolectadas, en este caso con neumáticos fuera de uso (NFU) en zonas representativas de la ciudad de Arequipa.

3.3.2. Instrumentos

- Ficha de recolección de datos.

Se utiliza la herramienta a razón de su fácil uso y sencilla elaboración, en función de las variables, al momento de registrar y gestionar la información de los participantes, que producen, venden o disponen de neumáticos fuera de uso (NFU).

- Fichas de textos

Instrumento que se usa para la administración de datos del análisis documental, con la función de hallar información que tenga acción directa con el contenido a desarrollar en la tesitura, como las revistas, libros especializados, artículos científicos y otras tesis.

- Fichas técnicas de laboratorio de ensayo

Instrumento resultante del comportamiento del sujeto de estudio, en ensayos de laboratorio, siendo evaluadas sus capacidades técnicas para su posterior análisis.

3.4. Procedimiento experimental

3.4.1. Proceso de reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de caucho reciclado

3.4.1.1. Destalonado

Para esta fase se necesita una máquina específica denominada destalonadora, suele ser un pistón hidráulico con fuerza de retracción para la extirpación con un gancho metálico, dejando el neumático libre de insumos metálicos que comprometan los otros procesos, esto extraerá el anillo de alambre de acero dentro de la llanta, este proceso es importante para crear el efecto de las etapas sucesivas.



Figura 16. Destalonado hidráulico de neumáticos. Tomada de <https://www.youtube.com/watch?v=F7392-ruKCY>

3.4.1.2. Lavado de NFU y desinfección

Durante esta etapa las ruedas se lavan para eliminar la suciedad con un detergente industrial o una mezcla degradable en agua.

3.4.1.3. Secado

Luego de limpiarse las llantas estas pasan a secarse al aire libre



Figura 17. Secado de neumáticos al aire libre.

3.4.1.4. Almacenamiento

Para almacenar todas las llantas recolectadas y las que entregan las empresas se necesita de un almacén de aproximadamente 1000 metros cuadrados, también se almacenara la materia prima generada de todo el proceso, las llantas serán almacenadas en zigzag con el fin de aprovechar el espacio hueco esta es la manera más optima



Figura 18. Llantas almacenadas en zigzag. Tomada de la galería de imágenes de la Web RF Premium (57)

3.4.1.5. Trituración primaria

La sección de pre-triturado comprende una cortadora rotativa que opera eficientemente y una criba de disco con retorno del grano grueso. La cortadora rotativa es muy potente y está específicamente diseñada para el troceado de neumáticos usados. Se caracteriza por su construcción extremadamente robusta y se ha utilizado mundialmente desde 1992 con gran éxito y fiabilidad en el ámbito del troceado de neumáticos. Se pueden cambiar los árboles porta

cuchillas al completo, con lo que se logra que los tiempos de inactividad de la máquina sean muy breves.

Los neumáticos son conducidos a la tolva del módulo de corte, donde se trocean. El material troceado es aportado a una criba de disco por medio de una cinta transportadora. Se obtienen trozos superiores a 150x150mm.



Figura 19. Trituración primaria de neumáticos. Tomado de la web de Eco GREEN Equipment (58)

3.4.1.6. Triturador secundario

Retornados los trozos obtenidos de la fase de trituración primaria se envían a otra cortadora rotativa; para reducir aún más los trozos, estos son conducidos a un vaciadero por otra cinta transportadora. Desde aquí son transportados a la sección de granulado. Reduce los trozos a 50 mm por el cual este tipo de máquina cuenta con una parrilla o red metálica para la calibración del tamaño del material en la salida.



Figura 20. Grano después de ser granulado por segunda vez. Tomado de la web de Env Guard Machinery (59)

3.4.1.7. Granulado

Esta sección está preparada para su instalación en el exterior, con ello evitamos la entrada de materiales sucios en la nave, dado que los neumáticos están a menudo llenos de arena y de agua.

Desde el vaciadero, una cargadora sobre ruedas lleva los trozos de neumáticos, con un tamaño equivalente a la palma de la mano, a un silo automático. Los trozos de neumáticos ya cortados son llevados del silo a través de una abertura a la sección de granulación y molienda. Esta sección consta principalmente de dos eficientes granuladores y dos segmentos de corte paralelos. El primer granulador está equipado con una criba cuyo tamaño de perforación es de 22mm. El segundo granulador tiene una criba con un tamaño de perforación de 15mm. El primer granulador es más grande y más potente que el segundo, ya que este hace la mayor parte del trabajo y se le aporta mayor cantidad de metal que el segundo.

Los granuladores también están específicamente diseñados para la granulación de neumáticos. La pieza central del granulador, es el eje del rotor, conformado por diferentes piezas individuales. El resultado es un esbelto rotor, cuya energía de rotación puede frenarse en caso de averías. Los soportes individuales del rotor se accionan en un eje y se atornillan entre sí. Las cuchillas están atornilladas a los soportes del rotor. Si se produce una avería, los soportes del rotor pueden reemplazarse sin tener que desmontar todo el eje. Otras ventajas son, entre otras, un embrague deslizante para separar el motor/eje y los cojinetes esféricos ubicados fuera de la

cámara de corte. El módulo de corte se pliega hidráulicamente garantizando la rápida accesibilidad a las cuchillas con total seguridad.



Figura 21. Grano después de ser granulado por primera vez. Tomado de la web de Env Guard Machinery (59)

3.4.1.8. Separación de metales

En esta etapa del proceso se separa el 99% del acero presente en las llantas, el acero es removido por medio de un separador magnético, el cual cuenta con una banda transportadora que se ocupa de conducir el metal hacia un punto de recolección (cajón/contenedor).



Figura 22. Componentes separados (pos triturado de NFU). Tomado de la web de Eco GREEN Equipment (58)

3.4.1.9. Granulación secundaria o pulverización

En esta fase hay 2 molinos de refinación que una vez que han molido los granos caen en una banda transportadora, la cual conduce el material a otra criba rotativa la cual tiene 3 parrillas con 3 diferentes tamaños de orificios con diámetro que van de 0,5 a 3mm.

Igualmente, aquí por la fuerza de gravedad los granos van a caer en diferentes tolvas contenedoras, las cuales en su parte inferior tienen enganchados grandes sacos, en manera que los granos durante la caída se depositen en estos.

Una criba o cernidor rotativo también llamado tamiz se encarga de separar la fibra de nylon de los granos de caucho.



Figura 23. Material granulado por segunda vez. Tomado de la web de Eco GREEN Equipment (58)

3.4.1.10. Proceso sin material textil

Después de la separación de metales, si el material granulado (granos de tamaño 0-20mm) no contiene materia textil, este es conducido por medio de una banda transportadora a un cernido rotativo el cual se encarga de seleccionar los granos en diferentes grupos (según su tamaño).

En este caso, en la criba (una especie de cernidor o tamiz) rotativa es alimentada por un tornillo sin fin “tornillo de Arquímedes”, la criba tiene 3 perillas con 3 diferentes tamaños de orificios con diámetros que van de 1 a 7 mm, durante el proceso de cribatura, es decir la separación granulométrica, los granos van a caer en diferentes

tolvas contenedoras, las cuales en su interior tienen enganchadas big-bags (grandes sacos), de manera que durante la caída de los granos se depositen en los sacos.

Nota: solo si se llegara a requerir de una sucesiva reducción de estos granos, los mismos serán conducidos a un pulverizador. Entre más pequeño y puro se logre obtener el grano, mayor será su valor en el mercado.

3.4.1.11. Almacenado

El grano de caucho reciclado finalmente se empaqueta en los Big Bags de 1.000 kg, el empaque se realiza desde una tolva que canaliza el material y contiene el grano seco para luego depositarlo. Por sus características y debido a sus múltiples usos se recomienda tener una unidad de empaque que desagregue la cantidad originalmente planteada y que sea de fácil manejo y manipulación, por lo que se pretende tener una unidad de empaque más pequeña y costales plásticos de 50 kg, de esta forma se almacenan y queda el producto terminado listo para su despacho



Figura 24. Costales para almacenamiento de granulado. Tomado de la web de Big Bag industries (60)

3.4.1.12. Aspiración de polvos

El sistema de aspiración de polvos realiza la limpieza de las partículas de tela y goma que quedan después de todo el proceso, para la protección del medio ambiente, los granuladores y los molinos de corte están dotados de sistemas de extracción. Con ello se garantiza un entorno casi exento de polvo y, al mismo tiempo, se refrigeran los componentes de la instalación. El

sistema de filtrado se suministra en forma de cápsula a presión; con este sistema de aspiración de polvo, se obtiene aire puro.

El material es aspirado del molino y apartado a otro silo, donde es transportado por un canal de evacuación y luego se deposita en un tambor magnético. Tanto la granuladora como también la sección de limpieza están equipadas con un eficiente sistema de extracción de tiempo, cuya función es aspirar las secciones de las cuales se produce polvo y filtrar el aire.

Al acero obtenido durante el proceso se reúne en un sitio aparte y se prensa con el fin de comercializarlo en forma de paca, la paca resultante es de 10 kg.

El sistema de control del panel de encendido está monitorizado mediante un sistema que garantice la seguridad de la instalación. Hay que tener en cuenta que la planta no usa productos químicos ni provoca contaminación hacia el medio ambiente.

3.5. Técnicas y análisis de las características de la plancha hidro-termo-acústica

3.5.1. Identificación de la utilidad mediante análisis y pruebas a plancha hidro-termo-acústica

Se analizarán las capacidades de acceso a los neumáticos fuera de uso (NFU) en la ciudad de Arequipa para determinar la viabilidad del proyecto, extrayendo este material desde la fuente primaria que sería las distribuidoras e instaladoras de neumáticos en los principales puntos de la ciudad, se tendrán en consideración las fichas de encuestas a cada una de estas entidades distribuidoras, realizando una matriz de datos denominada: tabla de resultados de la ficha de recolección de datos de neumáticos fuera de uso (NFU).

Posteriormente se determinará las variables utilitarias de las planchas hidro-termo-acústicas mediante distintos análisis, en su mayoría de ensayo de laboratorio para determinar las características físico térmicas del panel hidro-termo-acústico, en comparación con el panel THERMOMURO CCA-PIR, después de los ensayos de laboratorio.

Se realizarán los análisis del modelo de plancha hidro-termo-acústica en el laboratorio de materiales y de ensayos especiales FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L. ejecutando los ensayos por el ingeniero civil Federico Pascual Paucar Tito con número de colegiatura N°44210, para determinar las características positivas de la misma y determinar el cumplimiento de las variables, tomándose los siguientes ensayos de laboratorio de materiales:

- a) Dimensiones y proyecciones métricas.

- b) Registro de aislación térmica del panel hidro-termo-acústico.
- c) Deflexión en panel hidro-termo-acústico.
- d) Ensayo de resistencia a la compresión.

Después de los cuales se realizarán los siguientes ensayos teóricos.

1.- Prueba de aislamiento acústico.

3.5.2. Características para la reutilización del caucho reciclado.

Las capacidades técnicas mínimas requeridas en los neumáticos están estandarizadas en el Decreto Supremo N°019-2005-PRODUCE y su Reglamento, se realizarán estas evaluaciones en base a estos términos.

Categoría: los neumáticos a recolectar tienen que ser neumáticos desechados sin capacidad de reencauchamiento. Deben ser neumáticos de automóvil, con un tipo específico de categoría por sus facilidades de trituración, esta categoría está cubierta en la legislación y **tiene que ser del tipo II** (dos) (61 pág. 04).

Características: en su mayoría, las características en los neumáticos están inscritas en el **D.O.T.** (United States Department of Transportation.), colocado en unas de las caras laterales de los neumáticos, como manera de identificación de los mismos.



Figura 25. Métodos de caracterización de neumáticos. Tomado de La Web de Rezulteo (62)

El código **DOT**. Es el número de aprobación que otorga la agencia de transportes de los Estados Unidos que consta de once (11) o doce (12) caracteres específicos.

Se recolectarán neumáticos en base a estos tipos de características, en caso existir oferta de este residuo funcionando como materia prima.

Se implementará el procedimiento sobre el reciclado respecto granulado de neumáticos fuera de uso (NFU), teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- a) Aglomeración y compactado del caucho.
- b) Preparación de plancha metálica.
- c) Presentación de plancha hidro-termo-acústica.
- d) Estructura de plancha hidro-termo-acústica.

3.5.3. Viabilidad de neumáticos fuera de uso (NFU).

3.5.3.1. Áreas con presencia de neumáticos fuera de uso (NFU).

A pesar de que existe una clara evidencia de contaminación por neumáticos fuera de uso (NFU) en la ciudad, no existen instrumentos de gestión ambiental estatal activos para la recolección o tratamiento alguno de estos residuos.

Después de su utilización existen algunas empresas que por compromisos ambientales dentro de sus sistemas integrados de gestión como lo son:

- Sistema de Gestión Ambiental - ISO14001-2015.
- Gases de efecto invernadero Huella de carbono ISO/TS 14067:2013 (63).
- Certificación huella de carbono - ISO 14064-2014.

Asimismo, la municipalidad tiene a partir del año 2021, por la nueva legislación del Decreto Supremo 024-2021, se dispone la recolección y manejo y puesta en valor de los neumáticos fuera de uso (NFU) por parte de las municipalidades.

3.5.3.2. Selección de áreas impactadas por neumáticos fuera de uso

3.5.3.2.1. Botadero municipal de Quebrada Honda

La División de Saneamiento Público que es la responsable de asegurar la provisión de servicios de saneamiento al ciudadano adecuados en la ciudad de Arequipa (55), da facultad de encargo respecto a la limpieza pública y sus derivados a la sub gerencia de saneamiento:

La sub gerencia de saneamiento, salubridad y salud cuenta con tres secciones, responsables de la recopilación y la administración total de los residuos sólidos que se generan en la ciudad de Arequipa, demostrando una menor capacidad volumétrica según pasan los años (55):

a) Recolección de residuos sólidos comunes:

- La recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos se realiza en la zona de Cercado de la ciudad de Arequipa.
- Realización de servicios de acopio recolección de residuos sólidos municipales, incluyendo la compra de 02 compactadores de 15 m³ y 50 contenedores de residuos sólidos.

b) Sobre la limpieza de la vía pública, monumentos y otros:

- Línea de exploración. Limpieza de columnas, paredes en sector público, canales.
- Limpieza de monumentos y vialidades - Higienización.
- Campaña de saneamiento y saneamiento del Centro Histórico.
- Evacuar acumulaciones de agua, productos de lluvia en el Centro Histórico. Desinfección con legía.

c) Manejo y tratamiento de residuos sólidos en la disposición final:

- Comprimir y almacenar los residuos sólidos para su tratamiento final.
- Recuperación de 45.000m² de residuos sólidos de un relleno sanitario controlado Quebrada Honda.
- El relleno sanitario actualmente es operado por **EPS Inter Aseo Perú SAC**; la medida que ha reducido significativamente los impactos ambientales negativos a través de una buena gestión de residuos; además, de los primeros resultados sobre la generación de lixiviados y gas, permitirá disponer de controles de control y seguimiento para monitorear el comportamiento de los residuos depositados en esta infraestructura.

3.5.3.2.2. Empresas recolectoras/ recicladoras de neumáticos fuera de uso

Las principales empresas son las reencauchadoras y la empresa de venta y cambio de neumáticos:

Se realizará una encuesta mediante una ficha de recolección de datos.

3.5.3.2.3. Empresas proveedoras / vendedoras de neumáticos

Número de empresas vendedoras de neumáticos en la ciudad de Arequipa (64)

Se realizará una encuesta mediante una ficha de recolección de datos.

3.5.4. Impacto en el ambiente por el uso de caucho reciclado

3.5.4.1. Impacto ambiental

El recojo de residuos sólidos no peligrosos, como los neumáticos fuera de uso (NFU), no fueron objetivo de políticas públicas hasta el año 2021, gracias a la nueva normativa presentada como Decreto de Urgencia por el Ministerio del Ambiente, se dio la atención de recuperar estos residuos sólidos y reincorporarlos a la actividad económica como materia prima para otros insumos, ya que existe una clara evidencia del aumento de los neumáticos fuera de uso en las distintas ciudades, esta norma esta codificada como el DS 024-2021 minam.

En el artículo 18° se definen que las metas de recolección y valorización son progresivas a partir del tercer año de publicada esta norma, teniendo como objetivo para el año 2023 una re inserción de este material, de hasta un veinte por ciento (20%) de los desechos de neumáticos fuera de uso.

Tabla 3. Metas graduales de recolección.

Año	Recolección	valorización
3er año de vigencia de la norma.	13%	13%
4to año de vigencia de la norma.	15%	15%
5to año de vigencia de la norma.	20%	20%

Según SIGERSOL, en el año 2021 hay una cantidad de **1,349.63 de toneladas** por año residuos sólidos no reaprovecharles de caucho cuero y jebe en la ciudad de Arequipa.

Aseo	253.20
Papel	688.14
Aluminio	596.06
Otros Metales	294.40
Residuos no aprovechables	
Bolsas plásticas	8,960.26
Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias	24,345.56
Pilas	261.68
Tecopor (poliestireno expandido)	1,618.59
Residuos inertes (Bens, piedras, cerámicos, ladrillos, otros)	11,138.74
Textiles (otras)	2,552.68
Caucho, cuero, jéiler	1,345.63
Restos de medicamentos	380.41
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	1,733.80
Otros residuos no categorizados	3,792.08

Figura 26: Características de residuos sólidos municipales. Tomado de la página Web de SIGERSOL. (65)

- **Descripción de procedimiento de medición de impacto ambiental**

Se realizarán la comparativa de extracción de neumáticos fuera de uso (NFU) para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas.

3.5.5. Utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas

Para encontrar la utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas se realizará una valoración económica con los siguientes análisis de estructura de costos.

- **Costos de mano de obra**

Se determinará el costo de producción en base a la planilla por el número de personal intervenido en la actividad

- **Costos de maquinarias**

Se realizarán cotizaciones de maquinaria necesaria para la implementación en el proceso de producción de caucho reciclado.

- **Costos variables**

Se realizarán los costos de insumos necesarios para la elaboración de plancha hidro-termo-acústica.

- **Costos fijos**

Análisis de costos fijos en el proceso de producción, para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas.

- **Resumen de costos**

Se sumará los valores encontrados en los siguientes ítems, costos fijos, costos variables, maquinaria y mano de obra, para así encontrar el costo total aproximado del proceso de elaboración de la plancha hidro-termo-acústica.

- **Precio unitario de plancha de cobertura metálica**

Determinar el costo de la plancha de cobertura metálica.

- **Punto de equilibrio**

Determinar la cantidad de planchas en metros cuadrados para obtener la cobertura de los costos de elaboración de las planchas hidro-termo-acústicas.

- **Comparativa de producto similar**

Realizar la comparativa con algún producto de venta con similares propiedades y fines presentes en el mercado nacional.

- **Valoración de la plancha hidro-termo-acústica por metro cuadrado**

Comparar los costos por metro cuadrado de algún producto presente en el mercado nacional.

3.5.6. Tipo de tecnologías para la obtención de caucho reciclado

Se investigará la innovación tecnológica en materia de reciclaje de neumáticos fuera de uso, en revistas científicas respecto a la probable implementación, al proceso de elaboración de planchas hidro-termo-acústicas.

Se verificarán procedimientos alternos, potencialmente aplicables a la línea de producción de granulado de neumático, para una mejor sustracción del caucho sin afectar los otros elementos que conforman los neumáticos fuera de uso (NFU).

3.5.7. Beneficio social del uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo -acústicas

Se analizará la viabilidad y el análisis de nuevos empleos formales dentro del proceso de producción de las planchas hidro-termo-acústicas.

Se determinarán los beneficios en base a la creación de puestos de trabajo directos en base a la producción de granulado de neumáticos fuera de uso considerando la mano de obra.

- Operario de planta
- Supervisor
- Administrador
- Chofer
- Recolector

Son los puestos de trabajo como mínimo viable para dar puesta en marcha a la línea de producción para la obtención de granulado de neumáticos fuera de uso (NFU).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Utilidad de las planchas hidro-termo-acústicas

Primero se verificó la cantidad total aproximada de neumáticos recuperables, tenidos como materia prima para la elaboración de granulado de neumáticos, teniendo así la verificación de viabilidad de acceso a la materia prima como lo son los neumáticos fuera de uso (NFU).

4.1.1.1. Tabla de resultados de la ficha de recolección de datos de neumáticos fuera de uso (NFU)

Tabla 4. Cantidad de neumáticos para conversión a granulado de neumáticos.

Nº	Empresa proveedora.	Cantidad de neumáticos vendidos unid/ mes.	Tipo de neumáticos peso 45kg prom.	Cuentan con algún procedimiento de recolección de neumáticos	Cant de NFU malla	Cant de NFU NYLON
1	Multillantas de virgen de copacabana	50	Tipo II	No	50	0
2	Llantas y servicios 308	120	Tipo II	No	120	0
3	Corporación Mericruz	60	Tipo II	No	60	0
4	Lidercruz eirl	700	Tipo II	No	700	0
5	Neumáticos J.I.C.	46	Tipo II	No	46	0
6	Bruce rojas	60	Tipo II	No	60	0
7	Miguel Ojeda	40	Tipo II	No	40	0
8	W E neumáticos	120	Tipo II	No	120	0
9	Alfredo Pimentel Sevilla	300	Tipo II	No	300	0
Prom		166.2	Tipo II	NO	166.2	0
Total		1496				

Nota: ficha de recolección de datos respecto a los NFU's. 1-9.

