

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Carrera de Ingeniería Ambiental

“USO DEL SOLVENTE D-LIMONENO COMO  
TRATAMIENTO PARA EL RECICLAJE DE  
POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

Adrian Vicente Huaman Del Rosario  
Jesus Fernando Paolo Albis Gamarra

**Asesor:**

Mg. Ing. Iselli Josylin Murga Gonzalez  
<https://orcid.org/0000-0002-1711-6144>

Lima - Perú

2023

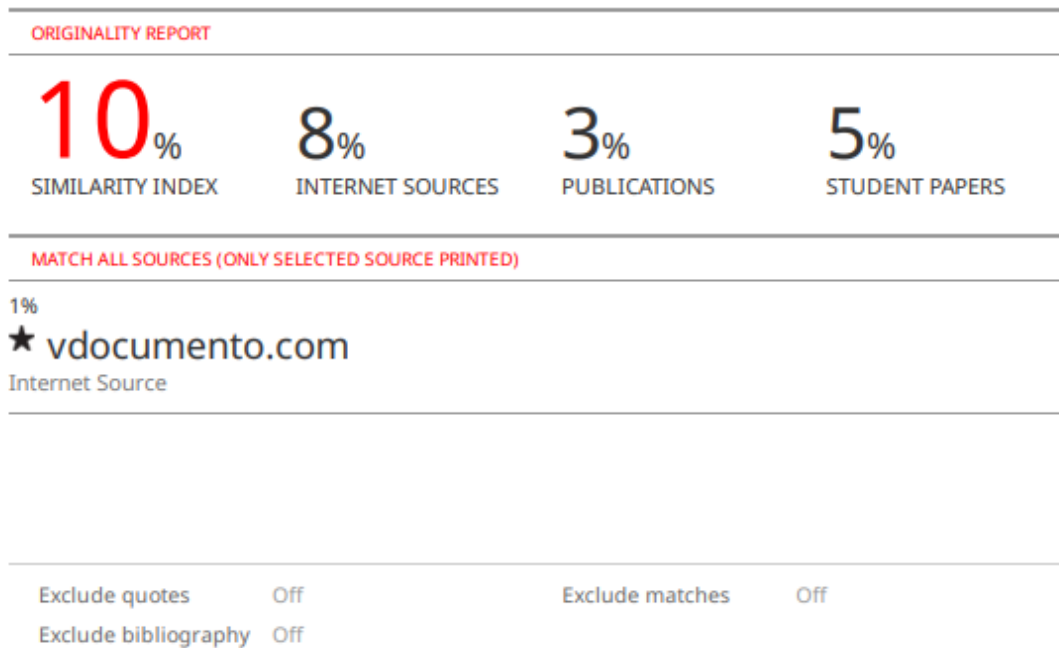
## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>ELVAR RENATO MIÑANO MERA</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>OSCAR RAUL HUAROC BRAVO</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>ISELLI JOSYLIN MURGA GONZALES</b>
	Nombre y Apellidos

## INFORME DE SIMILITUD



## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres Jesús y Carmen, quienes siempre creyeron en mí, brindándome su apoyo incondicional y sentaron las bases de mi educación, a mi hermana Ivonne por sus consejos y a mis sobrinos Mario y Estefano, quienes sirvieron de inspiración para continuar y culminar la carrera.

La tesis se la dedico a mi mamá Karina y mi papá Vicente que han dado de su tiempo y de su esfuerzo para que yo pueda estar en donde estoy y haciendo lo que estoy haciendo, también a mi hermana estar ahí, cuando yo dudaba de la carrera, por apoyarme.

## **AGRADECIMIENTO**

El principal agradecimiento es a Dios quien me ha dado la fortaleza para seguir adelante en este trabajo de investigación.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, y no permitir que desista de la carrera que escogí.

Agradezco a la universidad que me otorgó oportunidades de desarrollarme académicamente.

Agradezco a los ingenieros Julio Cornejo, Anggela Collacci y Cristian Tafur, los cuales sirvieron de ejemplo y mucho apoyo, aportando sus conocimientos y ayuda incondicional en el proceso de esta investigación.

Agradezco a mi compañero de investigación Adrian Huaman por su entrega y convicción al realizar este trabajo.