En la tabla N°4 se obtuvieron los resultados de la encuesta sobre las cantidades vendidas en promedio de la muestra de empresas proveedoras de neumáticos determinados que existen al mes un total 67320 kilos de neumáticos reemplazados en treinta días, en un total de 9 empresas proveedoras de 35 en total, en la ciudad de Arequipa.

- Movimiento comercial de neumáticos

El número total de ventas aproximadas de neumáticos es de 1496 unidades.

- Existencia de procedimiento de desecho de neumáticos

Según la ficha de recolección de datos el número de empresas proveedoras de neumáticos que cuentan con algún procedimiento de disposición final de neumáticos fuera de uso (NFU) es de un total de cero.

Ninguna de las empresas consultadas está informada respecto a las obligaciones del Decreto de Urgencia 024-2021 del MINAM.

- Venta de neumáticos con malla metálica

La venta de neumáticos con malla metálica es de un total de 1496 siendo el cien por ciento (100%) de las ventas en el mes.

- Venta de neumáticos con nylon

No se presentaron ventas de neumáticos con malla de nylon en ninguna empresa proveedora, es decir que la venta de neumáticos con malla de nylon fue de cero.

Los proveedores indican que al haber mayores propiedades en los neumáticos con malla metálica no existe una demanda del otro producto, por lo que se dejó de solicitar esta importación.

- Características técnicas

La venta de neumáticos en empresas proveedoras es de tipo dos, categorizados para neumáticos de automóvil en el Decreto Supremo 019-2005 PRODUCE.

- Propiedades

Las propiedades principales del caucho en los neumáticos tipo dos se rigen en el punto 5.2.3. del Decreto Supremo 019-2005 PRODUCE.

Tabla 5. Neumático de Automóvil tipo II -Valores mínimos de energía de roturas

Tipo de Neumático	Ancho de la sección	Material de la Carcasa	Máxima presión de inflado permisible en kPa (psi)					
			220 (32)	240 (35)	250 (36)	275 (40)	280 (41)	300 (44)
			Energía de rotura, en joules J (libras fuerza-pulgada, lbf-pulg)					
Conven-cional	Menor de 155 mm	Rayón	113 (1 000)	113 (1 000)	212 (1 875)	282 (2 500)	282 (2 500)	113 (1 000)
		Nylon o poliéster	220 (1 950)	220 (1 950)	330 (2 925)	441 (3 900)	441 (3 900)	220 (1 950)
	Igual o mayor que 155 mm	Rayón	186 (1 650)	186 (1 650)	290 (2 574)	373 (3 300)	373 (3 300)	186 (1 650)
		Nylon o poliéster	294 (2 600)	294 (2 600)	441 (3 900)	588 (5 200)	588 (5 200)	294 (2 600)
Radiales	Menor de 155 mm	Todos	220 (1 950)	220 (1 950)	330 (2 925)	441 (3 900)	441 (3 900)	220 (1 950)
	Igual o mayor que 155 mm		294 (2 600)	294 (2 600)	441 (3 900)	588 (5 200)	588 (5 200)	294 (2 600)

Nota: Tomado de la Web del Ministerio de Producción

Aquí se observa la cuarta columna donde se determina las características de rotura en Joules y sus capacidades por tipo de neumáticos

4.1.1.2. Ensayos de laboratorio

Se realizaron los ensayos de laboratorio de materiales y de ensayos especiales FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L. ,propiedad del ingeniero civil Federico Pascual Paucar Tito con numero de colegiatura N°44210 para determinar las características POSITIVAS

4.1.1.2.1. Dimensiones y proyecciones métricas.

Tabla 6. Medidas de plancha hidro-termo-acústica.

Largo	cm.	Ancho	Cm.	Espesor cm
1	20.3	5	19.7	3.6
2	20.5	6	19.7	3.62
3	20.4	7	19.5	3.7
4	20.40	8	19.3	3.65
promedio	20.4	promedio	19.6	3.64

Área de panel testigo $Cm^2= 39.93$

$$m^2=0.03993$$

En la tabla N°6 se analizaron las dimensiones de la muestra de la plancha para determinar sus métricas y capacidades.

Tabla 7. Pesaje de plancha

Ítems	Peso panel kg.
1	1.001
2	1.001
3	1.000
4	0.998
Promedio	1.000

Se peso el modelo de la plancha hidro-termo-acústica en 4 ocasiones para determinar el peso promedio de la muestra en la tabla N°7.

Tabla 8. Peso total por metro cuadrado

Panel espesor 3.64cm
Peso por m2(kg)
25.04

En la tabla N°7 se realizó la medida del espesor y el peso aproximado por metro cuadrado obteniendo los resultados mostrados anteriormente.



Figura 27. Mediciones de plancha hidro-termo-acústica

- Registro de aislación térmica del panel hidro-termo-acústico

Se realizó el análisis térmico de la plancha en condiciones controladas y medidas de manera constante.

Tabla 9. Mediciones térmicas.

ÍTEM	Temperatura t1 cara 1 C°	Temperatura t2 cara 2 T2 C°	Gradiente térmica C°
1	31.1	21.8	9.3
2	31.7	20.9	10.8
3	31.3	21.1	10.2
4	30.0	21.4	8.6
Promedio	31.0	21.3	9.7
5	67	24.8	42.2
6	70	24.7	45.6
7	65.2	23.8	41.4
8	64.2	23.6	40.6
Promedio	66.7	24.2	42.5

En la tabla N°9 se tomaron muestras en distintos puntos para la medición de temperatura y lograr obtener el gradiente térmico de la muestra de la plancha-hidro-termo-acústica.



Figura 28. Prueba de medición térmica en el panel hidro-termo-acústico.

4.1.1.2.2. Deflexión en panel hidro-termo-acústico

Tabla 10. Ensayo de deflexión.

Descripción	Altura promedio	Largo de luz del ensayo	Ancho Promedio	Carga máxima	Carga máxima de falla	Módulo de ruptura
26cm x 1.2cm	1.2	30.0	26.0	0.245	25.00	20.0
Deflexión de falla 2cm						

Se analizó el panel de plancha hidro-termo-acústica en un ensayo de deflexión determinando sus capacidades de carga en la tabla N°9.



Figura 29: Prueba de flexión a panel.

4.1.1.2.3. Ensayo de resistencia a la compresión

Prueba de compresión del panel para determinar sus capacidades de resistencia y potenciales en términos constructivos.

Tabla 11. Datos de medición de panel.

Datos del panel	
Ancho cm	19.7
Espesor cm	3.64
Área transversal de aplicación de carga cm ²	71.71
Fuerza de compresión	600 kg.
Esfuerzo de compresión	8.4 Kg/cm ²

Se realizó la prueba de compresión expresando estos resultados después del ensayo visualizado en la tabla N° 10.



Figura 30. Prueba de compresión.

Prueba inicial de compresión con un equipo de presión hidráulico calibrado determinado la capacidad máxima de peso por centímetro cuadrado para realizar los comparativos de medición en contraposición de su par.



Figura 31. Punto límite de prueba de compresión.

Resultado final de compresión y de capacidad de carga por metro cuadrado.

4.1.1.2.4. Prueba de aislamiento acústico al caucho retirado de neumáticos fuera de uso (NFU)

Debido a las capacidades operativas del desarrollo de la tesis se optó por dar los ensayos teóricos y prácticos de un antecedente respecto al espesor de 3 mm caucho a 80(%) por ciento de concentración, con un comparativo de espuma flexible de poliuretano expandido (32kg/m3) (66)

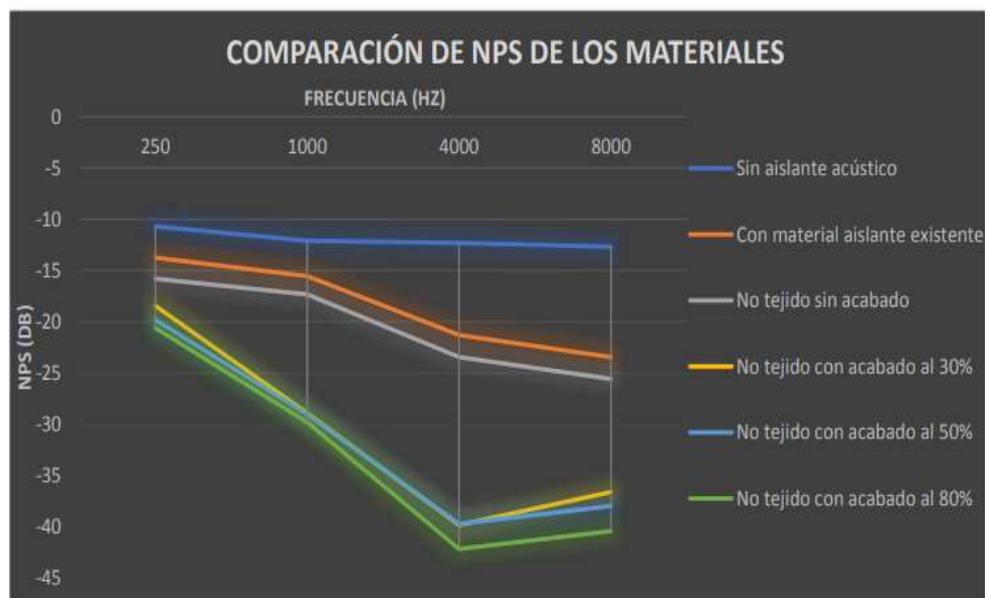


Figura 32. Comparación de presión sonora de materiales.

Evidenciando una clara evidencia positiva al aislamiento acústico en distintas frecuencias sonoras.

Tabla 12. Coeficiente de transmisión de sonido.

Coeficiente de transmisión de sonido (STL)		
Medida	Materiales	
Hz	Espuma flexible de poliuretano 32kg/m3	Granulado de caucho de 3mm al 80%
250	3,06	9,92
1000	3,42	17,68
4000	8,98	29,84
8000	10,76	27,71
Media	6,56	21,29

En la tabla N° 12 se realizó la comparación sobre el coeficiente de transmisión en base al porcentaje de presencia de fibras de caucho en distintas densidades.

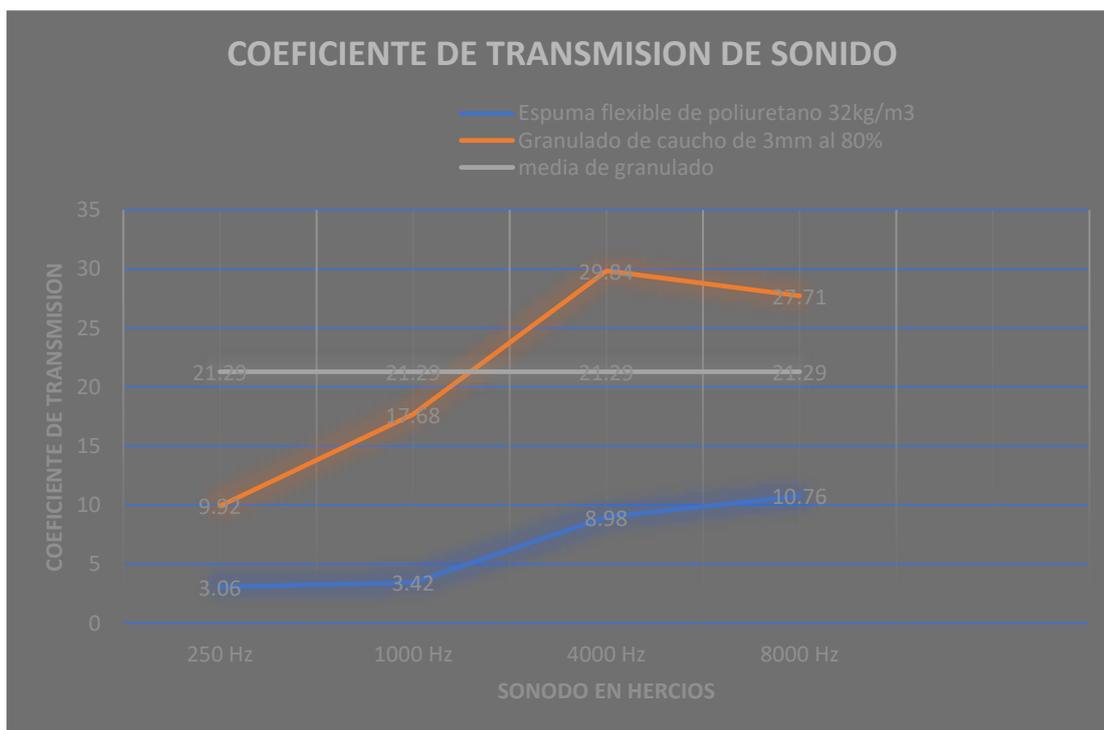


Figura 33. Tendencia de coeficiente de transmisión de sonido.

Se evidencia un coeficiente POSITIVO.

4.1.2. Reutilización del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas.

4.1.2.1. Procedimiento de reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU)

4.1.2.1.1. Aglomerado y compactado de caucho.

Se sacó un promedio de ocho (08) neumáticos desechados y se extrajo granulado conglomerado de cada neumático haciendo una mezcla uniforme de granulado de neumáticos de 3 kilos de la parte externa de una de las claras de cada neumático.



Figura 34. Materia prima.

Se obtuvo un granulado de neumáticos fuera de uso de un peso de 300 gramos con una medida aproximada entre 150mm a 270mm.



Figura 35. Verificación de granulado

Se verificó que el granulado no contara con virutas metálicas o presencia de agentes extraños como nylon.



Figura 36. Aglomerado de granulado de neumático.

Se agregó poli acetato de vinilo de solución acuosa (cola sintética) y se realizó la mezcla para su compactación con un grosor aproximado de 40mm de ancho.

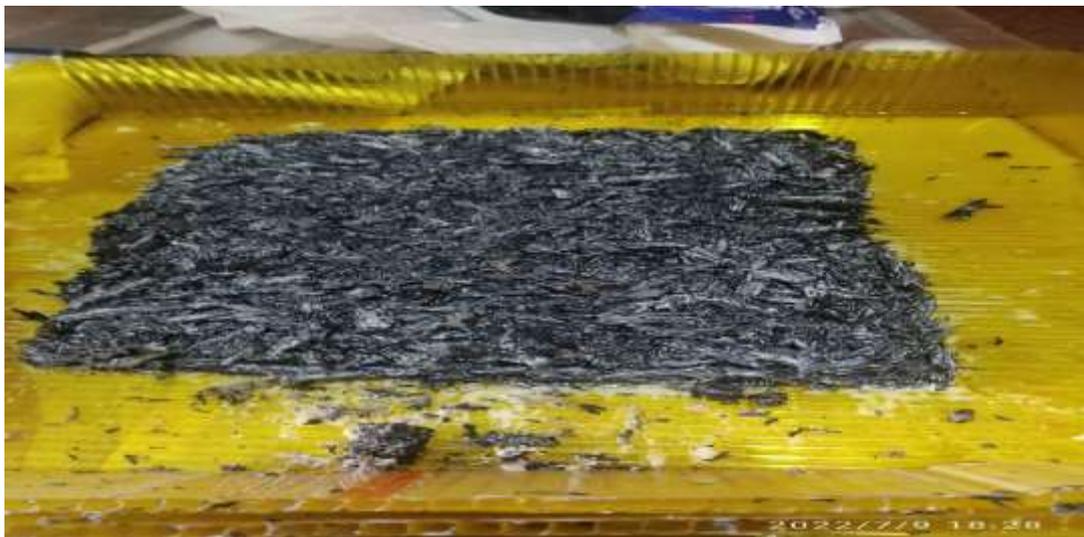


Figura 37. Moldeado y compactado de granulado de caucho.

Se realizó la compactación y aglomeración deseada con un ancho de 40mm. Se ha procedido a darle un tiempo estimado de secado de 10 horas dados por la cantidad de cola sintética y por el grosor de 40 milímetros esperado.

4.1.2.1.2. Preparación de planchas metálicas



Figura 38. Plancha termo-acústica PRECOR.

Se evidencia en esta imagen el modelo comercial de plancha termo acústica con la plancha de poli estireno de alta densidad.



Figura 39. Rollo de lámina metálica de 3mm.

Las planchas de modelo TR4 de donde se suelen extraer las planchas termo acústicas son moldeadas a partir de láminas metálicas con un grosor de 3 milímetros.



Figura 40: Planchas TR4

Las planchas TR4 son las planchas metálicas que sirven de cobertura externa y pueden ser adquiridas de manera independiente.



Figura 41. Moldeado a TR4

Se realiza el moldeo con una maquina compresora que realiza las vetas angulares para dar mayor rigidez y estabilidad estructural a la lamina



Figura 42. Medición y marcado de vetas.



Figura 43. Modelado a escala

Se realizó un modelado a escala de 1:50, para las vetas metálicas determinado así las mejores dimensiones y distancias para la estabilidad de la lámina. Las medidas determinadas a escala 1:50 fueron de 0.8cm x 0.7 cm x0.8 cm, con una distancia entre ellos de 3.5 cm.



Figura 44. Moldeado de vetas metálicas.

Se realizó el moldeado de vetas metálicas en la plancha de medidas de 1.0 metros largo por 0.60 centímetros de ancho con un espesor de 0.3 milímetros.



Figura 45. Plancha TR4

Se realizó el producto final de la plancha con el modelo TR4



Figura 46. Corte y moldeado para inserción de molde de granulado de caucho.

Se realizaron los cortes de las planchas a insertar en el molde de gránulos de caucho con una medida de 20x 20 cm.



Figura 47. Presentación y pegado de plancha TR4.

Se realizó el pegado de la plancha metálica al molde de granulado de caucho con Policloropreno (resina sintética), esperando un tiempo de secado de 15 horas.

4.1.2.1.3. Presentación de la plancha Hidro-termo-acústica

Como elaboración final se unieron el molde de granulado de caucho y las planchas metálicas con el modelo TR4. Dando el producto final la plancha hidro-termo acústica.



Figura 48. Plancha-hidro-termo-acústica.

Al final del proceso se obtuvo la plancha hidro-termo-acústica, para su análisis en laboratorio.

4.1.2.1.4. Estructura de plancha hidro-termo-acústica.

Dados los análisis de laboratorio se determinan las medidas y proyecciones de las planchas hidro-termo-acústicas

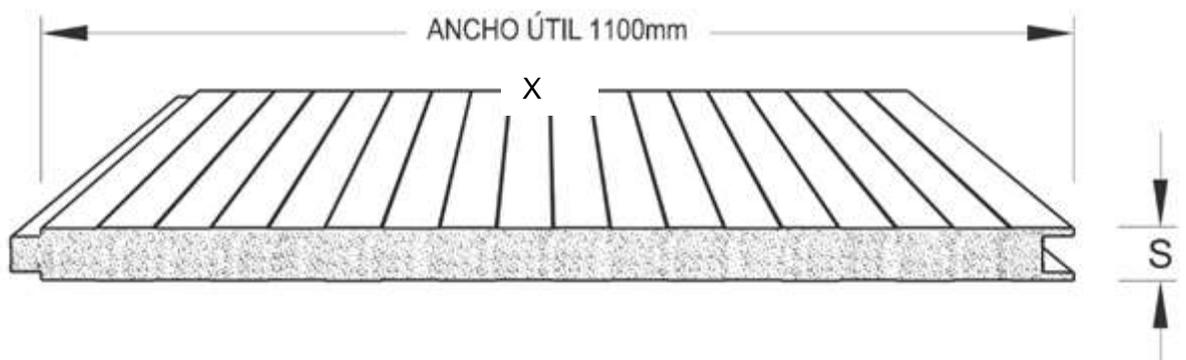


Figura 49. Modelo grafico de dimensiones de plancha hidro-termo-acústica.

- **Dimensiones**

Tabla 13. Dimensiones de plancha hidro-termo-acústica.

Ítems	Largo m(X)	Ancho	Espesor (S)
Plancha metálica sup.	6 metros	1.10 metros	0.3 mm
Plancha metálica inf.	6 metros	1.10 metros	0.3 mm
Goma de caucho	6 metros	1.10 metros	40 mm
Pintura	6 metros	1.10 metros	25 micras

En la tabla N°12 se realizan el comparativo respecto a las dimensiones de las planchas thermo-muro, mostrando una capacidad funcional siendo un similar al comparativo anteriormente mencionado.

- **Pesos**

Tabla 14. Peso por metro cuadrado.

Plancha hidro-termo-acústica	m2	Medida de plancha en m2 (6.6 m2)
	25 kg	165 kg

En la tabla N° 13 se aprecia el volumen necesario de N.F.U. para la realización de planchas hidro-termo-acústicas.

Conforme a las encuestas realizadas a empresas y proveedoras de neumáticos nuevos se realizó un análisis estadístico de las cantidades aproximadas que son desechadas de manera directa e indirecta

Tabla 15: Peso de metro cuadrado de plancha.

ítems	Peso por m2	Peso por plancha
Plancha hidro-termo-acústica	25 kg	165 kg
medida	m2	6.6 m2

Estimado de peso que tendría cada plancha hidro-termo-acústica, como se ve en la siguiente tabla

Tabla 16: Uso de caucho por mínimo viable.

ítems	Numero viable	Total, por 51 planchas
Numero de planchas	51 planchas	8415 kg

Se determina el peso recuperado de neumáticos fuera de uso (NFU) implementados en las planchas hidro-termo-acústicas.

Tabla 17: Desecho de neumáticos por mes.

ítems	numero	Promedio Kg/ mes	Peso Tn/mes	Peso Tn/año
Empresas encuestadas	09	7,480	7.48	89.76
Empresas registradas en Arequipa	33	24,6840	246.84	2962.08

Se analiza el número total de neumáticos desechados por año y su estimado en base al número total de empresas proveedoras y/o vendedoras de neumáticos registradas en la ciudad de Arequipa.

4.1.3. Viabilidad de acceso a neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa

Para determinar la viabilidad de los neumáticos fuera de uso (NFU) se determinaron con tres puntos principales como lo son el área con presencia de neumáticos, el procedimiento de recolección, cantidad aproximada de neumáticos fuera de uso (NFU) desechados, y la cantidad de cauchos reciclado por mes.

4.1.3.1. Áreas con presencia de neumáticos fuera de uso (NFU) en la ciudad de Arequipa.

Se realizó una inspección en las principales áreas comerciales de venta y comercio de neumáticos se presenta en las siguientes evidencias de presencia de neumáticos en la zona de Arequipa en la avenida Sepúlveda Se realizaron encuestas en los centros comerciales más representativos de la zona obteniendo datos representativos del manejo de los NFU.



Figura 50. Puntos de monitoreo de Av. Sepúlveda.

Tabla 18. Recolección de datos en encuesta sobre NFU.

N°	Nombre de proveedor.	Cantidad de neumáticos vendidos unidades/ mes.	Tipo de neumáticos peso 45kg prom.	Cantidad en kg.
1	Multillantas de virgen de copacabana	50	Tipo II	2250
2	Llantas y servicios 308	120	Tipo II	5400
3	Corporación Mericruz	60	Tipo II	2700
4	Lidercruz eirl	700	Tipo II	31500
5	Neumáticos J.I.C.	46	Tipo II	2070
6	Bruce rojas	60	Tipo II	2700
7	Miguel Ojeda	40	Tipo II	1800
8	W E neumáticos	120	Tipo II	5400
9	Alfredo Pimentel Sevilla	300	Tipo II	13500
Promedio		166.2	Tipo II	7480
Total		1496		67320

Nota: tomada de la Ficha de recolección de datos respecto a los NFU's. 1-9.

Se obtuvieron los resultados de la encuesta sobre las cantidades vendidas en promedio de la muestra de empresas proveedoras de neumáticos determinados que existen al mes un total 67320 kilos de neumáticos reemplazados en treinta días en un total de 9 empresas proveedoras.

4.1.3.2. Implementación de Procedimiento de selección y recolección de neumáticos fuera de uso (NFU).

- **Procedimiento de recolección de neumáticos fuera de uso.**

Al no existir un procedimiento técnico y específico para la recolección de neumáticos fuera de uso se realizará una elaboración empírica de la correcta recolección de neumáticos fuera de uso, a la cual se le denominará: matriz de identificación de peligros evaluación de riesgos y medidas de elección.

Se implementará una matriz de identificación de peligro evaluación de riesgo y control (I.P.E.R.C.) para la correcta categorización de los riesgos en la actividad.

Tabla 19. Matriz de identificación de peligros evaluación de riesgos y medidas de elección.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE ELECCIÓN.																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATRIZ</th> <th colspan="4">frecuencia</th> </tr> <tr> <th>severidad</th> <th>2</th> <th>4</th> <th>6</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>16</td> <td>24</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>12</td> <td>24</td> <td>36</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>16</td> <td>32</td> <td>48</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table>	MATRIZ	frecuencia				severidad	2	4	6	8	2	4	8	12	16	4	8	16	24	32	6	12	24	36	48	8	16	32	48	64	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Fórmula de cálculo:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$S * F = N.R.$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Donde:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">S=Severidad</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">F= Frecuencia</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">N.R.= nivel de riesgo</td> </tr> </table>				Fórmula de cálculo:		$S * F = N.R.$		Donde:		S=Severidad		F= Frecuencia		N.R.= nivel de riesgo	
	MATRIZ	frecuencia																																												
	severidad	2	4	6	8																																									
	2	4	8	12	16																																									
	4	8	16	24	32																																									
	6	12	24	36	48																																									
8	16	32	48	64																																										
Fórmula de cálculo:																																														
$S * F = N.R.$																																														
Donde:																																														
S=Severidad																																														
F= Frecuencia																																														
N.R.= nivel de riesgo																																														
<table border="1"> <tr> <td>Trabajo Específico:</td> <td>Recolección de Neumáticos fuera de uso</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por:</td> <td>Bach. JIMMY NÚÑEZ LUDEÑA</td> </tr> </table>		Trabajo Específico:	Recolección de Neumáticos fuera de uso	Elaborado por:	Bach. JIMMY NÚÑEZ LUDEÑA	<table border="1"> <tr> <td>Fecha:</td> <td>05/06/2022</td> </tr> <tr> <td>Versión:</td> <td>1</td> </tr> </table>		Fecha:	05/06/2022	Versión:	1																																			
Trabajo Específico:	Recolección de Neumáticos fuera de uso																																													
Elaborado por:	Bach. JIMMY NÚÑEZ LUDEÑA																																													
Fecha:	05/06/2022																																													
Versión:	1																																													
Área de Trabajo	Actividades	Peligros	Riesgos asociados	S	F	N.R.	Rango de Criticidad	Medida de Control																																						
Operaciones	Recolección y transporte de neumáticos fuera de uso hacia planta recicladora.	Superficies irregulares	Caídas al mismo.	6	4	24	Importante	Capacitación al personal (atento a las condiciones del terreno).																																						
								No correr en las zonas de recolección de NFU's																																						

		Herramientas en mal estado o uso inadecuado	Golpes por herramientas	6	4	24	Importante	Aplicar procedimiento de control de herramientas (código de colores)
		Manipulación de Neumáticos	Contacto con elementos cortantes o punzantes.	4	4	16	Importante	Señalización y cobertura de malla de acero.
								Uso de guantes
								Capacitación al personal (atención en el trabajo)
		Tránsito de vehicular.	Riesgos de accidente de tránsito/atropello.	4	6	24	Importante	Capacitación al personal sobre manejo a la defensiva, puntos ciegos de los equipos, uso de elementos reflectantes.
		Trabajos a la intemperie	Exposición a Radiación Ultravioleta	4	4	16	Importante	Capacitación al personal
								Uso de EPP's específicos
								Hidratación.
								Llenado de correcto de formatos.
		Trabajos en botaderos/ basurales	Exposición a contaminantes químicos/biológicos	6	6	36	Alto	Inspección de neumáticos y su no contaminación con agentes químicos o biológicos.
								Uso específico de EPP's

		Trabajos al interior de botaderos municipales	Cortes, golpes materiales punzo cortantes	4	4	16	Importante	Uso de zapatos de seguridad
								Uso de pantalón de jean de 12 onzas.
		No uso de EPP (casco; guantes y calzados de seguridad)	Golpes por	2	4	8	Bajo	Capacitación al personal
								Mantener stock de EPP, para su entrega oportuna
		No uso de epp (chaleco reflectante)	Riesgos de atropello	4	6	24	Importante	Capacitación al personal
								Mantener stock de EPP, para su entrega oportuna
		No uso de EPP (lentes)	Proyección de partículas	4	2	8	Bajo	Capacitación al personal
							Mantener stock de EPP, para su entrega oportuna	
		No uso de EPP (bloqueador solar)	Exposición a Radiación Ultravioleta	4	2	8	Bajo	Capacitación al personal
							Mantener stock de bloqueador solar, para su entrega oportuna	

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN SEGÚN MATRIZ.

1. OBJETIVO

El presente procedimiento establece un sistema para realizar la recolección de NFU neumáticos fuera de uso.

2. ALCANCES

Este procedimiento se aplica a todas las personas que participen de manera directa e indirecta de recolección de neumáticos fuera de uso NFU, dentro de las plantas o en las instalaciones anexas y conexas.

3. RESPONSABLES

3.1 SUPERVISOR DE SEGURIDAD

- Inspeccionar las aéreas de trabajo para verificar que se esté cumpliendo con el procedimiento.
- Las inspecciones se realizarán tanto en áreas públicas como en las privadas.
- En caso de encontrar una condición sub estándar se debe de corregir conjuntamente con el personal que se encuentra trabajando en dicha área.

3.2 SUPERVISOR

- Verificar que se mantengan en forma permanente las condiciones establecidas en este procedimiento.
- Conocer, difundir e instruir a todo el personal a su cargo sobre el presente procedimiento.

3.3 OPERARIO DE RECOLECCIÓN

- Cumplir con el presente procedimiento.
- Verificar que el área donde se encuentra trabajando esté libre de objetos que dificulten su labor o que generen condiciones sub estándar.

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **Desecho.-** Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo.
- **Residuo.-** Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación
- **Señalización.-** Todo elemento que permita el comunicar un mensaje pudiendo ser este aviso preventivo, restrictivo, etc.
- **Neumáticos fuera de uso NFU.-** neumáticos sin capacidad de utilización para su fin pertinente, material que será recolectado en las zonas determinadas y autorizadas.

5. PROCEDIMIENTO

- Traslado a las áreas de recolección y carga de NFU'S diariamente por el personal de turno como parte de su rutina de trabajo.
- Se deberá inspeccionar todas las áreas donde se realizaron trabajos ya sean públicas o privadas y observar si existen actividades cerca al entorno.
- Realizar el recojo de los NFU's hacia la unidad de transporte de manera segura verificando el peso antes de recogerlo y realizar la carga de forma ergonómica, usando los EPP's correspondientes como son:
 - Guantes de badana, cuero, tela con cobertura de goma rugosa.
 - Casco de seguridad, barbijo.
 - Lentes claros en zonas oscuras.
 - Lentes oscuras en zonas con alta radiación solar.
 - chaleco refractivo.
 - Zapatos de seguridad con punta y suela de acero.
 - Pantalón de jean de 12 onzas.
 - Bloqueador solar de piel con factor de bloqueo superior a 50fps.
 - Respirador con filtros de bases químicos.
- Realizar la descarga de los NFU's en una zona seguro con correctos movimientos ergonómicos.

4.1.3.3. Cantidad de neumáticos fuera de uso (NFU) por mes

Tabla 20. Recolección de datos: cantidad de neumáticos comercializados.

N°	Nombre de proveedor.	Cantidad de neumáticos vendidos unidades/mes.
1	Multillantas de virgen de copacabana	50
2	Llantas y servicios 308	120
3	Corporación Mericruz	60
4	Lidercruz eirl	700
5	Neumáticos J.I.C.	46
6	Bruce rojas	60
7	Miguel Ojeda	40
8	W E neumáticos	120
9	Alfredo Pimentel Sevilla	300
Promedio		166.2
Total		1496

Nota: Tomada de la Ficha de recolección de datos respecto a los NFU's. 1-9.

Los resultados extraídos de la ficha de recolección de datos indica una cantidad promedio de 166.2 neumáticos comercializados en el mes.

4.1.3.4. Cantidad de cauchos reciclados por mes

Tabla 21. Recolección de datos: peso de caucho por mes

N°	Nombre de proveedor.	Cantidad en kg.
1	Multillantas de virgen de copacabana	2250
2	Llantas y servicios 308	5400
3	Corporación Mericruz	2700
4	Lidercruz eirl	31500
5	Neumáticos J.I.C.	2070
6	Bruce rojas	2700
7	Miguel Ojeda	1800
8	W E neumáticos	5400
9	Alfredo Pimentel Sevilla	13500
Promedio		7480
Total		67320

Nota: Tomada de la Ficha de recolección de datos respecto a los NFU's. 1-9.

Los resultados extraídos de la ficha de recolección de datos indica una cantidad promedio en kilogramos de 7480 kilogramos al mes.

4.1.4. Impacto en el ambiente del uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas

Realizamos la comparativa de extracción para revalorización de los N.F.U. en las planchas hidro-termo-acústica.

Tabla 22. Comparativa de costos.

Ítems	Ton/mes.	Ton/año.
Plancha hidro-termo-acusica.	246.84	2,962.08
Composición de Rs.Ss Domiciliarios.	112.47	1349.63
Diferenciación.	134.37	1612.45

Respecto a la extracción de los neumáticos fuera de uso (NFU) para su puesta en valor y reinserción al mercado, se evidencia una cantidad de 134.37 toneladas a favor solo considerando los residuos 9, ya que en la encuesta se verificó una mayor carga de NFU no considerados en el sistema de registro de RR.SS de SIGERSOL, demostrando las capacidades ambientales positivas para el reaprovechamiento de este residuo solido no peligroso.

4.1.5. Utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas.

4.1.5.1. Estructura de costes.

Se realizó la estructura de costes en base a los segmentos a los costos fijos costos variables, maquinaria, mano de obra.

El tipo de cambio se definió a la fecha del 21/07/2022 en la página oficial del B.C.R. (Banco Central de Reserva) del Perú.

4.1.5.1.1. Mano de obra

Tabla 23. Costo de mano de obra.

MANO DE OBRA				
	costo /mes sol		costo/mes USD	
Personal de planta	S/	1,500.00	\$	385.60
Supervisor	S/	2,000.00	\$	514.14
Administrador	S/	1,800.00	\$	462.72
Chofer	S/	1,500.00	\$	385.60
Recolector	S/	1,300.00	\$	334.19
Total	S/	8,100.00	\$	2,082.26
Tipo de cambio	3.89			

Se realizaron los cálculos en la tabla conforme a los costes aproximados y cotizados en el mercado nacional, los montos fueron extraídos de infocapitalhumano.com (67)

4.1.5.1.2. Maquinarias

Tabla 24. Costos de maquinaria.

MAQUINARIA							
N°	Cantidad	Unidad	Costo unitario Soles	Costo unitario USD	Total, USD	Total, Sol	
1	Destalonaroda	1	1	S/3,750.00	\$964.01	\$ 964.01	S/ 3,750.00
2	Hidro lavadora	1	1	S/3,150.00	\$809.77	\$ 809.77	S/ 3,150.00
3	Trituradora primaria	1	1	S/16,338.00	\$4,200.00	\$ 4,200.00	S/ 16,338.00
4	Trituradora secundaria	1	1	S/19,450.00	\$5,000.00	\$ 5,000.00	S/ 19,450.00
5	Faja separadora metales	1	1	S/ 7,000.00	\$1,799.49	\$ 1,799.49	S/ 7,000.00
6	Pulverizadora /granuladora	1	1	S/ 25,680.00	\$ 6,601.54	\$ 6,601.54	S/ 25,680.00
7	Cribado	2	1	S/ 3,500.00	\$ 899.74	\$ 1,799.49	S/ 7,000.00
8	Tamizadora	2	1	S/ 4,000.00	\$ 1,028.28	\$ 2,056.56	S/ 8,000.00
9	Empacadora	1	1	S/ 5,700.00	\$ 1,465.30	\$ 1,465.30	S/ 5,700.00
Total						\$ 24,696.14	S/ 96,068.00
Tipo de cambio		3.89					

Costos extraídos de páginas de cotización de equipos industriales, tanto nacionales como internacionales.

4.1.5.1.3. Costos variables

Tabla 25. Costos variables.

COSTOS VARIABLES				
Insumos	Cantidad	Unidad	Costo unitario soles	Costo unitario USD
Planchas metálicas 110x6x0.3 m	100	2	S/ 128.00	\$ 32.90
Llantas Policloropreno (resina sintética)	1496	67320 kg	S/ -	\$ -
Gasolina	3	galón	S/ 10.00	\$ 2.57
	5	galón	S/ 25.36	\$ 6.52
Total			S/ 125.36	\$ 32.23
Tipo de cambio	3.89			

Costos elaborados con cotizaciones de posibles proveedores en la ciudad de Arequipa, los costos son variables respecto a la capacidad de acceso y a la tasa de inflación de la moneda nacional.

4.1.5.1.4. Costos fijos

Tabla 26. Costos fijos.

COSTOS FIJOS				
	Cantidad	Unidad	Costo unitario soles	Costo unitario dólares
Electricidad	350	0.7330 Kw /h	S/ 256.55	\$ 65.95
Alquiler de área industrial	1	soles	S/ 3,500.00	\$ 899.74
Agua	4.7	50m3	S/ 235.00	\$ 60.41
Vehículo	1	45.0 S/ *día	S/ 1,350.00	\$ 347.04
Total			S/ 5,341.55	\$ 1,373.15
Tipo de cambio	3.89			

Los costos fijos se determinaron con un aproximado en base a la valoración de infraestructura, equipos y servicios básicos para el funcionamiento de la línea de producción.

4.1.5.1.5. Resumen de costos

Tabla 27. Estructura de costos.

ESTRUCTURA DE COSTES PARA LA ELABORACIÓN DE PLANCHAS HIDRO-TERMO-ACÚSTICOS.		
Concepto	Costo soles	Costo dólares
Costos fijos	S/ 5,341.55	\$ 1,373.15
Costos variables	S/ 125.36	\$ 32.23
Maquinaria	S/ 96,068.00	\$ 24,696.14
Mano de obra	S/ 8,100.00	\$ 2,082.26
Costos totales	S/ 109,634.91	\$ 28,183.78

Se realizó la suma de los costos mostrados en tablas anteriores dando como resultado la suma total de costos que equivale a S/ 109,634.91 nuevos soles o \$ 28,183.78 dólares americanos.

4.1.5.1.6. Precio unitario de plancha de cobertura metálica

Tabla 28. Precio unitario de plancha metálica.

Precio unitario de plancha-metálica de cobertura							
	Medidas				Precio		Precio USD
	Largo	Ancho	Espesor	m2	Costo	Costo * m2	Costo m2
Plancha metálica para cobertura	6 metros	1.10 metros	0.3 mm	6.6	S/ 128.00	S/ 19.39	\$ 4.98

Se realizó el cálculo de los costos de elaboración aproximados por metro cuadrado sobre las planchas hidro-termo-acústicas, teniendo como fin un costo por metro cuadrado (m2) de S/ 19.39 nuevos soles o \$ 4.98 dólares americanos.