Agradezco a mis amigos que me dio la universidad Angie, Chang y Junior, por ser parte fundamental para que esté siempre a pie de carrera, por ser un motivo más para ir y estar en la universidad, por convertir días aburridos en divertidos, muy divertidos.

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional y por ser la motivación para cumplir los objetivos que me propongo.

Agradezco también a mi compañero Fernando, también llamado F, por su tiempo y compromiso para la investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. PREGUNTA GENERAL .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1. Preguntas específicas .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4.1. Bases teóricas .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4.2. Marco conceptual.....</b>	<b>27</b>
<b>1.5. OBJETIVOS.....</b>	<b>28</b>
<b>1.5.1. Objetivo general.....</b>	<b>28</b>
<b>1.5.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>28</b>
<b>1.5.3. Hipótesis .....</b>	<b>29</b>
<b>1.6. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>1.6.1. Conveniencia .....</b>	<b>30</b>
<b>1.6.2. Relevancia social.....</b>	<b>30</b>
<b>1.6.3. Implicaciones practicas .....</b>	<b>30</b>
<b>1.6.4. Valor teórico .....</b>	<b>31</b>
<b>1.6.5. Utilidad metodológica.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.1. Enfoque .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.2. Diseño .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.3. Tipo .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.1. Población .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.2. Muestra .....</b>	<b>34</b>
<b>2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1. Técnicas .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2. Instrumentos de recolección y análisis de datos.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4. PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>35</b>
<b>TABLA 1: FASES DEL PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>36</b>

2.4.1.	<i>FASE 1: Obtención de la materia necesaria para la parte experimental</i> .....	36
FIGURA 1:	ACEITE ESENCIAL DE CASCARAS DE LIMÓN.....	37
FIGURA 2:	EPS RECOLECTADO DE LA PLAYA.....	37
2.4.2.	<i>FASE 2: Reducción del poliestireno expandido mediante el uso del aceite esencial de cáscaras de limón obtenidas en la fase:</i> .....	38
FIGURA 3:	MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN.....	38
FIGURA 4:	EPS LIMPIO Y TRITURADO.....	39
FIGURA 5:	MÉTODO DE DILUCIÓN CON EL AGITADOR MAGNÉTICO.....	39
FIGURA 6:	MUESTRA DEL RESULTADO DE LA MEZCLA DE LOS PRODUCTOS.....	40
	<b>TABLA 2: PROPORCIONES DE RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO MEDIANTE EL USO DEL ACEITE ESENCIAL DE CASCARAS DE LIMÓN.</b> ....	40
2.5.	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE INFORMACIÓN .....	41
	<b>TABLA 3: VALIDACIÓN DE CONFIABILIDAD POR ESPECIALISTAS EN EL TEMA.</b> .....	41
2.6.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	42
2.7.	ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
	<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	43
3.1.	RESULTADO DE ANÁLISIS.....	43
	<b>TABLA 4: MEZCLA RECUPERADA EN EL RECICLAJE DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO.</b> .....	43
	<b>TABLA 5: PESOS DE LAS MUESTRAS DEL EPS Y EL ACEITE ESENCIAL</b> .....	44
	<b>TABLA 6: PROPORCIONES Y DATOS DE TIEMPO, RPM Y TEMPERATURA EN EL PROCESO DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.</b> .....	45
	<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	46
4.1.	DISCUSIÓN .....	46
4.2.	CONCLUSIONES.....	48
	<b>REFERENCIAS</b> .....	50
	<b>ANEXOS</b> .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fases del procedimiento .....	36
Tabla 2: Proporciones de reciclaje del poliestireno expandido mediante el uso del aceite esencial de cascaras de limón. ....	40
Tabla 3: Validación de confiabilidad por especialistas en el tema.....	41
Tabla 4: Mezcla recuperada en el reciclaje del poliestireno expandido.....	43
Tabla 5: Pesos de las muestras del EPS y el aceite esencial.....	44
Tabla 6: Proporciones y datos de tiempo, RPM y temperatura en el proceso de reciclaje de poliestireno expandido.....	45



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Aceite esencial de cascaras de limón.....	37
Figura 2:	EPS Recolectado de la playa. ....	37
Figura 3:	Materiales para la elaboración.....	38
Figura 4:	EPS limpio y triturado. ....	39
Figura 5:	Método de dilución con el agitador magnético .....	39
Figura 6:	Muestra del resultado de la mezcla de los productos.....	40

## RESUMEN

La presente tesis se enmarca en el contexto de la sostenibilidad y la gestión de residuos, proponiendo una alternativa ambiental la cual tiene como objetivo el uso del solvente D-Limoneno para el tratamiento para el reciclaje del poliestireno expandido. La técnica que se utilizó es la cuantitativa y la observación experimental, donde se realizaron 3 muestras de 2 ensayos cada una. Para la validez y confiabilidad de información se puso en práctica el juicio de expertos.