4.1.5.1.7. Punto de equilibrio

Tabla 29. Análisis del punto de equilibrio

	magen		60%							
unidades /m2	precio	precio + (%) ganancia	ventas	costos fijos	costos variables	maquinaria	mano de obra	costo total	utilidades	
1	\$ 4.99	\$ 12.46	\$ 12.46	\$ 1,373.15	\$ 74.90	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,226.46	\$ -28,213.99	
2	\$ 9.97	\$ 24.93	\$ 49.86	\$ 1,373.15	\$ 149.80	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,301.36	\$ -28,251.50	
3	\$ 14.96	\$ 37.39	\$ 112.18	\$ 1,373.15	\$ 224.70	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,376.26	\$ -28,264.08	
4	\$ 19.94	\$ 49.86	\$ 199.42	\$ 1,373.15	\$ 299.60	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,451.16	\$ -28,251.73	
5	\$ 24.93	\$ 62.32	\$ 311.60	\$ 1,373.15	\$ 374.50	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,526.06	\$ -28,214.46	
6	\$ 29.91	\$ 74.78	\$ 448.70	\$ 1,373.15	\$ 449.40	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,600.96	\$ -28,152.25	
7	\$ 34.90	\$ 87.25	\$ 610.73	\$ 1,373.15	\$ 524.30	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,675.86	\$ -28,065.12	
8	\$ 39.88	\$ 99.71	\$ 797.69	\$ 1,373.15	\$ 599.20	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,750.76	\$ -27,953.06	
9	\$ 44.87	\$ 112.18	\$ 1,009.58	\$ 1,373.15	\$ 674.10	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,825.66	\$ -27,816.07	
10	\$ 49.86	\$ 124.64	\$ 1,246.40	\$ 1,373.15	\$ 749.00	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,900.56	\$ -27,654.16	
11	\$ 54.84	\$ 137.10	\$ 1,508.14	\$ 1,373.15	\$ 823.90	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 28,975.46	\$ -27,467.31	
12	\$ 59.83	\$ 149.57	\$ 1,794.81	\$ 1,373.15	\$ 898.80	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,050.36	\$ -27,255.54	
13	\$ 64.81	\$ 162.03	\$ 2,106.41	\$ 1,373.15	\$ 973.70	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,125.26	\$ -27,018.84	
14	\$ 69.80	\$ 174.50	\$ 2,442.94	\$ 1,373.15	\$ 1,048.60	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,200.16	\$ -26,757.22	
15	\$ 74.78	\$ 186.96	\$ 2,804.39	\$ 1,373.15	\$ 1,123.50	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,275.06	\$ -26,470.66	
16	\$ 79.77	\$ 199.42	\$ 3,190.78	\$ 1,373.15	\$ 1,198.40	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,349.96	\$ -26,159.18	
17	\$ 84.76	\$ 211.89	\$ 3,602.09	\$ 1,373.15	\$ 1,273.30	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,424.86	\$ -25,822.77	
18	\$ 89.74	\$ 224.35	\$ 4,038.33	\$ 1,373.15	\$ 1,348.20	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,499.76	\$ -25,461.43	
19	\$ 94.73	\$ 236.82	\$ 4,499.49	\$ 1,373.15	\$ 1,423.10	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,574.66	\$ -25,075.16	
20	\$ 99.71	\$ 249.28	\$ 4,985.59	\$ 1,373.15	\$ 1,498.00	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,649.56	\$ -24,663.97	
21	\$ 104.70	\$ 261.74	\$ 5,496.61	\$ 1,373.15	\$ 1,572.90	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,724.46	\$ -24,227.84	
22	\$ 109.68	\$ 274.21	\$ 6,032.56	\$ 1,373.15	\$ 1,647.80	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,799.36	\$ -23,766.79	
23	\$ 114.67	\$ 286.67	\$ 6,593.44	\$ 1,373.15	\$ 1,722.70	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,874.26	\$ -23,280.81	
24	\$ 119.65	\$ 299.14	\$ 7,179.25	\$ 1,373.15	\$ 1,797.60	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 29,949.16	\$ -22,769.91	
25	\$ 124.64	\$ 311.60	\$ 7,789.98	\$ 1,373.15	\$ 1,872.50	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,024.06	\$ -22,234.07	
26	\$ 129.63	\$ 324.06	\$ 8,425.64	\$ 1,373.15	\$ 1,947.40	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,098.96	\$ -21,673.31	
27	\$ 134.61	\$ 336.53	\$ 9,086.24	\$ 1,373.15	\$ 2,022.30	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,173.86	\$ -21,087.62	
28	\$ 139.60	\$ 348.99	\$ 9,771.75	\$ 1,373.15	\$ 2,097.20	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,248.76	\$ -20,477.00	
29	\$ 144.58	\$ 361.46	\$ 10,482.20	\$ 1,373.15	\$ 2,172.10	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,323.66	\$ -19,841.46	
30	\$ 149.57	\$ 373.92	\$ 11,217.57	\$ 1,373.15	\$ 2,247.00	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,398.56	\$ -19,180.98	
31	\$ 154.55	\$ 386.38	\$ 11,977.88	\$ 1,373.15	\$ 2,321.90	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,473.46	\$ -18,495.58	
32	\$ 159.54	\$ 398.85	\$ 12,763.11	\$ 1,373.15	\$ 2,396.80	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,548.36	\$ -17,785.25	
33	\$ 164.52	\$ 411.31	\$ 13,573.26	\$ 1,373.15	\$ 2,471.70	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,623.26	\$ -17,049.99	
34	\$ 169.51	\$ 423.78	\$ 14,408.35	\$ 1,373.15	\$ 2,546.60	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,698.16	\$ -16,289.80	
35	\$ 174.50	\$ 436.24	\$ 15,268.36	\$ 1,373.15	\$ 2,621.50	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,773.06	\$ -15,504.69	
36	\$ 179.48	\$ 448.70	\$ 16,153.31	\$ 1,373.15	\$ 2,696.40	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,847.96	\$ -14,694.65	
37	\$ 184.47	\$ 461.17	\$ 17,063.18	\$ 1,373.15	\$ 2,771.30	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,922.86	\$ -13,859.68	
38	\$ 189.45	\$ 473.63	\$ 17,997.97	\$ 1,373.15	\$ 2,846.20	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 30,997.76	\$ -12,999.78	
39	\$ 194.44	\$ 486.09	\$ 18,957.70	\$ 1,373.15	\$ 2,921.10	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,072.66	\$ -12,114.95	
40	\$ 199.42	\$ 498.56	\$ 19,942.35	\$ 1,373.15	\$ 2,996.00	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,147.56	\$ -11,205.20	
41	\$ 204.41	\$ 511.02	\$ 20,951.94	\$ 1,373.15	\$ 3,070.90	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,222.46	\$ -10,270.52	
42	\$ 209.39	\$ 523.49	\$ 21,986.45	\$ 1,373.15	\$ 3,145.80	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,297.36	\$ -9,310.91	
43	\$ 214.38	\$ 535.95	\$ 23,045.88	\$ 1,373.15	\$ 3,220.70	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,372.26	\$ -8,326.37	
44	\$ 219.37	\$ 548.41	\$ 24,130.25	\$ 1,373.15	\$ 3,295.60	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,447.16	\$ -7,316.91	
45	\$ 224.35	\$ 560.88	\$ 25,239.54	\$ 1,373.15	\$ 3,370.50	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,522.06	\$ -6,282.51	
46	\$ 229.34	\$ 573.34	\$ 26,373.76	\$ 1,373.15	\$ 3,445.40	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,596.96	\$ -5,223.19	
47	\$ 234.32	\$ 585.81	\$ 27,532.91	\$ 1,373.15	\$ 3,520.30	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,671.86	\$ -4,138.94	
48	\$ 239.31	\$ 598.27	\$ 28,716.99	\$ 1,373.15	\$ 3,595.20	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,746.76	\$ -3,029.77	
49	\$ 244.29	\$ 610.73	\$ 29,926.00	\$ 1,373.15	\$ 3,670.10	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,821.66	\$ -1,895.66	
50	\$ 249.28	\$ 623.20	\$ 31,159.93	\$ 1,373.15	\$ 3,745.00	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,896.56	\$ -736.63	
51	\$ 254.27	\$ 635.66	\$ 32,418.79	\$ 1,373.15	\$ 3,819.90	\$ 24,696.14	\$ 2,082.26	\$ 31,971.46	\$ 447.33	

En esta tabla se analizó el punto de equilibrio se determinó que para dar rentabilidad con un margen del 60% de utilidad a la venta de planchas hidro-termo-acústicas, se tienen que vender 51 unidades de planchas hidro-termo-acústicas para obtener un retorno positivo.



Figura 51. Punto de equilibrio.

En el gráfico se evidencia un gradiente alcista positivo dando a interpretación el crecimiento exponencial y óptimo para la rentabilidad y viabilidad de la venta de las planchas hidro-termo-acústicas partiendo con un capital de reserva no menor a 30,000 mil dólares americanos.

a) Comparativo respectivo al mercado nacional

Se realiza la comparativa con respecto al producto con similar denominado THERMOMURO CCA-PIR denominado en su ficha técnica (68).

Tabla 30. Comparativo térmico.

Ítems	Aislamiento térmico	Gradiente térmico
Thermomuro SSA-PIR	0.40 watt/m ² K	positivo
Plancha hidro-termo-acústica	0.97 watt/m ² K	positivo

Se ve que el gradiente térmico respecto al comparativo comercial denominado thermomuro es positivo con casi la doble capacidad de aislamiento.

Tabla 31. Densidad de muro.

Ítems	espesor	Densidad mural
Thermomuro SSA-PIR	50 mm	positiva
Plancha hidro-termo-acústica	40mm	positiva

La densidad de las planchas hidro-termo-acústicas es mayor respecto al thermomuro con una diferencia de 10 milímetros, considerando que es un indicador de mayor capacidad potencial de carga y mayor volumen en términos estructurales.

Tabla 32. Peso por metro cuadrado.

Ítems	Peso x m2	Masa por m2
Thermomuro SSA-PIR	9.27 Kg.	positivo
Plancha hidro-termo-acústica	25 kg.	positivo

En el comparativo la plancha hidro-termo-acústica tiene el doble de peso por metro cuadrado que su par thermomuro SSA-PIR.

Tabla 33. Resistencia de compresión - capacidad de carga.

Ítems	Resistencia de compresión	Resistencia
Thermomuro SSA-PIR	No cuenta	No cuenta
Plancha hidro-termo-acústica	8.4 Kg/cm2	positivo

La resistencia a la compresión de la plancha hidro-termo-acústica es positiva, no se puede realizar el comparativo en este caso porque en la ficha técnica del par thermomuro, no cuenta con esta métrica.

b) Valor económico de las planchas hidro-termo-acústicas

Los costos ejecutados para la elaboración de las planchas hidro-termo-acústica, determina una gran rentabilidad a partir de la venta de los 51 metros cuadrados vendidos. Sin considerar instalación y modelamiento, dejando la posibilidad de mayores opciones de negocio respecto a la reinsertión de este material para su reaprovechamiento.

Tabla 34. Categorización de elementos de plancha-hidro-termo-acústica.

Ítems	m2
Plancha metálica sup.	\$4.99
Plancha metálica inf.	\$4.99
Goma de caucho	-
Pintura	variable
instalación	variable
transporte	variable
Valor total	\$ 10.00

Se determina que para la producción y venta por metro cuadrado se realizaría un costo aproximado de 10 dólares americanos, teniendo en comparativa el thermomuro CCA- PIR con un mayor costo, a continuación, se realizará la comparativa según el mismo material y mismas características.

c) Comparativa de costos: Análisis de costos.

Tabla 35. Comparativa de costos

Ítems	Costo por m2	Pedido mínimo m2
Plancha Hidro-termo-acústica T.A	\$ 10.00	51
Thermomuro CCA-PIR	\$ 40.80	250
Variación	\$ 30.80	199

En la tabla N° 32 se realizó el comparativo de los valores económicos aproximado de cada plancha visualizando que a pesar de la inversión inicial el costo de elaboración es mucho más económico en un aproximado de 35% menor, por parte de las planchas -hidro-termo-acústicas.

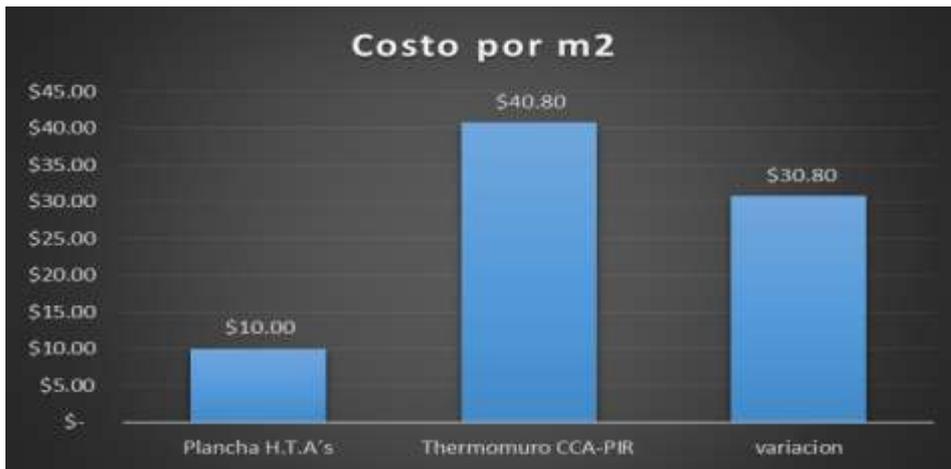


Figura 52. Costo de plancha-cidro-termo-acústica

4.1.6. Tipo de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas

4.1.6.1. Tipo de proceso para mayor eficiencia

Todos los procesos que se demuestran en la cadena de producción para el granulado realizan consumo de energía eléctrica; sin embargo, pueden realizarse o mejorar alguno de los procesos con implementar una mejor tecnología en algún paso para su mayor eficiencia, daremos algunos ejemplos de estos puntos.

a) Túnel de criogenización



Figura 53. Túnel de criogenización. Tomado de Speed Cryo de la pagina Web Aliexpres(69)

En la patente de reciclado de neumáticos con túnel de criogenización (70) determina la criogenización a una temperatura mínima hasta -196 °C grados centígrados para cristalizar el neumático, para poder fracturar la capa de caucho sin perjudicar la malla metálica que hay en su interior.

Este proceso es uno de los tantos modelos de mejora, pudiendo demostrar que existen otras metodologías para poder ser implementadas en el proceso de extracción del caucho sin alterar sus propiedades

4.1.7. Beneficio social que tiene el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas

Dentro del cálculo viable, para la elaboración del presupuesto, esta contabilizado la presencia de personal encargado de la ejecución y administración de los procesos para la elaboración del granulado

Tabla 30. Puesta de valor social.

Mano de obra			
		costo /mes sol	costo/mes USD
Operario de planta	S/	1,500.00	\$ 385.60
Supervisor	S/	2,000.00	\$ 514.14
Administrador	S/	1,800.00	\$ 462.72
Chofer	S/	1,500.00	\$ 385.60
Recolector	S/	1,300.00	\$ 334.19
Total	S/	8,100.00	\$ 2,082.26
Tipo de cambio		3.89	

En la tabla N°30 se visualiza la creación de cinco (5) puestos de trabajo formales directos, sin contar la generación de impuestos para la ayuda de causas sociales, hay una clara tendencia de crecimiento potencialy de esta industria, evidenciando un claro beneficio social positivo de esta tesitura.

4.2. Discusión de resultados

Como objetivo general se determinó el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa. En los resultados encontramos aspectos positivos respecto a la capacidad de proveer como insumo primario el caucho reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso en la ciudad de Arequipa con un total de 67 320 kilogramos al mes de neumáticos, cubriendo 25 kilogramos por metro cuadrado para

la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas, concordando con la Tesis titulada “Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con la incorporación de porcentajes de caucho triturado de neumáticos” (21), que tiene como objetivo determinar las competencias técnicas del caucho reciclado, midiendo su efectividad y analizando los resultados, así dar posibilidad de mayor uso como materia prima del neumático fuera de uso, en la construcción de adobes compactados.

El propósito de esta propuesta fue obtener los resultados de la compresión axial de adobes comprimido, mezclando caucho triturado de llantas de desecho en porcentajes aproximados de 1.00%, 2.50% y 5.00%, creando posibles opciones de reciclaje en Cajamarca- Perú, esto permitirá disminuir la ya severa contaminación por residuos sólidos, eliminando la aparición de impactos de llantas.

Esto quiere indicar que existe, tanto como la propuesta de la tesis anteriormente mencionada como con la presente tesis, que la sustracción de neumáticos fuera de uso (NFU) para su propuesta en valor tiene un uso positivo para la reducción de los neumáticos y sacarlos de la categoría de residuos sólidos no municipales y para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas, insertando este producto a la economía circular (28)

En el objetivo de identificar la utilidad de las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa, se determinaron distintas propiedades similares al thermomuro CCA-PIR de la marca PRECOR y características particulares por su propia composición, como por ejemplo: las capacidades aislantes en términos acústicos, dando un evidente resultado positivo, por la metodología aplicada, en comparación del estudio de Manuel Zamorano, tanto en su tesis “investigación con fibra reciclada de neumático (f.r.n.) para aplicaciones acústicas” (18) teniendo evidencia de una clara función aislante que puede ser aprovechada en su totalidad si se aumenta la densidad del granulado, aportando también que cuenta con propiedades termoaislantes como se evidencia en el gradiente térmico negativo demostrado en el ensayo, su capacidad de deflexión con una falla de 02 centímetros ejerciendo como carga máxima de falla de 25 y su capacidad de resistencia a la compresión de 8.4 kilogramos por centímetro cuadrado, evidenciando las características potenciales de las planchas hidro-termo-acústicas en el sector ambiental y civil.

El objetivo de definir la reutilización del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa, en el desarrollo de esta tesis, evidenciamos unas claras ventajas de recuperación del caucho reciclado para la elaboración de

planchas hidro-termo-acústicas, en los resultados comparativos con un producto similar como lo es el thermomuro CCA-PIR de la marca PRECOR, el cual tiene las mismas funciones operativas y de interés que pueden ser aplicadas a las planchas-hidro-termo-acústicas, existe una clara evidencia de mayor material de granulado proveniente del caucho de neumáticos fuera de uso (NFU).

Respecto a las capacidades físicas del caucho granulado, encontramos que aún mantiene propiedades que le permiten cumplir funcionalidades externas a sus propiedades iniciales, como lo podemos ver la tesis del señor *Jorge Gabriel Durant Broden*, denominada “Relleno elastrométicos para pavimentos asfálticos en climas de altura mediante reciclaje de neumático” (20), que demuestra las capacidades de adherencia y estabilidad a entornos difíciles, también determinamos también las capacidades aislantes en la reutilización de caucho, coincidiendo con Luis Aguado Alonso y su tesis de “Reciclado de neumáticos para la fabricación de láminas impermeabilizantes en la construcción” (15) que determina sus propiedades en la construcción como agente aislante entre paredes huecas.

Uno de los objetivos generales es analizar qué tan viable es encontrar los neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa, región Arequipa. Los resultados arrojaron que en la ciudad de Arequipa se hayan distintos puntos de acopio de neumáticos fuera de uso, sin contar los neumáticos que son desechados en el relleno sanitario de quebrada honda, que a pesar que está prohibido el ingreso de neumáticos suelen hallarse estos mismo dentro de las compactadoras de basura, el total aproximado de desechos de caucho es de 374,269.2 kilogramos al año, esto da lugar a la visión positiva de los indicadores que se analizaron para evidenciar la ventaja de extracción de este residuo sólido y en los distintos botaderos informales y rellenos sanitarios como lo realizado por *Henry Wilfredo Almirón Baca* en su proyecto “*Análisis del efecto socio económico de un botadero de residuos sólidos en la ciudad de Arequipa*”, en el cual concluyen que los efectos negativos de la no segregación de los residuos y su reaprovechamiento desde la fuente (23) guardando similitud coherencia a los resultados de este estudio, ya que existen residuos que pueden ser implementados en nuevos proceso.

El objetivo para identificar el impacto en el ambiente por el uso de caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa, es determinar qué cantidad de los residuos sólidos son reciclados en términos ambientales en la elaboración de la plancha hidro-termo-acústica, teniendo residuos recuperades de un total aproximado de 1612.45 toneladas al año, teniendo así mayor reaprovechamiento de este material, enlazando a las ventajas de reaprovechar residuos sólidos desde la fuente como se

evidencia en la tesis: “Aprovechamiento del granulado caucho reciclado para la elaboración de adoquines ecológicos como alternativa a la industria constructiva” (71), cuyo objetivo general es fue analizar las propiedades del caucho recuperado de los gránulos de neumáticos usados para su reaprovechamiento en conversión a una segunda vida útil en forma de adoquines para la construcción, el planteamiento de su propuesta se presenta desde la preconcepción del uso de gránulos de neumáticos fuera de uso ya reciclados, usando el mismo material de caucho ya reciclado, sustituyendo material granulométricamente aceptados y comúnmente usados como grava, asfalto y/o aditivos, como parte de morteros para la elaboración como principales materiales en proyectos edificativos, partiendo de ello los adoquines. El contenido de la tesis planteada desarrolla y da en consecuencia las resoluciones del análisis sobre las capacidades fisicoquímicas de variadas cantidades, cuya extensión de otros materiales se sustituyeron proporcionalmente por gránulos de neumáticos reciclados en distintos porcentajes. Se probaron en base a ensayos de las capacidades físicas de las cantidades en comparativa con similares tradicionales por pruebas de filtración, compresión, flexo-tracción y durabilidad, es en estos casos que existen evidencias de las propiedades del granulado de neumáticos para utilidad de insumo en otras industrias

Al determinar la utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas, en ciudad de Arequipa, región de Arequipa, se demuestra el factor positivo de la rentabilidad ya que el valor de producción por metro cuadrado de la plancha hidro-termo-acústica es de un costo de \$ 4.98 USD., teniendo en consideración el costo total de inversión de 28,183.78 USD. Y realizando que el punto de equilibrio de rentabilidad parte de cincuenta y uno metros cuadrados (51 m²) donde se obtendrían rentabilidades positivas, agregando el comparativo respecto a un producto similar llamado THERMOMURO CCA-PIR con un costo de \$ 40.80, incluida instalación respecto a la plancha hidro-termo-acústica con un costo de \$ 10 USD. El margen es de un tercio 1/3 respecto a su comparativo, considerando que el comparativo cuenta con normativas y estándares de elaboración que encarecen su costo y genera una percepción de calidad teniendo también referencia a la necesidad de realizar programas tanto públicos como privados de reciclaje de neumáticos fuera de uso como lo indica Ramírez Velarde y colaboradores en su propuesta “*Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de pirolisis*” (7), encontrando las viabilidades para el reaprovechamiento y puesta en valor de los neumáticos fuera de uso, teniendo entrelazamientos de objetivos ya que evidencia una rentabilidad positiva.

En este objetivo se identificó el tipo de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa. Se encontró un método patentado en México respecto a la

criogenización de neumáticos a menos de 196 grados Celsius cristalizando el caucho y pudiendo retirar la malla metálica sin afectar su estructura, puede verse también en el trabajo de Aguado Alonso Luis, en la tesis titulada: “Reciclado de neumáticos para la fabricación de láminas impermeabilizantes en la construcción” (15) la propuesta indica en que en algunas líneas de producción de algunas obras de edificación se generan residuos desechables y no desechables, por las siguientes razones: por prácticas de producción, por falta de atención de la industria y/o a raíz de dificultades técnicas de reciclado, demostrando alternativas de reciclaje de neumáticos fuera de uso, usando procesos no convencionales para este fin; es por eso que se realiza la evidencia de que existen procesos innovativos para poder reciclar neumáticos fuera de usos en términos generales.

El objetivo de conocer los beneficios sociales que tienen el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas en la ciudad de Arequipa, se demuestra en la demanda de personal especializado para llevar a cabo el proceso de reciclado de neumáticos fuera de uso, teniendo un mínimo viable total de cinco (5) colaboradores para estas actividades, los costos determinados son de un aproximado de \$ 2082.26 USD, ingresados a la economía y a la sociedad, este punto demuestra el valor positivo de este proyecto como potencial de generador de empleo. Lo mismo que indica en la tesis titulada: “Estudio de factibilidad para la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos usados en la ciudad de Arequipa” (24), ya que existe una similar propuesta social de generación de empleo en base a la venta de granulados de neumáticos pues demostró la factibilidad de ejecutar un proyecto de rehabilitación de neumáticos para reinserción de segunda vida útil en Arequipa, región Arequipa. El análisis tiene como propuesta promover la cultura de la reutilización y reciclaje en la ciudad mediante la inserción de políticas públicas y culturas positivas y enfocadas con el medio, mediante el análisis de indicadores, herramientas y estrategias, dando a observar el desarrollo del planteamiento en diferentes procesos. En el primer inciso, se describen los objetivos generales, también los puntuales del proyecto y la racionalidad del mismo.

En el segundo Capítulo, el impulso principal que suma a la viabilidad del proyecto es la intención del análisis y el marco de referencia del análisis crítico.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión General

En este estudio se determinó que sí se puede usar el caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa en el año 2022, mediante el granulado de caucho, provenientes de neumáticos fuera de uso (NFU) tipo II, usados generalmente como neumáticos convencionales, demostrando de manera óptima el reaprovechamiento de un total aproximado de 2962.08 toneladas anuales retiradas de botaderos municipales o rellenos sanitarios municipales.

5.1.1. Conclusiones específicas

Se encontró la utilidad de las planchas hidro-termo-acústicas, proveniente de neumáticos fuera de uso (NFU) en comparación con una estructura modular denominada THERMOMURO de 40 mm de espesor con las medidas de 6m x 110 x 50mm, encontrando similares capacidades de aislamiento térmico, sonoro, hídrico y se evidenció una capacidad de carga de 8.4Kg/cm², en comparación con el otro producto que no cuenta con dicha capacidad en su ficha técnica.

El estudio demostró la reutilización del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas para darle una segunda vida útil, ya que cuenta con una materia prima anual aproximada de 2962.08 kilogramos, revalorizando así con la economía circular de los neumáticos fuera de uso, por la recolección de estos residuos sólidos y su puesta en valor; pudiendo aportar al sector industrial en la región Arequipa, por las capacidades estructurales que tienen las planchas hidro-termo-acústicas para la posible elaboración de módulos de vivienda capaces de resistir distintos tipos de cromatografía.

En este estudio se determinó la viabilidad de encontrar los neumáticos fuera de uso (NFU), para poder convertir este residuo sólido en materia prima, en las zonas de venta de neumáticos, ya que ellos son los que realizan los cambios de neumáticos y suelen desecharlos sin dar algún valor agregado. Este proceso también puede darse de manera pública, de la mano de las municipalidades que cuentan con programas como los de “Recolección desde la fuente”, que es incentivado por las legislaciones vigentes. Teniendo la materia prima para luego granularla y dar así la obtención de las planchas hidro-termo-acústicas en la región Arequipa.

Se analizó el impacto en el medio ambiente por la reducción de neumáticos fuera de uso en los sectores de acopio municipales de residuos sólidos en el relleno sanitario denominado Quebrada Honda en la ciudad de Arequipa, se verificó que no se admiten desde el recojo de los residuos sólidos municipales los neumáticos fuera de uso reducido, demostrando el impacto positivo.

Se determinó la utilidad económica de este material, dando sostenibilidad ya que el costo de producción es un tercio menor al costo de elaboración de su comparativo, queriendo demostrar que hay una mayor eficiencia de costes, por el insumo de coste cero que representa el granulado de neumático encontrado en los neumáticos fuera de uso (NFU).

En este estudio se determinó el tipo más eficiente de proceso de obtención de granulado en base a criogenización por hidrógeno, dando como resultado la extracción más fácil de la malla metálica con la que cuentan los neumáticos fuera de uso, que no deteriora y pone en mayor valor la malla metálica, pudiendo darle un reaprovechamiento más eficiente, este proceso es realizado en un canal de hidrógeno a $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En este estudio se determinó el beneficio social positivo por la creación de puestos de trabajo directos respecto al manejo de la planta y sus gestiones administrativas, siendo de manera tangible y medible los beneficios que se pueden generar al realizar la venta de las planchas hidro-termo-acústicas, contabilizando los recursos obtenidos por medios económicos, midiéndolos en base al tiempo con respecto al uso del caucho reciclado. Generando así el producto final que genera un valor en la sociedad, siendo valorado también por el mercado arequipeño, demostrando que el proyecto cuenta con un alto compromiso con la sociedad y el medio ambiente.

5.2. Conclusiones

Debido a las características positivas de las planchas hidro-termo-acústicas, se deben seguir realizando estudios respecto a la utilidad de los NFU como materia prima para derivados termo aislantes, las características físicas de este material deben seguir siendo estudiados para su reaprovechamiento y revalorización, reduciendo así su desecho en botaderos de la ciudad de Arequipa.

Es de vital importancia considerar el volumen aproximado de casi 3 toneladas anuales registradas, que podrían ser aprovechadas como materia prima en distintos productos, como los mencionados en antecedentes nacionales e internacionales, como bloquetas para el uso de complementos asfálticos aislantes sonoros y espaciadores entre placas de concreto, entre otros. El principal objetivo es darle una vida útil al NFU y reingresarlo a una economía circular como

materia prima, se debe impulsar el desarrollo de este residuo con insensivos públicos, como reducción de impuestos a industrias directas e indirectas, incentivos de proyectos financiados para zonas vulnerables.

Deberían implementarse estructuras físicas como legales para poder derivar los NFU a zonas de reaprovechamiento, partiendo de la recolección desde la fuente que son en este caso zonas industriales y áreas de ventas de neumáticos nuevos y usados, evitando así su desecho en botaderos formales, informales o zonas en las que se genere un impacto ambiental directo, como ríos, valles zonas aledañas a urbes.

Al no contar con un centro de acopio para NUF, los impactos ambientales son positivos tanto para el relleno sanitario como para zonas de recolección y acopio de residuos sólidos, ya que no tienen obligación administrativa y/o legal para su almacenaje pero sí para su administración, pero se derivan a otras zonas en la ciudad de Arequipa, generalmente en torrenteras o botaderos informales. Se debe conceder zonas de acopio y recolección para su beneficio, partiendo de instituciones públicas como lo son municipalidades y áreas de manejo estatal (ministerios) y privados como industrias, minerías, centros comerciales.

La potencialidad utilitaria de las planchas hidro-termo-acústicas demuestra que existe una rentabilidad positiva para la ejecución de este proyecto, los costes operativos teóricos revelan la viabilidad para desarrollar el reaprovechamiento de los NFU, se debería ampliar el análisis de capitalización de este proyecto para su ejecución operativa, dando así una utilidad real de este planteamiento de tesis.

Debido a los costes de este proceso se determina también la poca viabilidad por presupuesto; en este sentido, se debería proponer un método similar con menor coste de obtención de granulado, con los mismos resultados para el reaprovechamiento de la malla metálica y su fácil extracción.

Al determinar la demanda positiva de puestos de trabajo, deben aplicarse también los estudios específicos para obtener en consecuencia los perfiles profesionales para el desarrollo de este proyecto, que en potencia podría estimar un tiempo de vida empresarial mayor diversificando la materia prima, los NFU a otros productos y sectores del mercado nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GERENCIA Central de Estudios Económicos. Banco Central de Reserva del Perú. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>.
2. INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. [En línea] Venta e inmatriculación de vehículos livianos, pesados y menores, según clase de vehículos. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022]. Disponible en: www.inei.gob.pe
3. INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022.] Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=residuos+solidos>.
4. AREQUIPA: recogen dos toneladas de basura de las riberas del río Chili. Diario la Republica Arequipa. [En línea] 26 de octubre de 2021. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022.] Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2021/10/26/arequipa-recogen-dos-toneladas-de-basura-de-las-riberas-del-rio-chili-lrsd/>.
5. VENTA e Inmatriculación de Vehículos Nuevos. Asociación Automotriz del Perú. <https://aap.org.pe/>. [En línea] 29 de marzo de 2019. [Fecha de consulta: 08 de 03 de 2022.] Disponible en: https://aap.org.pe/estadisticas/ventas_inmatriculaciones_vehiculos_nuevos/.
6. IMPORTACIÓN de suministros. Asociación Automotriz del Perú . <https://aap.org.pe/>. [En línea] 01 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 29 de 03 de 2022.]. Disponible en https://aap.org.pe/estadisticas/importacion_suministros/.
7. RAMIREZ J., GOMEZ L. y DONOSO J. *Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de Pirolisis*. Lima : universidad peruana de ciencias aplicadas UPC, 2018.
8. DURAND G. *Relleno elastometrico para pavimentosasfálticos en climasde altura mediante el reciclado de neumaticos*. Puno: repositorio institucional UNA, 2017.
9. REPUBLICA Nacional del Perú. *Republica nacional del Perú*. Lima : mv fenix, 2016.
10. MARINO, A. *Historiando*. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022.] Disponible en: <https://historiando.org/historia-de-la-rueda/>.
11. AREQUIPA quema de llantas y bloqueos de pistas en el segundo día de paro de transportistas. [En línea] 01 de marzo de 2022. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022.] Disponible en: <https://epanoticias.pe/arequipa-quema-de-llantas-y-bloqueos-de-pistas-en-el-segundo-dia-de-paro-de-transportistas/>.

12. AREQUIPA-genera-mas-de-700-toneladas-diarias-de-basura. Diario Viral. [En línea] 26 de diciembre de 2021. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2022.]. Disponible en: <https://diarioviral.pe/arequipa-genera-mas-de-700-toneladas-diarias-de-basura/>.
13. NAIMUŠIN, A. y JANUŠEVIČIUS, T. *Development and Research of Recyclable Composite Metamaterial Structures Made of Plastic and Rubber Waste to Reduce Indoor Noise and Reverberation.* 2, s.l. : Sustainability, 2023, Vol. 15. 1731.
14. GHOLAMI, E. , et al. *The Effect of Tire-Recycled Steel Fibers on the Mechanical, Environmental, and Economic Performance of Ultra-High Performance and Ordinary Concretes under Steam Curing Conditions.* 8, s.l. : Journal of Materials in Civil Engineering, 2023, Vol. 35. 04023264..
15. AGUADO, L. *Reciclado de neumáticos para la fabricación de laminas impermeabilizantes en la construcción* . Madrid - España : Universidad Politécnica de Madrid, 2010.
16. JAIMES, L. y TORRES, K. *Aprovechamiento del GCR para la elaboración de adoquines ecológicos como alternativa a la industria constructiva*. Valledupar. Colombia: Universidad Popular del Cesar, 2019.
17. ACEVEDO, B. *Eliminación de tintes mediante adsorbentes preparados a partir de residuos de neumáticos fuera de uso*. Oviedo. España: Universidad de Oviedo, 2015.
18. ZAMORANO, M. *Investigación con fibra reciclada de neumático (F.R.N.) para aplicaciones acústicas*. Valencia - España : Universidad Politécnica de Valencia. 2016.
19. IÑIGA, S. y LEDESMA, G. *Estudio de paneles de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para uso comercial*. Guayaquil - Ecuador : Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2019.
20. DURANT, J. *Relleno elastomérico para pavimentos asfálticos en climas de altura mediante el reciclado de neumáticos*. Puno - Perú : Universidad Nacional Del Altiplano Escuela de Posgrado Programa de Doctorado en ciencia ,tecnología y medio ambiente, 2017.
21. VALDEZ, K. *Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con la incorporación de porcentajes de caucho triturado de neumáticos*. Lima - Perú : Universidad Privada del Norte, 2018.
22. RAMIREZ, J.y GOMEZ, C. *Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de priolisis*. Lima - Perú : Universidad Peruana de ciencias Aplicadas , 2018.

23. ALMIRON, H. *Análisis del efecto socioeconómico de un Botadero de Residuos Sólidos en a ciudad de Arequipa*. Arequipa - Perú : Universidad Nacional de San Agustín, 2018.
24. DELGADO, K. y BEDOYA, A. *Estudio de Factibilidad para la implementación de una planta Reencauchadora de Neumáticos Usados en la ciudad de Arequipa*. Arequipa - Perú : Universidad Católica San Pablo, 2018.
25. PANORAMA de la Economía Peruana: 1950-2019. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima. 2020. págs. 43, 44.
26. Gerencia de Estudios Económicos de la Asociación automotriz del Perú. *Informe del Sector Automotor al Diciembre del 2021*. Lima - Perú : Gerencia de Estudios Económicos de la Asociación automotriz del Perú, 2021.
27. INFORME del Sector Automotor a Diciembre del 2021. Asociación Automotriz del Perú. Gerencia de Estudios Económicos. Lima - Perú. 2021. pág. 39, Informe situacional.
28. BELDA, I. *Economía Circular*. Madrid - España: TÉBAR FLORES S.L., 2018. 978-84-7360641-7.
29. CABEZA, D. *Logística Inversa en La Gestión de La Cadena de Suministros*. Barcelona : ICG Marge SL, 2012. pág. 27. 978-84-15340-58-4.
30. D.L. N°1278. Decreto Legislativo de la nueva Ley de gestión integral de residuos sólidos. República del Perú. 2017. pág. 2.
31. AGENDA Nacional de Acción Ambiental. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental. 2021. pág. 53, 00226-2019-MINAM/SG/OGPP/OPM.
32. REGLAMENTO del decreto Legislativo N°1278. Poder Ejecutivo del Perú. Lima : s.n., 2017. pág. 47.
33. NORMA Técnica Peruana NTP900.58.2019. Dirección de Normalización INACAL. Instituto Nacional de la Calidad. Lima. 2019. pág. 10, Norma Técnica Nacional.
34. BUENAS tareas. [En línea], 12 de 09 de 2010. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020.] Disponible en: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Caucho/898517.html>.
35. TEXTOS científicos. [En línea] 16 de junio de 2005. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022.] Disponible en: <https://www.textoscientificos.com/caucho/diolefinas>.

36. ORGANIZACIÓN Muhaz. Materiales utilizados en elementos mecánicos. [En línea] [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022.] Disponible en: https://muhaz.org/materiales-utilizados-en-elementos-mecnicos.html#Clasificaci%C3%B3n_de_los_pol%C3%ADmeros.
37. CUBAS, D. *Resistencia mecánica de un material para afirmado incorporando caucho en diferentes porcentajes*. Departamento de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Lima: s.n., 2019. pág. 18.
38. MONACO Nature Encyclopedia.. [En línea] [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022.] Disponible en: <https://www.monaconatureencyclopedia.com/hevea-brasiliensis/?lang=es>.
39. BARRON, H. *Modern Synthetic Rubbers*. [En línea]. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2022.] Disponible en: <https://gaz.wiki/post/es/Caucho>.
40. INTERNATIONAL Rubber Industrie. [En línea]. 2022. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022.] Disponible en: <https://www.rubberstudy.org/members>.
41. ORGANIZACIÓN Mundial de la Propiedad Intelectual. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020.] Disponible en: <https://www.wipo.int/ipadvantage/es/details.jsp?id=3246>.
42. THE RUBBER WORLD. Tecnología de los plasticos. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022]. Disponible en : <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/01/vulcanizacion.html>.
43. RUEDA, C. Mira ahí hay caucho. [En línea] [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022] Disponible en: <https://blog.signus.es/mira-ahi-hay-caucho/>.
44. TECNOCLASE weebly. El caucho propiedades [En línea] 2013. [Fecha de consulta: 20 de 05 de 2022.] Disponible en: https://tecnoclase.weebly.com/uploads/5/5/8/5/55852611/el_caucho-propiedades.pdf.
45. PINTO, Q. *Producción del caucho natural*. [En línea]. [Fecha de consulta: 27 de 05 de 2022] Disponible en: <https://pintoquintero.blogspot.com/2014/10/produccion-caucho-caucho-natural-en.html>.
46. TEXTOS científicos. Caucho. [En línea] 09 de 11 de 2005. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.textoscientificos.com/caucho/sbr>.
47. RED cubana. Enciclopedia colaborativa en la red cubana. [En línea] EcuRed portátil, 07 de 09 de 2013. [Citado el: 30 de 06 de 2022.] https://www.ecured.cu/index.php/Caucho_sint%C3%A9tico.
48. CAUCHOWIKI. *PBWORKS*. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022.] Disponible en:

<http://cauchowiki.pbworks.com/w/page/60939203/M%C3%A9todo%20de%20sintesis%20caucho%20sint%C3%A9tico>.

49. INGENIERIA del caucho. [En línea] Ingeniería del caucho S.A.S, 2016. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.ingenieriadelcaucho.com/index.php/en/2018-01-21-15-55-44/materiales-e-insumos-para-la-transformacion-del-caucho-natural>.

50. PLANETA Peru. *Reencauchadoras en Arequipa*- [En línea]. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022] Disponible en: <https://www.planetaperu.pe/arequipa/reencauchadoras>.

51. MINISTERIO del Ambiente del Perú. *Regimen especial de gestión y Manejo de Neumáticos Fuera de uso (NFU)*. Lima: MINAM, 2021.

52. MINISTERIO del Ambiente del Perú. *Reglamento del Decreto Legislativo N°1278 Decreto supremo 014-2017 MINAM*, 2017. págs. 42 - 49.

53. MINISTERIO del Ambiente del Perú. *Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales en el Perú Gestión 2012*. Lima : MINAM, 2012.

54. MUNICIPALIDAD Provincial de Arequipa. *Plan integral de gestion ambiental de residuos solidos (PIGARS)*. Lima : Deposito legal de la Biblioteca Nacional del Perú, 2017.

55. MUNICIPALIDAD Provincial de Arequipa. *Servicio de limpieza de parques y jardines*. [En línea] Sub Gerencia de Limpieza Pública. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022.] Disponible en: <https://www.muniarequipa.gob.pe/servicios-municipales/parques-y-jardines>

56. GRAUS, M. *Estadística aplicada a la investigación educativa*. Madrid : Valores, 2018.

57. PALINCHAK, D. 123RF Premium. [En línea] [Fecha de consulta: 12 de junio de 2023.] Disponible en: http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/recycled_tires.html.

58. EQUIPMENT, Eco Green. *Trituradora de Neumáticos Industriales*. [En línea]. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2023.] <https://ecogreenequipment.com/es/trituradora-de-neumaticos-industrial/>.

59. MACHINERY, ENV GUARD. *Waste Tire Recycling Plant*. [En línea] [Fecha de consulta: 7 de marzo de 2023]. Disponible en: http://www.envguardmachinery.com/solution/waste-tire-recycling-plant.html?gclid=CjwKCAjwhdWkBhBZEiwA1ibLmGNunqAU0JJi4euxAaTmZ55ff0uYxCeBPkS_eLcMMT2NMS07p7cdUhoCx4UQAvD_BwE.

60. BAG, Big. *Think big bags, think LC Packaging*. [En línea] [Fecha de consulta: 5 de enero de 2023]. Disponible en: <https://bigbags.com/>.

61. MINISTERIO de la Produccion. *Reglamento técnico para Neumáticos de automovil, camion ligero, buses y camiones*. Departamento del Ministerio de la Producción, Poder Ejecutivo del Gobierno de la Republica del Perú. Lima. 2005. pág. 4.
62. Rezulteo. *Consejos para comprar un neumático*. [Citado el: 2023 de Junio de 2.] <https://neumaticos.rezulteo.es/consejos-rezulteo/antes-de-comprar-neumaticos/neumaticos-informacion-general/como-saber-la-fecha-de-fabricacion-de-un-neumatico/>.
63. INTERNATIONAL standard organization. iso.org. *2013 ISO — All rights reserved*. [En línea] 2013. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:14067:ed-1:v1:es>.
64. PLANETA Perú. *Neumaticos en la ciudad de Arequipa* [En línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.planetaperu.pe/arequipa/neumaticos>.
65. MINISTERIO de Ambiente. *Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos*. [En línea] [Fecha de consulta: 2 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/panel>.
66. RENTERIA, C. *Elaboración de panel aislante acústico hecho a base de grano de caucho y comparación con paneles comerciales*. Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2020.
67. VISMA. *Ranking de las profesiones mejor pagadas en Perú*. [En línea] [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021] Disponible en: <https://www.infocapitalhumano.pe/recursos-humanos/noticias-y-movidas/ranking-de-las-profesiones-mejor-pagadas-en-peru/>.
68. PRECOR S.A. *ficha tecnica de thermomuro CCA-PIR*. Lima. 2022.
69. SPEEDCRYO. Alibaba. [En línea] AliExpress. [Fecha de consulta: 22 de junio de 2022.] Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/China-62491500447.html?spm=a2700.8699010.29.26.4a7a41dettXAZC>.
70. PEREDO, L. *Proceso de reciclado del neumático mediante la separación y recuperación de la cuerda de acero, nylon y caucho*. 2007/091876 A2 México, 07 de 02 de 2006..
71. JAIMES, L. y TORRES, K. *Aprovechamiento del gcr para la elaboracion de adoquines ecológicos como alternativa a la industria constructiva*. Valledupar, Colombia. Universidad Popular del Cesar, 2019.
72. RECAP. *Industria minera y construccion*. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://recapperu.com/aproximacion-al-caucho-sintetico-y-sus-tipos/>.
73. CONSTITUCION politica del Perú. Lima : mv fénix, 2016. pág. 33.

74. LUIS, A. *Reciclado de neumáticos para la fabricación de laminas impermeabilizantes en la construcción*. Madrid: Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica, 2010.
75. RENTERIA, C. Elaboración de un textil técnico como aislante acústico mediante la aplicación de partículas de caucho obtenidas de neumáticos. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10655/2/04%20IT%20270%20TRABAJO%20GRADO.pdf#page=25&zoom=100,90,562>.
76. DELGADO, K. y BEDOYA, A. *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos usados en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Repositorio de Universidad Católica San Pablo, 2018.
77. *Ley General de Residuos Sólidos 27314*. Lima : s.n., 2000.
78. ACEVEDO, B. *Eliminación de tintes mediante adsorbentes preparados a partir de residuos de neumáticos fuera de uso*. OVIEDO: programa de doctorado de ciencia y tecnología de materiales, 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico: visita de áreas impactadas por NFU.





2022/6/9 20:33



2022/6/9 20:31



Anexo 2. Registro fotográfico: visita relleno sanitario Quebrada Honda.









Anexo 3. Registro fotográfico: constatación de visita de campo.

LIBRO DE

N.º	NOMBRES Y APELLIDOS	EDAD	D.N.I.	TIEMPO DE DURACIÓN							OBSERVACIONES	FIRMAS
				1	2	3	4	5	6	7		
1									
2									
3									
4									
5									

2022/6/23 13:11

LISTA DE ASISTENCIA
VISITAS A LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS QUEBRADA HONDA COMO RED DE SEÑALIZACIÓN SOBRE ADECUADA OPERACIÓN

Fecha: 2022-06-23

Nº	INSTITUCIÓN	NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	CARGO	CELULAR	DIRECCIÓN	OTROS
1	Comunidad Promotor de las Aguas	Juan José...	109695	Coord.	099999	Quindío...	...
2	Comunidad Promotor de las Aguas	Juan José...	109695	Coord.	099999	Quindío...	...
3	Universidad del Cauca	Juan José...	109695	Prof.	099999	Quindío...	...
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

Sub Gerencia de Control Ambiental

2022/6/23 13:08

Anexo 4. Registro fotográfico: encuesta proveedoras.







Anexo 5. Registro fotográfico: personal encuestado.







Anexo 6. Registro fotográfico: elaboración de planchas.









Anexo 7. Registro fotográfico: aglomerado de granulado

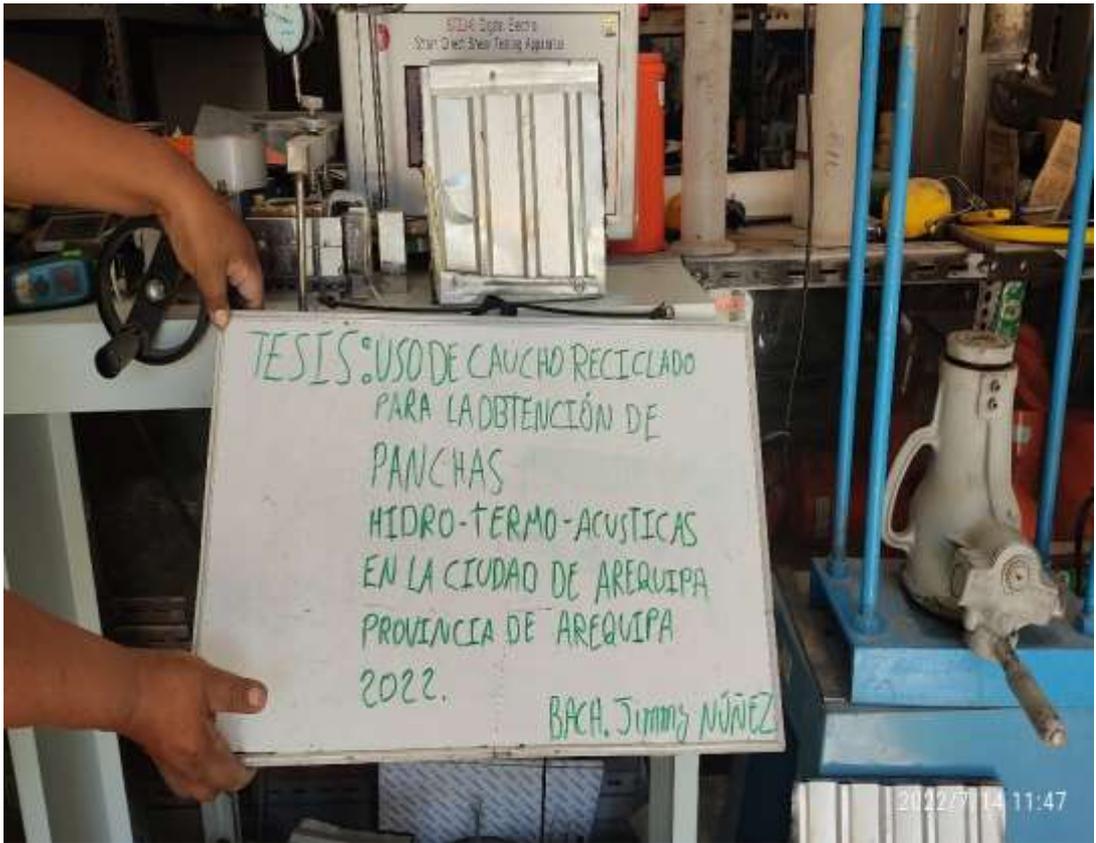




Anexo 8. Registro fotográfico: pruebas de laboratorio







Anexo 9. Ficha de recolección de datos para encuesta

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)						REENCAUCHADORAS	
						VERSION	01
EMPRESA						FECHA	
RESPONSABLE		UBICACIÓN		FRECUENCIA			
DESCRIPCIÓN DEL RUBRO				CARGO			
ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES		
1	¿ su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumaticos ?						
2	¿ tienen residuos de neumaticos al finalizar los procesos?						
3	¿ Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumaticos tiene al finalizar el proceso en un mes?						
4	¿ cuenta con un procedimiento de recoleccion y acopio de residuos de neumaticos fuera de uso?						
5	¿ importa materiales para implmentarlos ?						
6	¿ cuales son y que porcentaje en el mes?						
7	¿ Cuánta cantidad de neumaticos son desechados que no cumplen con los estandares de reencauchamiento en el mes ?						
8	¿ Cuánto es el costo proximado de reencauchar un neumatico nivel II?						
REALIZADO POR						FIRMA	
t° de duracion							
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)						VENEDORAS	
						VERSION	01
EMPRESA						FECHA	
RESPONSABLE		UBICACIÓN		FRECUENCIA			
DESCRIPCIÓN DEL RUBRO				CARGO			
ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES		
1	¿ cuantos neumaticos tipo II se venden aproximadamente en le mes?						
2	¿ tienen un procedimiento de desecho de neumatocos utilizados?						
3	¿ Cuántos neumaticos con malla metalica son vendidos en el mes?						
4	¿ Cuántos neumaticos con nailon son vendidos en el mes?						
5	¿ cuenta con un procedimiento de recoleccion y acopio de residuos de neumtciso fuera de uso?						
REALIZADO POR:						FIRMA	
t° de duracion							

Anexo 10. Documento para recojo de NFU'S en campo tanto públicos como privados

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)					REENCAUCHADORAS	
					VERSION 01	
EMPRESA			FECHA			
RESPONSABLE		UBICACION		FRECUENCIA		
DESCRIPCION DEL RUBRO			CARGO			
ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES	
1	¿ su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumaticos ?					
2	¿ tienen residuos de neumaticos al finalizar los procesos?					
3	¿ Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumaticos tiene al finalizar el proceso en un mes?					
4	¿ cuenta con un procedimiento de recoleccion y accion de residuos de neumaticos fuera de uso?					
5	¿ importa metales para implimentarlos ?					
6	¿ cuáles son y que porcentaje en el mes?					
7	¿ Cuánta cantidad de neumaticos son desechados que no cumplen con los estandares de reencauchamiento en el mes ?					
8	¿ Cuánto es el costo proximado de reencauchar un neumatico nivel II?					

REALIZADO POR

t° de duracion

FIRMA empresa

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)					VENEDORAS	
					VERSION 01	
EMPRESA			FECHA			
RESPONSABLE		UBICACION		FRECUENCIA		
DESCRIPCION DEL RUBRO			CARGO			
ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES	
1	¿ cuantos neumaticos tipo II se venden aproximadamente en le mes?	✓			15 neum / tipo / semana	
2	¿ tienen un procedimiento de desecho de neumaticos utilizados?		/			
3	¿ Cuántos neumaticos con malla metalica son vendidos en el mes?	✓			100 %	
4	¿ Cuántos neumaticos con nailon son vendidos en el mes?				10 %	
5	¿ cuenta con un procedimiento de recoleccion y accion de residuos de neumaticos fuera de uso?		*		5 de p...	

REALIZADO POR: *Sammy Nájiz C.*

t° de duracion *10 min*

FIRMA empresa

[Firma]

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMÁTICOS FUERA DE USO) **REENCAUCHADORAS**
 VERSION 01

EMPRESA _____ FECHA _____
 RESPONSABLE _____ UBICACIÓN _____ FRECUENCIA _____
 DESCRIPCIÓN DEL RUBRO _____ CARGO _____

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumáticos?				
2	¿Tienen residuos de neumáticos al finalizar los procesos?				
3	¿Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumáticos tiene al finalizar el proceso en un mes?				
4	¿Cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?				
5	¿Importa materiales para implementarlos?				
6	¿Cuáles son y que porcentaje en el mes?				
7	¿Cuánta cantidad de neumáticos son desechados que no cumplen con los estándares de reencauchamiento en el mes?				
8	¿Cuánto es el costo estimado de reencauchar un neumático nivel 1?				

REALIZADO POR _____ FIRMA empresa _____
 t° de duración _____

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMÁTICOS FUERA DE USO) **VENDEDORAS**
 VERSION 01

EMPRESA: Haltos y Servicios 308. FECHA 11/07/22
 RESPONSABLE: Miriam G. Niviger UBICACIÓN: Sepulveda 308 FRECUENCIA: Semanal
 DESCRIPCIÓN DEL RUBRO: Distribuidoras de Neumáticos CARGO: Administradora

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Cuántos neumáticos tipo II se venden aproximadamente en la mes?	✓			120 unidades.
2	¿Tienen un procedimiento de desecho de neumáticos utilizados?		✓		
3	¿Cuántos neumáticos con malla metálica son vendidos en el mes?	✓			100%.
4	¿Cuántos neumáticos con nailon son vendidos en el mes?		✓		
5	¿Cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?		✓		

REALIZADO POR: Santiago Núñez L. FIRMA empresa Atención H.
 t° de duración: 15 min.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S
(NEUMATICOS FUERA DE USO)

REENCAUCHADORAS
VERSION 01

FECHA: _____

EMPRESA _____

RESPONSABLE: _____ UBICACIÓN _____ FRECUENCIA _____

DESCRIPCIÓN DEL RUBRO _____ CARGO _____

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿ su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumáticos				
2	¿ tienen residuos de neumáticos al finalizar los procesos?				
3	¿ Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumáticos tiene al finalizar el proceso en un mes?				
4	¿ cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?				
5	¿ importa materiales para implementarlos ?				
6	¿ cuales son y que porcentaje en el mes?				
7	¿ Cuánta cantidad de neumáticos son desechados que no cumplen con los estándares de reencauchamiento en el mes ?				
8	¿ Cuánto es el costo promedio de reencauchar un neumático nivel II?				

REALIZADO POR: _____
t° de duración _____

FIRMA empresa

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S
(NEUMATICOS FUERA DE USO)

VENDEDORAS
VERSION 01

FECHA: 11/07/2022

EMPRESA *Neumáticos JIC.*

RESPONSABLE: *Esmal Vercosa* UBICACIÓN *Av. Galvardo 324* FRECUENCIA *Diario*

DESCRIPCIÓN DEL RUBRO *Distribuidoras de Neumáticos* CARGO *Administrador*

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿ cuantos neumáticos tipo II se venden aproximadamente en el mes?	✓			46 llantas
2	¿ tienen un procedimiento de desecho de neumáticos utilizados?		✓		
3	¿ Cuántos neumáticos con malla metálica son vendidos en el mes?	✓			100%
4	¿ Cuántos neumáticos con nailon son vendidos en el mes?		✓		
5	¿ cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumático fuera de uso?		✓		

REALIZADO POR: *Jimmy Nolas Ledesma*
t° de duración *10 min.*

FIRMA empresa
[Firma]

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO) REENCAUCHADORAS
VERSION | 01

FECHA _____
 EMPRESA _____
 RESPONSABLE _____ UBICACION _____ FRECUENCIA _____
 DESCRIPCION DEL RUBRO _____ CARGO _____

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumáticos?				
2	¿Tienen residuos de neumáticos al finalizar los procesos?				
3	¿Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumáticos tiene al finalizar el proceso en un mes?				
4	¿Cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?				
5	¿Importa materiales para implementarlos?				
6	¿Cuáles son y qué porcentaje en el mes?				
7	¿Cuánta cantidad de neumáticos son desechados que no cumplen con los estándares de reencauchamiento en el mes?				
8	¿Cuánto es el costo aproximado de reencauchar un neumático nivel II?				

REALIZADO POR _____ FIRMA empresa _____
 1° de duración _____

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO) VENDEDORAS
VERSION | 01

FECHA 11-02-2022
 EMPRESA Lider Cruz C.A.R.L.
 RESPONSABLE Lizbeth. p.a. UBICACION 233 FRECUENCIA Semanal
 DESCRIPCION DEL RUBRO Distribuidora de Neumaticos. CARGO Vendedora

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿Cuántos neumáticos tipo II se venden aproximadamente en el mes?	✓			400 neumáticos
2	¿Tienen un procedimiento de desecho de neumáticos utilizados?		✓		Desecho
3	¿Cuántos neumáticos con malla metálica son vendidos en el mes?	✓			60%
4	¿Cuántos neumáticos con nailon son vendidos en el mes?		✓		40%
5	¿Cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?		✓		10%

REALIZADO POR Simey Nery Lugo FIRMA empresa _____
 1° de duración 10 min

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)

REENCAUCHADORAS
VERSION 01

FECHA _____

EMPRESA _____

RESPONSABLE _____ UBICACIÓN _____ FRECUENCIA _____

DESCRIPCION DEL RUBRO _____ CARGO _____

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿ su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumaticos ?				
2	¿ tienen residuos de neumaticos al finalizar los procesos?				
3	¿ Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumaticos tiene al finalizar el proceso en un mes?				
4	¿ cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumaticos fuera de uso?				
5	¿ importa materiales para implementarlos ?				
6	¿ cuales son y que porcentaje en el mes?				
7	¿ Cuánta cantidad de neumaticos son desechados que no cumplen con los estandarss de reencuchamiento en el mes ?				
8	¿ Cuánto es el costo proximado de reencuchar un neumatico nivel II?				

REALIZADO POR: _____
de duracion _____

FIRMA empresa _____

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)

VENDEDORAS
VERSION 01

FECHA 11-07-2026

EMPRESA *w c neumaticos*

RESPONSABLE *Israel Saiz gonzalez* UBICACIÓN *Sepulveda col* FRECUENCIA *7 dias*

DESCRIPCION DEL RUBRO *Distribuidora Neumaticos* CARGO *Vendedor*

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿ cuantos neumaticos tipo II se venden aproximadamente en la mes?	✓			120 llantas aprox
2	¿ tienen un procedimiento de desecho de neumaticos utilizados?		~		
3	¿ Cuántos neumaticos con malla metalica son vendidos en el mes?	✓			110 o Rodillos
4	¿ Cuántos neumaticos con nailon son vendidos en el mes?	✓			10 - pax
5	¿ cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumaticos fuera de uso?		X		60 - pax

REALIZADO POR: *Sirmary Nzing Luciano*
de duracion *10 min*

FIRMA empresa _____

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)	REENCAUCHADORAS
	VERSION 01

EMPRESA Alfredo Pimentel Sevilla S.A FECHA _____
 RESPONSABLE Carola Topia UBICACION Asapulveda FRECUENCIA _____
 DESCRIPCION DEL RUBRO _____ CARGO Gerente

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿su organización realiza operaciones directas o indirectas con neumáticos?	✓			
2	¿tienen residuos de neumáticos al finalizar los procesos?	✓			
3	¿Cuánta cantidad en Kg de residuos de neumáticos tiene al finalizar el proceso en un mes?	✓			10 neumáticos
4	¿cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?	✓			Lima, Distribuidora
5	¿importa materiales para implementarlos?	✓			
6	¿cuáles son y que porcentaje en el mes?				320 unidades
7	¿Cuánta cantidad de neumáticos son desechados que no cumplen con los estándares de reencauchamiento en el mes?		Λ		
8	¿Cuánto es el costo proximado de reencauchar un neumático nivel II?		Λ		

REALIZADO POR: Jimmy Nois Cordero
 t° de duración: 10 min

FIRMA empresa: 
 Tnto: Paucarpata
 Teléfonos: 235600 - 235603
 X1

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS RESPECTO A LOS NFU'S (NEUMATICOS FUERA DE USO)	VENDEDORAS
	VERSION 01

EMPRESA Alfredo Pimentel Sevilla FECHA 11-01-22
 RESPONSABLE Carola Topia UBICACION DN. Sepulveda FRECUENCIA Día
 DESCRIPCION DEL RUBRO _____ CARGO Gerente - General

ITEM	preguntas	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
1	¿cuántos neumáticos tipo II se venden aproximadamente en el mes?	✓			300 unidades
2	¿tienen un procedimiento de desecho de neumáticos utilizados?	✓			
3	¿Cuántos neumáticos con malla metálica son vendidos en el mes?	✓			100 %
4	¿Cuántos neumáticos con nailon son vendidos en el mes?		Λ		0 %
5	¿cuenta con un procedimiento de recolección y acopio de residuos de neumáticos fuera de uso?		Λ		

REALIZADO POR: Jimmy Nois Cordero
 t° de duración: 10 min

FIRMA empresa: 
 X1

CHECK LIST PARA RECOJO DE NEUMATICOS FUERA DE USO NFU's				
OPERADOR : _____		FECHA: _____		
LUGAR DE RECOJO : _____				
TIPO	CANTIDAD	HORA DE RECOJO	HORA INICIAL	HORA FINAL
CANTIDAD DE TIPO II	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CANTIDAD DE TIPO III	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NOTA 1: REPORTAR LA CANTIDAD EXACTA DE NEUMATICOS Y EL NUMERO EXACTO DE TIPOS DE NEUMATICOS SOLO SE ADMITEN NEUMATICOS DE TIPO II(DOS) Y DE TIPO III(TRES).				
I.- LISTA DE USO DE EPP'S				
A USO DE GUANTES NORMADOS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO B USO DE CHALECO REFLECTIVO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO C USO DE CASCO DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO D LENTES CLAROS/OSCUROS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	E USO DE BLOQUEADOR SOLAR <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO F USO DE RESPIRADOR Y FILTROS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO G USO DE ZAPATOS DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO H USO DE CORTAVIENTOS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
II.- CONTROL OPERATIVO DE RECOJO DE NFU'S				
A PRESENCIA DE ACEITES Y GRASAS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO B PRESENCIA DE MALLAS /LONAS EXPUESTAS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO C PRESENCIA DE RES. BIO. (SANGRE/FLUIDOS) <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	D PRESENCIA DE _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO E PRESENCIA DE _____ <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
NOTA 2. INDICAR EN ANOTACIONES SI LOS NEUMATICOS PRESENTAN ALGUN MATERIAL AJENO A SU COMPOCISION NATURAL.				
DESCRIPCION DE NFU'S: _____ _____ _____				
OBSERVACIONES: _____ _____ _____				
FECHA DE SUPERVISION : _____		FIRMA DE SUPERVISOR: _____		
<small>_____/_____/_____ Dia Mes Año</small>		<small>_____ Nombre y Firma</small>		
Si la condicion es reportada como NO , el NFU NO PUEDE SER RECOLECTADO ni transportado				

CARGO OPERACIONES

FECHA DE ENTREGA

Anexo 11. Número de empresas proveedoras de neumáticos en la ciudad de Arequipa

Ítems	NUMERO DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD AREQUIPA
	1
Nombre:	Fiat vehículos
ubicación	Arequipa / Arequipa
servicios	Vehículos fiat, fiat 0km, repuestos para fiat, concesionarias fiat, vehículos nuevos - Teléfono: ☎ 054270428/05425057 - Dirección: Avenida Aviación Kilómetro 7 - Arequipa, Arequipa
	2
Nombre:	Alfredo Pimentel Sevilla - Arequipa, Arequipa
ubicación	Arequipa, Arequipa cercado.
servicios	- enllante - enllantadora - montacargas - llanta venta - llanta nueva - llantacentro - neumático - neumático nuevo - automóviles repuesto - reencauchadora - Teléfono: ☎ Arequipa Tienda(054)23-50
	3
Nombre:	Pts sa neumáticos
servicios	Neumáticos y llantas, neumáticos pts sa, neumáticos para motos, neumáticos para autos y camionetas - Teléfono: ☎ (054)2821 - Dirección: Avenida Parra 224 - Arequipa, Arequipa
	4
Nombre:	Llanta Buses Dimas - Km. 1.5 Sachaca, Arequipa
ubicación	Km. 1.5 Sachaca / Arequipa
servicios	llanta convencional - enllante - enllantadora - llantacentro - llanta nueva - llanta venta - neumático - neumático nuevo - servicio alineamiento - suspensión - llanta Teléfono: ☎ (054)47-0265/959-8692
	5
Nombre:	Renova - Pachacútec, Cerro Colorado, Arequipa
ubicación	Pachacútec, Cerro Colorado / Arequipa
servicios	- reencauche - taller de reencauchado - rueda - fábrica reencauchadora - parche - reencauche neumático - guardacamara - enllantadora - planta reencauchadora - Teléfono: ☎ Administración(054)44-6707/Ventas(054)44-6708/Fa
	6
Nombre:	A & P Internacional S.A.C. - Arequipa, Arequipa
servicios	llantacentro - llanta nueva - llanta venta - llanta convencional - enllante - enllantadora - neumático - neumático nuevo - kumho - ornet - daeho - llanta distribución - venta de llanta para autos -
	7
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Goyeneche 706
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: ☎ 2039 - Dirección: Avenida Goyeneche 706 - Arequipa, Arequipa
	8
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Sepúlveda 226 D

servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Dirección: Avenida Sepúlveda 226 D - Arequipa, Arequipa
	9
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Sepúlveda 513
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 2120 - Dirección: Avenida Sepúlveda 513 - Arequipa, Arequipa
	10
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Sepúlveda 226
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 0544044 - Dirección: Avenida Sepúlveda 226 - Arequipa, Arequipa
	11
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Calle Elías Aguirre 228
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 05493589 - Dirección: Calle Elías Aguirre 228 - Arequipa, Arequipa
	12
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Calle Elías Aguirre 204
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 0542011 - Dirección: Calle Elías Aguirre 204 - Arequipa, Arequipa
	13
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Pizarro 127
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 4612764542 - Dirección: Avenida Pizarro 127 - Arequipa, Arequipa
	14
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Arequipa 110
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 2276 - Dirección: Avenida Arequipa 110 - Arequipa, Arequipa
	15
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida La Marina 306-a
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 2845 - Dirección: Avenida La Marina 306-a - Arequipa, Arequipa
	16
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida Venezuela
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 0543466 - Dirección: Avenida Venezuela - Arequipa, Arequipa
	17
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos teniente Palacios 212

servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 2840 - Dirección: teniente Palacios 212 - Arequipa, Arequipa
	18
Nombre:	Lima Caucho Neumáticos Avenida los Incas 84
servicios	Neumáticos y llantas Lima Caucho, recambio de neumáticos en Perú, neumáticos para motos y autos - Teléfono: 📞 2858 - Dirección: Avenida los Incas 84 - Arequipa, Arequipa
	19
Nombre:	Perú Caucho
servicios	lubricantes para automóviles, servicio de taller mecánico, distribuidores industriales, neumáticos para camionetas, reparación de automóviles, cambio de Teléfono: 📞 9762383
	20
Nombre:	Hafei camionetas
servicios	Vehículos 0km, camionetas hafei, concesionarias hafei, mantenimiento de camionetas, neumáticos hafei - Teléfono: 📞 9663619 - Dirección: Derc Center S.A.C - Arequipa, Arequipa
	21
Nombre:	Edipesa Arequipa Cástilla
ubicación	Arequipa Capital / Arequipa
servicios	mecánicas, construcción agricultura, generadores eléctricos, empresa de maquinaria, martillos neumáticos, prensas hidráulicas - Teléfono: 📞 054-2293 - Dirección: Avenida Mariscal Cástilla Número 531
	22
Nombre:	Neumáticos Y Servicios - Miraflores, Arequipa
ubicación	Miraflores / Arequipa
servicios	Avenida Goyeneche, 706, Miraflores - Arequipa - 📞 (054)20-39
	23
Nombre:	llanta - Avenida Goyeneche, 706, Miraflores - Arequipa - 📞 Ventas Arequipa(054)20-39
	24
Nombre:	Hyundai vehículos Avenida Venezuela 2515
servicios	Vehículos hyundai, hyundai 0km, repuestos para hyundai, concesionarias hyundai, vehículos nuevos - Teléfono: 📞 (054)232660/232738F - Dirección: Avenida Venezuela 2515 - Arequipa, Arequipa
	25
Nombre:	Hyundai vehículos Avenida Parra 122 -
servicios	Vehículos hyundai, hyundai 0km, repuestos para hyundai, concesionarias hyundai, vehículos nuevos - Teléfono: 📞 (054)2222 - Dirección: Avenida Parra 122 - Arequipa, Arequipa
	26
Nombre:	Pulsar motos Avenida Mariscal Castilla 626 - Arequipa
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Dirección: Avenida Mariscal Castilla 626 - Arequipa - Arequipa, Arequipa

	27
Nombre:	Pulsar motos Calle Jerusalén No.110 - Moral No. 100
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9891557 - Dirección: Calle Jerusalén Teléfono: 📞 9891557
	28
Nombre:	Pulsar motos Avenida Independencia número 1869 Urb. Iv Centenario Arequipa - Arequipa - Arequipa
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9661619 - Dirección: Avenida Teléfono: 📞 9661619
	29
Nombre:	Pulsar motos Avenida Dolores Mz. J
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9578080 - Dirección: Avenida Teléfono: 📞 9578080
	30
Nombre:	Pulsar motos Jr. Puno 401
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9503009 - Dirección: Jr. Puno 401 - Arequipa, Arequipa
	31
Nombre:	Pulsar motos Paseo Alameda de La Cultura Mz.L
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9504264 - Dirección: Paseo Alameda Teléfono: 📞 9504264
	32
Nombre:	Pulsar motos Asentamiento Poblacional Asociación Pro Vivienda Villa Aviación Mz-a Lt-14 Distrito de Yura
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9503099 - Dirección: Asentamiento Teléfono: 📞 9503099
	33
Nombre:	Pulsar motos Autopista Arequipa La Joya 34 A31
servicios	Vehículos pulsar, ciclomotores, motos pulsar, motocicletas 0km, motocicletas nuevas, repuestos para motos pulsar - Teléfono: 📞 9528162 - Dirección: Autopista Teléfono: 📞 9528162

Anexo 12. Carta de solicitud de visita de campo

1

CARTA DE SOLICITUD DE VISITA DE CAMPO

Estimado Señor Alcalde:

Estimado/a: Kelly Villa Fuente
Sub Gerencia Medio Ambiente

Siendo PERU Mediante el presente documento me dirijo a usted:
Encargado/a del Área: Sub Gerencia de Gestión Ambiental
en: la Municipalidad Provincial de Mayapo

Hago a usted mi solicitud para una visita de campo en el botadero controlado de Quebrada Honda. Para una medición de residuos sólidos "in-situ", para términos académicos.

También por medio de usted realizar una entrevista no mayor a 30 minutos, al encargado de la administración por la empresa Inter Aseo Perú S.A.C. del botadero controlado de Quebrada Honda.

Ofrezco La fecha de visita solicitada sería entre el lunes 30 de mayo del 2022 o el 31 de mayo del 2022, en base a la respuesta, solicito la proposición de una fecha tentativa por su parte.

Sin otro interés en particular

Agradecido por la atención.


Jimmy Alonso Nuñez Iudeña
DNI: 46964534


So Intercedo 21-6-22

REGISTRO PROVINCIAL DE EMPRESAS
MAYAPO
25 MAY 2022
52544
01/22

REGISTRO PROVINCIAL DE EMPRESAS
MAYAPO
RECIBIDO
30 MAY 2022
Folio: _____
Reg. N° _____

Copia

Anexo 13. Cotización



Venta por Mayor y Menor de materiales
Sistema Drywall, Cielo Raso,
Coberturas
Obras en Sistema Drywall

R.U.C. 20434873887

COTIZACIÓN

001 N° 13

CALLE ANDIA N° 104-A AREQUIPA- AREQUIPA-MARIANO MELGAR
Teléfonos: 054-384370 ENTEL: 955326403
E-mail: ventas@jmmatserv.com

R.U.C. :
SEÑOR(ES) :
DIRECCIÓN :
FECHA : 2022-07-08

Código	Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario	Valor Venta Total
1012041	1	UND	CALAMINON 6.00 X 1.10 X 0.30 rojo	145.00	145.00
1012041	1	UND	CALAMINON 6.00 X 1.10 X 0.30 tupenesa	128.00	128.00

Son Doscientos Setenta y Tres con 00/100 Soles

VALIDEZ POR 3 DÍAS

Op. Gravada	S/	231.36
I.G.V.	S/	41.64
Monto Total	S/	273.00

Anexo 14. Características de productos

www.precor.pe



PRODUCTO:

CCA-POL
THERMOMURO

Aplicaciones de producto







Descripción

Gama de paneles aislantes para muros y fachadas, ambas caras en acero pre-pintado y núcleo de poliestireno expandido. Los empalmes garantizan un óptimo aislamiento térmico. Ideal para proyectos que exigen minimizar las pérdidas de temperatura y reducir el consumo de energía.

Características

Cara exterior e interior:	
Material	: Acero Zincalum ASTM A792, AZ 150.
Espesores	: 0,40; 0,50; y 0,60mm.
Pintura	: Poliéster líquida de espesor 25 micras, sobre primer uretano.
	Consulte por nuestro sistema con capa extra de "Barniz Clear" de 40 micras, orientado para proyectos con condiciones ambientales agresivas.
Colores	: Blanco (RAL 9003), Azul (RAL 5007), Rojo (RAL 3020), Gris (RAL 7040) y Verde (RAL 6001). Consulte por nuestros colores especiales.
Aislante:	
Material	: Poliestireno expandido.
Espesor (S)	: 50, 75, 100, 120, 150 y 200mm
Densidad	: 20 Kg/m ³ .
Conduct. térmica (λ)	: 0.036 w/mK (0.250 Btu/hr°F)
Empalme:	
Machihembrado	: Para espesores de 50, 75, 120, 150 y 200mm.
Trapezoidal	: Para espesores de 100mm.
Longitud de Panel:	
Largos	: A pedido, desde 1m hasta 12m.



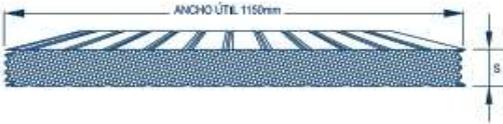




Empalme tipo "Machihembrado" para espesores de 50, 75, 120, 150 y 200mm.



Empalme tipo "Trapezoidal" para espesores de 100mm.



Av. Manuel Olgún 373 Edificio El Qubo Piso 9, Lima-Perú • (01) 705-4000 • correo@precor.com.pe





PRODUCTO:

**CCA-POL
THERMOMURO**



Ventajas

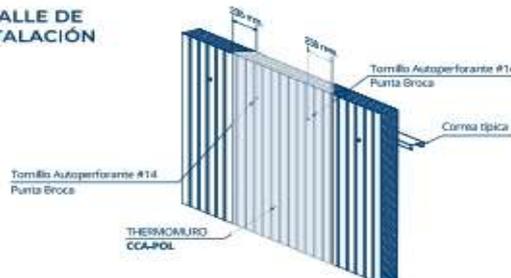
- ✓ Asesoría técnica especializada (desarrollo de planos de montaje, detalles y metrados).
- ✓ Capacidad para matizar con alta precisión cualquier color del código RAL, debido al Centro de Matizado "in house" de última generación.
- ✓ Autoportante.
- ✓ Apariencia limpia, atractiva y moderna.
- ✓ Flexibilidad para reubicaciones y remodelaciones.
- ✓ Completa línea de accesorios de terminación, sellos y fijaciones.
- ✓ Facilidad y rapidez en la instalación.

TABLA DE CARGAS (KG/M2)

Nombre	Espesor S	Coeficiente de Transmisión de calor K	Espesor Lámina Exterior	Espesor Lámina Interior	Peso del Panel Kg / m²	Cargas (Kg/m²)									
						L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)
CCA	mm	Watt/m²K	mm	mm	Kg / m²	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	
PCOL 90	90	0,08	0,50	0,50	8,07	950	207	196	104	—	—	—	—	—	
PCOL 75	75	0,44	0,50	0,50	8,57	940	501	373	236	157	111	—	—	—	
PCOL 150	150	0,23	0,50	0,50	9,07	1,253	524	267	150	260	157	143	109	—	
PCOL 120	120	0,28	0,50	0,50	9,47	1,303	562	486	491	374	263	200	156	110	
PCOL 180	180	0,22	0,50	0,50	10,07	1,879	1,203	836	614	470	371	301	242	187	
PCOL 200	200	0,17	0,50	0,50	11,07	2,206	1,504	1,114	610	620	499	401	321	276	

• Acero Zincado ASTM A792, AZ 150.
 • Las cargas se han calculado considerando que la instalación es totalmente definitiva y que la deflexión máxima por carga viva es 1/200.
 • Las cargas vivas son totales. Debido a que se trata de paneles para fachadas, no se ha incluido el efecto del peso del panel.
 • Largo exponeremiento 120.

DETALLE DE INSTALACIÓN



Nota: Nuestros paneles vienen provistos de una película plástica de protección que debe ser retirada una vez terminado el proceso de instalación. Caso contrario, el sol, la humedad y la intemperie vulcanizan la película plástica y se pegará al panel causando daños irreversibles a la pintura.

Para una mayor vida útil del panel, se recomienda seguir las indicaciones del Manual de Instalación y Mantenimiento de Paneles. Descárgalo desde nuestra página web www.precor.pe





PRODUCTO:

CCA-PUR THERMOMURO

Aplicaciones
de producto



Descripción

Gama de paneles aislantes para muros y fachadas, ambas caras en acero pre-pintado y núcleo de poliuretano rígido en alta densidad, ideal para edificaciones dotadas de sistemas de climatización, que exige minimizar pérdidas de temperatura y reducir el consumo de energía.

Características

Cara exterior e interior:

Material : Acero Zincalum ASTM A792, AZ 150.
Espesores : 0,40; 0,50 y 0,60mm.
Pintura : Poliéster líquida de espesor 25 micras, sobre primer uretano.

Colores : Consulte por nuestro sistema con capa extra de "Barniz Clear" de 40 micras, orientado para proyectos con condiciones ambientales agresivas.
Blanco (RAL 9003), Azul (RAL 5007), Rojo (RAL 3020), Gris (RAL 7040) y Verde (RAL 6001).
Consulte por nuestros colores especiales.

Aislante:

Material : Poliuretano rígido inyectado de alta densidad, auto extingüible.
Densidad : 40 Kg/m³.
Espesor (S) : 50, 60, 80, 100, 120, 150mm.
Conduct. térmica (λ) : 0.020 w/mk (0.139 Btu/hr° F).

Empalme:

Machihembrado : Para espesores de 50, 60 y 80mm.
Omega : Para espesores de 100, 120, 150mm.

Longitud de Panel:

Largos : A pedido, desde 1m hasta 12m.



Empalme tipo "Machihembrado" para espesores de 50, 60 y 80mm.

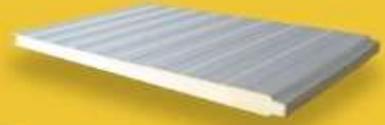


Empalme tipo "Omega" para espesores de 100, 120, 150mm.



PRODUCTO:

**CCA-PUR
THERMOMURO**



Ventajas

- ✓ Asesoría técnica (desarrollo de plano de montaje, detalles y metrados).
- ✓ Capacidad para matizar con alta precisión cualquier color del código RAL debido al Centro de Matizado "In house" de última generación.
- ✓ Gran capacidad de aislamiento térmico.
- ✓ Autoportante.
- ✓ Apariencia limpia, atractiva y moderna.
- ✓ Poliuretano que no daña la capa de ozono, cero ODP (Ozone Depletion Potential).
- ✓ Flexibilidad para reubicaciones y remodelaciones.
- ✓ Completa línea de accesorios, sellos y fijaciones.
- ✓ Facilidad y rapidez en la instalación.

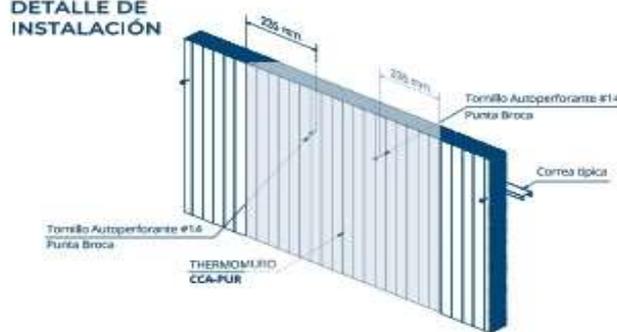
TABLA DE CARGAS (KG/m2)

Nombre	Espesor S	Coefficiente de transmisión de calor K	Espesor Lámina Exterior	Espesor Lámina Interior	Peso del panel	L											
CCA	mm	Watt/m2K	mm	mm	kg/m2	1.70	2.10	2.50	2.90	3.30	3.70	4.10	4.50	4.90	5.30	5.70	6.10
PUR 50	50	0.40	0.5	0.4	9.27	P (kg/m2)	365	387	409	431	453	475	497	519	541	563	585
PUR 60	60	0.38	0.5	0.4	9.47	P (kg/m2)	373	419	465	511	557	603	649	695	741	787	833
PUR 80	80	0.29	0.5	0.4	10.27	P (kg/m2)	1,002	841	680	520	359	200	141	82	23	-	-
PUR 100	100	0.20	0.5	0.4	11.07	P (kg/m2)	1,255	862	527	192	49	-	-	-	-	-	-
PUR 120	120	0.17	0.5	0.4	11.87	P (kg/m2)	1,508	762	468	201	39	-	-	-	-	-	-
PUR 150	150	0.13	0.5	0.4	13.07	P (kg/m2)	1,809	1,203	828	474	271	501	343	187	-	-	-

Nombre	Espesor S	Coefficiente de transmisión de calor K	Espesor Lámina Exterior	Espesor Lámina Interior	Peso del panel	L											
CCA	mm	Watt/m2K	mm	mm	kg/m2	1.70	2.10	2.50	2.90	3.30	3.70	4.10	4.50	4.90	5.30	5.70	6.10
PUR 50	50	0.40	0.5	0.4	9.27	P (kg/m2)	428	474	520	566	612	658	704	750	796	842	888
PUR 60	60	0.38	0.5	0.4	9.47	P (kg/m2)	436	482	528	574	620	666	712	758	804	850	896
PUR 80	80	0.29	0.5	0.4	10.27	P (kg/m2)	1,062	871	680	490	300	110	20	-	-	-	-
PUR 100	100	0.20	0.5	0.4	11.07	P (kg/m2)	1,253	862	527	192	49	-	-	-	-	-	-
PUR 120	120	0.17	0.5	0.4	11.87	P (kg/m2)	1,548	762	468	191	39	-	-	-	-	-	-
PUR 150	150	0.13	0.5	0.4	13.07	P (kg/m2)	1,870	1,203	828	474	271	301	248	200	-	-	-

Nombre	Espesor S	Coefficiente de transmisión de calor K	Espesor Lámina Exterior	Espesor Lámina Interior	Peso del panel	L											
CCA	mm	Watt/m2K	mm	mm	kg/m2	1.70	2.10	2.50	2.90	3.30	3.70	4.10	4.50	4.90	5.30	5.70	6.10
PUR 50	50	0.40	0.5	0.4	9.27	P (kg/m2)	783	801	819	837	855	873	891	909	927	945	963
PUR 60	60	0.38	0.5	0.4	9.47	P (kg/m2)	791	809	827	845	863	881	899	917	935	953	971
PUR 80	80	0.29	0.5	0.4	10.27	P (kg/m2)	1,253	862	527	192	49	-	-	-	-	-	-
PUR 100	100	0.20	0.5	0.4	11.07	P (kg/m2)	1,566	1,072	690	311	252	309	251	205	157	110	64
PUR 120	120	0.17	0.5	0.4	11.87	P (kg/m2)	1,879	1,243	832	474	271	201	148	95	42	-	-
PUR 150	150	0.13	0.5	0.4	13.07	P (kg/m2)	2,349	1,503	1,044	667	387	264	176	101	47	-	-

DETALLE DE INSTALACIÓN



Nota: nuestros paneles vienen provistos de una película plástica de protección que debe ser retirada una vez terminado el proceso de instalación. Caso contrario, el sol, la humedad y la intemperie vulcanizarán la película plástica y se pegará al panel causando daños irreversibles a la pintura.

• Para la instalación en zonas de altura, más de 2,000 msnm, no se recomienda utilizar longitudes mayores a 6 metros.

Para una mayor vida útil del panel, se recomienda seguir las indicaciones del Manual de Instalación y Mantenimiento de Paneles. Descárgalo desde nuestra página web www.precor.pe



Anexo 15. Registro de temperatura aislación térmica del panel.

	FEDERICO PAUCAR TITO <small>FEDERICO PAUCAR TITO</small> AV INDUSTRIAL 712 AREQUIPA - AV DE LA CULTURA D-10 D ALBARRACIN TACNA- JR GRAB 127 MOQUEGUA fpaucar@gmail.com	Documento: FPT-001-JUL2022	Rev.
		Fecha: JULIO - 2022	
		Originado por: FPT	
ESTUDIO DE PROPIEDADES DEL PANEL.		Registro:	001 FPT/PL 2022

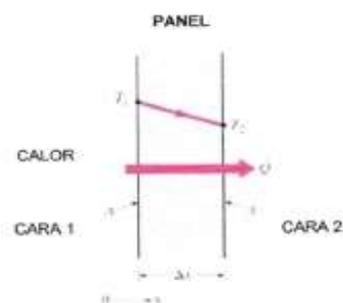
REGISTRO DE TEMPERATURA AISLACION TERMICA DEL PANEL

SERVICIO TESIS "USO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA OBTENCION DE PLANCHAS HIDRO TERMO ACUSTICAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - REGION AREQUIPA AUTOR: JIMMY ALONSO NUÑEZ LUDENA

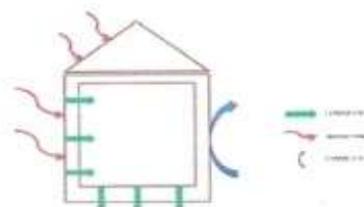
UBICACIÓN REGION AREQUIPA **FECHA** : JULIO - 2022

UNIDAD DE ENSAYO PANEL

ITEM	TEMPERATURA CARA 1 T1 °C	TEMPERATURA CARA 2 T2 °C	GRADIENTE TERMICA °C
1	31.1	21.8	9.3
2	31.7	20.9	10.8
3	31.3	21.1	10.2
4	30.0	21.4	8.6
PROMEDIO	31.0	21.3	9.7
5	67	24.8	42.2
6	70.3	24.7	45.6
7	65.2	23.8	41.4
8	64.2	23.6	40.6
PROMEDIO	68.7	24.2	42.5



ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA ENVOLVENTE



RESUMEN LA MUESTRA PANEL SE SOMETIO A UN CAMBIO DE TEMPERATURA EXTERNA T1 Y SE TOMO LECTURA A LA CARA INTERNA T2
 SE COMPROBO LA GRADIENTE TERMICA DE AMBAS CARAS
 FUENTE DE CALOR: 370°C a 5 cm del panel

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 FEDERICO PAUCAR TITO IRI

 FEDERICO PASQUAL PAUCAR TITO
 INGO CIVIL Reg. 11744731

AV INDUSTRIAL 712 AREQUIPA email: fpaucar@gmail.com cel: 953682383 RUC: 20447454579

Anexo 17. Ensayo de resistencia a la compresión de panel

	FEDERICO PAUCAR TITO <small>FEDERICO PAUCAR TITO</small> AV INDUSTRIAL 702 AREQUIPA - 47 DE LA CULTURA D-410 ALBARRACIN TRENDA - 41 GRAD 027 MIBRESESA fpaucart@ gmail.com	Rev.
	FORM 004 FFT/PL 2022	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PANEL

SERVICIO TESIS "USO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA OBTENCION DE PLANCHAS HIDRO TERMO ACUSTICAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - REGION AREQUIPA AUTOR JIMMY ALONSO NUÑEZ LUDEÑA
UBICACIÓN REGION AREQUIPA **FECHA** JULIO - 2022
UNIDAD DE ENSAYO **PANEL DE ENSAYO**

DATOS PANEL

ANCHO CM	19.7
ESPESOR CM	3.64
AREA TRANSVERSAL DE APLICACIÓN DE CARGA CM2	71.71
FUERZA DE COMPRESION KG	600
ESFUERZO DE COMPRESION Kg/cm2	8.4



RESUMEN SE ENSAYO LA MUESTRA DEL PANEL EN UNA PRENSA DE COMPRESION AXIAL

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES
FEDERICO PAUCAR TITO (ARL)

Federico Paucar Tito

AV INDUSTRIAL 702 AREQUIPA email fpaucart@ gmail.com cel 953692383 RUC 20447454379

Anexo 18. Peso por metro cuadrado del panel evaluado

	FEDERICO PAUCAR TITO FEDERICO PAUCAR TITO AV INDUSTRIAL 712 AREQUIPA - AV DE LA CULTURA D-10 S ALBARRACIN TACNA- JR GRAJ 127 MOQUEJAN fpaucart@gmail.com	Documento: FPT-001-JUL2022	Rev.
		Fecha: JULIO - 2022	
		Originado por: FPT	
		ESTUDIO DE PROPIEDADES DEL PANEL	
		Registro:	001 FPT/PL 2022

PESO POR METRO CUADRADO DEL PANEL EVALUADO

SERVICIO TESIS "USO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA OBTENCION DE PLANCHAS HIDRO TERMO ACUSTICAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - REGION AREQUIPA AUTOR JIMMY ALONSO NUÑEZ LUDEÑA

UBICACIÓN REGION AREQUIPA

FECHA : JULIO - 2022

UNIDAD DE ENSAYO PANEL DE ENSAYO

LARGO	CM	ANCHO	CM	ESPESOR	CM
1	20.3	5	19.7	3.6	
2	20.5	6	19.7	3.62	
3	20.5	7	19.5	3.7	
4	20.4	8	19.3	3.65	
PROMEDIO	20.4	PROMEDIO	19.6	3.64	

AREA DEL PANEL TESTIGO cm2=	399.3
m2=	0.03993

Item	peso panel kg
1	1.001
2	1.001
3	1.000
4	0.998
PROMEDIO	1.000

PANEL ESPESOR 3.64 CM
peso por m2 (KG)
25.04

RESUMEN SE TOMO LAS DIMENSIONES Y PESO DE LA MUESTRA PANEL PARA DETERMINA EL PESO POR METRO CUADRADO

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

Federico Pascual Paucar Tito
RUC 20447454379

AV INDUSTRIAL 712 AREQUIPA email fpaucart@gmail.com cel 953602383 RUC: 20447454379

Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Laboratorio Longitud Código N° E068-0115A-2022-4
 Laboratory length Code N° _____

ISO / IEC 17025

Estos resultados están relacionados únicamente con el ítem descrito en este certificado. [These results are only related to the item described in this certificate.]

Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración de su instrumento, de acuerdo a sus propios usos y exigencias. [It is the customer's responsibility to establish the calibration frequency of their instrument, according to their own uses and requirements.]

LO JUSTO SAC, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado del instrumento aquí descrito o de este documento. [LO JUSTO S.A.C. is not responsible for any damage that may be caused by the incorrect or inappropriate use of the instrument described here or of this document.]

Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado, por favor escribir a: consultacertificados@lojustosac.com (es imprescindible adjuntar una imagen del certificado). [This certificate is issued electronically. If there is any doubt, in the veracity of this certificate, please write to: consultacertificados@lojustosac.com (it is essential to attach an image of the certificate).]

- a. **Solicitante:**
Applicant: **FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.**
- b. **Dirección solicitante:**
Applicant address: **Cal. Miguel Grau Nro. 127 Int. 1, Mariscal Nieto - Moquegua.**
- c. **Instrumento de medida:**
Measuring instrument: **Vernier Digital**
- d. **Marca:**
Manufacturer / Brand: **ACCUD**
- e. **Modelo:**
Model: **111-012-12**
- f. **Número de serie:**
Serial Number: **170331157**
- g. **Identificación:**
Internal code: **No indica**
- h. **Lugar de calibración:**
Calibration Place: **Laboratorio de Longitud de LO JUSTO S.A.C.**
- i. **Fecha de calibración:**
Calibration Date: **2022-01-11**
- j. **Supervisor de Laboratorio:**
Laboratory Supervisor: **Fuentes Velasquez Alexander R.
Supervisor de Laboratorio
Laboratory Supervisor**
- k. **Signatario autorizado:**
Authorized signatory:



Jose Luis Rosales Saavedra
 LO JUSTO S.A.C.
 CONTROL OPERACIONES
controloperaciones@lojusto.com
 Fecha: 12/01/2022 14:06
 Firmado con: www.lojusto.pe

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de LO JUSTO S.A.C.
 Certificados sin firma digital carecen de validez.

Laboratorio _____ Longitud _____
 Laboratory _____ length _____

Código N° _____ E068-0115A-2022-4
 Code N° _____

ISO / IEC 17025

1 Información del instrumento:
Instrument information:

Intervalo de indicación : 0 mm a 300 mm Procedencia : No indica
 Resolución : 0,01 mm

Etiqueta de Calibración N°: 88276

2 Trazabilidad Metrológica :
Metrological Traceability:

Bloques planoparalelos, con certificado de calibración LLA-151-2020 y LLA-288-2020 emitido por el DM - INACAL.
 Micrómetro de exteriores digital, con certificado de calibración L-0987-2020.

3 Instrumentos auxiliares :
Instruments auxiliary :

Mesa de planitud, con certificado de calibración LLA-022-2021, emitido por el DM - INACAL.
 Termohigrómetro marca ET1, con certificado de calibración emitido por LO JUSTO S.A.C., código del certificado de calibración TE-301-2021.
 Termómetro digital con sensor para superficies, con certificado de calibración TE-486-2021.

4 Procedimiento de calibración:
Calibration procedure:

PC-012 Procedimiento de Calibración de Pie de Rey, Edición: 5

5 Condiciones Ambientales:
Environmental conditions:

Temperatura Ambiente promedio : 20,3 °C ± 0,1 °C
 Humedad Relativa promedio : 42,5 % ± 0,5 %

6 Resultados de Calibración:
Results of Calibration:

Valor Patrón mm	Indicación del instrumento de medición			Max. Error abs. encontrado mm
	Exterior mm	Interior mm	Profundidad mm	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50,00	50,00	50,00	50,00	0,00
100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
200,00	200,00	200,00	200,00	0,00
300,00	300,00	300,00	300,00	0,00

La incertidumbre expandida es U = 20 µm

Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Laboratorio Temperatura Código N° E068-0115A-2022-1
 Laboratory Temperature Code N° E068-0115A-2022-1

ISO / IEC 17025

Estos resultados están relacionados únicamente con el ítem descrito en este certificado. [These results are only related to the item described in this certificate.]

Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración de su instrumento, de acuerdo a sus propios usos y exigencias. [It is the customer's responsibility to establish the calibration frequency of their instrument, according to their own uses and requirements.]

LO JUSTO SAC, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado del instrumento aquí descrito o de este documento. [LO JUSTO S.A.C. is not responsible for any damage that may be caused by the incorrect or inappropriate use of the instrument described here or of this document.]

Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado, por favor escribir a:

consultacertificados@lojusto.com (es imprescindible adjuntar una imagen del certificado). [This certificate is issued electronically. If there is any doubt, in the veracity of this certificate, please write to: consultacertificados@lojusto.com (it is essential to attach an image of the certificate).]

a. Solicitante: <i>Applicant</i>	FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.
b. Dirección solicitante: <i>Applicant address</i>	Cal. Miguel Grau Nro. 127 Int. 1 Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua
c. Instrumento de medida: <i>Measuring instrument</i>	Termómetro Digital
d. Marca: <i>Manufacturer / Brand</i>	Mastercool
e. Modelo: <i>Model</i>	52223-A
f. Número de serie: <i>Serial Number</i>	No indica
g. Identificación: <i>Internal code</i>	LJ-3210
h. Lugar de calibración: <i>Calibration Place</i>	Laboratorio de Temperatura LO JUSTO S.A.C.
i. Fecha de calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-01-11 al 2022-01-13
j. Supervisor de Laboratorio: <i>Laboratory Supervisor</i>	Fuentes Velasquez Alexander R. Supervisor de Laboratorio Laboratory Supervisor
k. Signatario autorizado: <i>Authorized signatory</i>	

Jose Luis Rosales Saavedra
 LO JUSTO S.A.C.
 CONTROL OPERACIONES
 controloperaciones@lojusto.com
 Fecha: 15/01/2022 11:39
 Firmado con www.tocapsi.pe

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de LO JUSTO S.A.C. Certificados sin firma digital carecen de validez.

Laboratorio Temperatura
Laboratory Temperature

Código N° E068-0115A-2022-1
Code N°

1 Información del instrumento:

Instrument Information:

- 1.1 Intervalo de medición: -50 °C a 150 °C
1.2 Resolución: 0,1 °C
1.3 Sensor
Tipo: Termistor
Profundidad de Inmersión: 10.5 cm
1.4 Etiqueta de Calibración: 88823 y 015275

2 Trazabilidad :

Traceability :

Trazabilidad	Patrón empleado	Certificado de Calibración
LO JUSTO S.A.C.	Termómetro digital	INTERNO-2021-66

3 Instrumentos auxiliares :

Instruments auxiliary :

- Medio de temperatura controlada código LT-I-067; LT-I-068; LT-I-066.
- Registrador de condiciones ambientales código LT-I-100 .

4 Procedimiento de calibración:

Calibration procedure:

TH-001 Procedimiento para la calibración de termómetros digitales, Edición Digital 2 "CEM España" - (Método de comparación en medios isotermos de temperatura controlada) - 2019.

5 Condiciones Ambientales:

Environmental conditions:

Temperatura Ambiental:	21,4 °C
Humedad Relativa:	36,7 %HR

6 Resultados de Calibración

Results of Calibration

Temperatura Conv. Verdadera °C	Indicación del Termómetro °C	Corrección °C	Incertidumbre expandida °C
20,03	20,2	-0,17	0,08
50,00	50,2	-0,20	0,08
100,03	100,6	-0,57	0,08

Diagrama de Resultados:
Results Diagram

*** Sin Diagrama de Resultados***

Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Laboratorio _____ Longitud _____ Código N° E068-0115A-2022-2
 Laboratory _____ length _____ Code N° _____

ISO / IEC 17025

Estos resultados están relacionados únicamente con el ítem descrito en este certificado. [These results are only related to the item described in this certificate.]

Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración de su instrumento, de acuerdo a sus propios usos y exigencias. [It is the customer's responsibility to establish the calibration frequency of their instrument, according to their own uses and requirements.]

LO JUSTO SAC, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado del instrumento aquí descrito o de este documento. [LO JUSTO S.A.C. is not responsible for any damage that may be caused by the incorrect or inappropriate use of the instrument described here or of this document.]

Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado, por favor escribir a: consultacertificados@lojusto.com (es imprescindible adjuntar una imagen del certificado). [This certificate is issued electronically, if there is any doubt, in the veracity of this certificate, please write to: consultacertificados@lojusto.com (it is essential to attach an image of the certificate).]

a. Solicitante: <i>Applicant</i>	FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.
b. Dirección solicitante: <i>Applicant address</i>	Cal. Miguel Grau Nro. 127 Int. 1, Mariscal Nieto - Moquegua.
c. Instrumento de medida: <i>Measuring instrument</i>	COPA CASAGRANDE
d. Marca: <i>Manufacturer / Brand</i>	HUMBOLDT MFG. CO.
e. Modelo: <i>Model:</i>	H-4226
f. Número de serie: <i>Serial Number:</i>	188
g. Identificación: <i>Internal code</i>	No indica
h. Lugar de calibración: <i>Calibration Place</i>	Laboratorio de LO JUSTO S.A.C.
i. Fecha de calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-01-11
j. Supervisor de Laboratorio: <i>Laboratory Supervisor</i>	Fuentes Velasquez Alexander R. Supervisor de Laboratorio Laboratory Supervisor
k. Signatario autorizado: <i>Authorized signatory</i>	 Jose Luis Rosalet Saavedra LO JUSTO S.A.C. CONTROL OPERACIONES controloperaciones@lojusto.com Fecha: 13/01/2022 08:10 Firmado con www.tocapu.pe

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de LO JUSTO S.A.C.
 Certificados sin firma digital carecen de validez.

Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Laboratorio Temperatura Código N° E068-0115A-2022-6
 Laboratory Temperature Code N° E068-0115A-2022-6

ISO / IEC 17025

Estos resultados están relacionados únicamente con el ítem descrito en este certificado. [These results are only related to the item described in this certificate.]

Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración de su instrumento, de acuerdo a sus propios usos y exigencias. [It is the customer's responsibility to establish the calibration frequency of their instrument, according to their own uses and requirements.]

LO JUSTO SAC, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado del instrumento aquí descrito o de este documento. [LO JUSTO S.A.C. is not responsible for any damage that may be caused by the incorrect or inappropriate use of the instrument described here or of this document.]

Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado, por favor escribir a: consultacertificados@lojusto.sac.com (es imprescindible adjuntar una imagen del certificado). [This certificate is issued electronically. If there is any doubt, in the veracity of this certificate, please write to: consultacertificados@lojusto.sac.com (it is essential to attach an image of the certificate).]

a. Solicitante: <i>Applicant</i>	FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.
b. Dirección solicitante: <i>Applicant address</i>	Cal. Miguel Grau Nro. 127 Int. 1 Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua
c. Instrumento de medida: <i>Measuring instrument</i>	Horno
d. Marca: <i>Manufacturer / Brand</i>	Thermo Scientific
e. Modelo: <i>Model</i>	UT 6
f. Número de serie: <i>Serial Number</i>	41139848
g. Identificación: <i>Internal code</i>	No indica
h. Lugar de calibración: <i>Calibration Place</i>	Laboratorio de Temperatura de LO JUSTO SAC
i. Fecha de calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-01-20
j. Supervisor de Laboratorio: <i>Laboratory Supervisor</i>	Fuentes Velasquez Alexander R. Supervisor de Laboratorio Laboratory Supervisor
k. Signatario autorizado: <i>Authorized signatory</i>	 Jose Luis Rivas LO JUSTO S.A.C. CONTROL OPERACIONES controloperaciones@lojusto.com Fecha: 24/01/2022 08:33 Firmado con: www.lozapo.pe

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de LO JUSTO S.A.C.
 Certificados sin firma digital carecen de validez.

Laboratorio Temperatura
 Laboratory Temperature

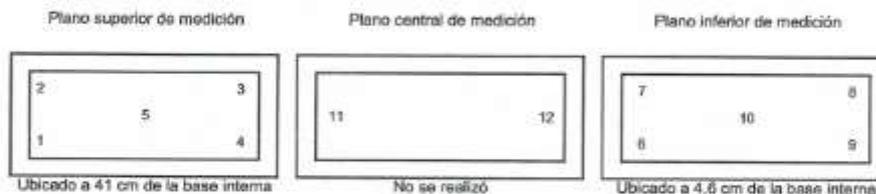
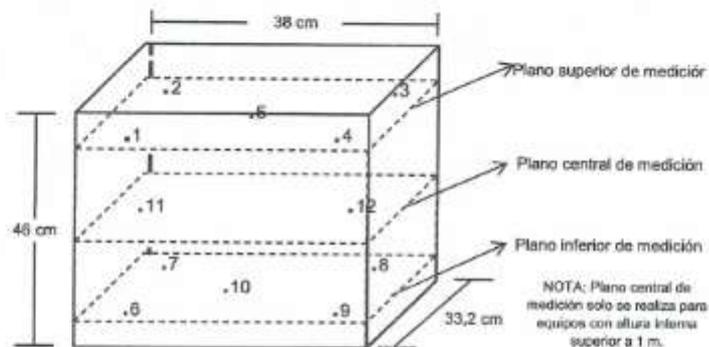
Código N° E068-0115A-2022-6
 Code N°

1 Información del instrumento

Instrument Information

1.1 Alcance del Selector:	0 °C a 250 °C
1.2 Resolución del Selector:	1 °C
1.3 Instrumento de Verificación de Temperatura:	Termómetro Propio
1.4 Ventilación:	Ventilación Forzada
1.5 Temperatura de Trabajo:	110 °C
1.6 Número de Parrillas:	2
Posición Parrilla N°1 desde base interna:	12 cm
Posición Parrilla N°2 desde base interna:	30 cm
1.7 Material de Ensayo:	Fuentes de metal
1.8 Porcentaje de Carga:	50%
1.9 Set Trampilla:	No aplica
1.10 Set Ventilador:	No aplica
1.11 Tiempo de Calentamiento y/o Enfriamiento y Estabilización:	2 horas.
1.12 Etiqueta de Calibración:	88858

Distribución de los sensores de temperatura en el equipo durante la medición.



Los sensores 1; 2; 3; 4; 6; 7; 8 y 9 se ubicaron a cm de la puerta y fondo, y a 6 cm de las paredes laterales.
 Los sensores 5 y 10 se ubicaron en la parte central de cada plano.

Anexo 20: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1.1.2.1. Problema general	1.2.1. General	.4.1.1. Hipótesis general.	1.4.2.1 Variable independiente	Método: Experimental. Tipo de investigación: Aplicada. Alcance: explorativo Nivel de investigación: Explicativo. Diseño de investigación: Experimental empírica
¿Cómo usar el caucho reciclado para elaborar planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región Arequipa?	Determinar el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.	Se puede usar el caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.	Caucho reciclado.	
1.1.2.2. Problema específico	1.2.2. Específicos	4.1.2. Hipótesis específicas.	1.4.2.2. Variable dependiente:	
¿Qué utilidad tendrán las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?	Identificar la utilidad de las planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa.	Tendrán utilidad las planchas hidro-termo-acústicas la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa.	Planchas hidro-termo-acústicas.	
¿Cómo podrá reutilizarse el caucho reciclado, para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?	Definir la reutilización del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.	tendrá reutilización el caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.		
¿es viable encontrar los neumáticos fuera de uso (NFU) para poder convertirlo en caucho reciclado y elaborar planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa región Arequipa?	Analizar qué tan viable es encontrar los neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa, región Arequipa.	Habrà viabilidad en encontrar neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de las planchas hidro-termo- acústica en la ciudad Arequipa, región Arequipa.		
¿generara algún impacto en el medio ambiente por el uso de caucho reciclado para la	Identificar el impacto en el ambiente por el uso de caucho reciclado para la	Existen impactos en el ambiente por el uso caucho reciclado para la obtención de planchas hidro-		

obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?	obtención de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.	termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.		
¿tendrá utilidad económica las planchas hidro-termo-acústicas, en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?	Determinar la utilidad económica de las planchas hidro-termo-acústicas, en ciudad de Arequipa, región de Arequipa.	Existe utilidad económica en las planchas hidro-termo-acústicas, en ciudad de Arequipa, región de Arequipa.		
¿Qué tipo de tecnologías o técnicas son aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?	Identificar el tipo de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.	Existen tipos de tecnologías o técnicas aplicables para la obtención de caucho reciclado para la elaboración de planchas hidro-termo-acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa.		
¿Qué beneficio social tiene el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas hidro termo acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa?	Conocer qué beneficio social tiene el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa	Existen beneficios sociales en el uso del caucho reciclado para la obtención de planchas termo acústicas en la ciudad de Arequipa, región de Arequipa		