En términos generales, los resultados que se obtuvieron luego de haber pasado por las muestras mencionadas en líneas anteriores y sometidas a condiciones de agitación de 250 rpm y 75°C, arrojaron diversos tiempos, evidenciando que la proporción de poliestireno expandido (g) y la cantidad de aceite esencial (ml), así como el tamaño y/o dimensiones del plástico son factores esenciales en los valores, ya que gracias a ellos se presentan variaciones en la recuperación de la mezcla final.

Finalmente, el estudio concluyó que la proporción 1:5 es la que mostró mejor resultado final en el tratamiento con D-Limoneno, por lo que sí se puede hacer uso de este solvente reciclar el poliestireno expandido.

Palabras claves: Poliestireno expandido, d-limoneno, reciclaje

## ABSTRACT

This thesis is framed in the context of sustainability and waste management, proposing an environmental alternative which aims to use the solvent D-Limonene for the treatment and recycling of expanded polystyrene. The technique used is quantitative and experimental observation, where 3 samples of 2 tests each were carried out. For the validity and reliability of information, expert judgment was put into practice.

In general terms, the results obtained after having passed through the samples mentioned in previous lines and subjected to stirring conditions of 250 rpm and 75°C, showed various times, showing that the proportion of expanded polystyrene (g) and the quantity of essential oil (ml), as well as the size and/or dimensions of the plastic are essential factors in the values, since thanks to them variations occur in the recovery of the final mixture.

Finally, the study concluded that the 1:5 ratio is the one that showed the best final result in the treatment with D-Limonene, so if this solvent can be used, recycle the expanded polystyrene.

Keywords: Expanded polystyrene, d-limonene, recycling

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En los últimos tiempos se ha visto un incremento exponencial de la contaminación producto del uso inmensurable del plástico, ya que esto se debe a que en varios lugares del mundo se puede evidenciar la inexistencia o ineficiente gestión de residuos sólidos y esto lo podemos ver muy claro en nuestra realidad de hoy en día en las calles, esquinas o simplemente en espacios donde la consciencia ambiental es muy escasa; por lo tanto, debido a la gravedad muy notoria del asunto, se ha tenido la necesidad de proponer alternativas que ayuden a mitigar y contrarrestar el impacto negativo, donde la propuesta más conocida es el reciclaje.

Habiéndose mencionado ya que la gestión descontrolada de desperdicios puede conllevar a problemas de índole sanitario y ambiental, los cuales a su vez, pueden dar lugar a riesgos significativos. A nivel global, se observó residuos que pueden propagarse a distancias considerables, incrementando así la contaminación del entorno terrestre. Adicionalmente, los residuos sólidos urbanos han experimentado cambios en sus características fisicoquímicas, complicando su descomposición natural. En un contexto de disminución de la población, modificaciones en la conciencia ambiental y transformaciones en los patrones de consumo, la recolección de desechos ha emergido como una tarea crítica que implica un consumo sustancial de recursos. (Couto & Hernández, 2012).

El poliestireno viene a ser un derivado del petróleo, el cual es elaborado mediante la inyección de aire esto hace que sea muy liviano y económico. Este material ha experimentado un aumento de su uso en la actualidad, en gran parte debido a que la mayoría de los restaurantes optan por utilizar envases de poliestireno expandido para

entrega de alimentos, lo que ha llevado a un crecimiento indiscriminado de su empleo. Un desafío adicional asociado al poliestireno expandido es su ligereza, lo que provoca que ocupe un volumen desproporcionado en los vertederos sanitarios, esto conlleva la acumulación de residuos, incluido el poliestireno expandido, en áreas como calles, riberas de ríos y, finalmente, el mar (PUCP 2018).

El poliestireno expandido presenta uno de los mayores desafíos y problemas. En contraste con otros tipos de plásticos, el EPS raramente se somete a procesos de reciclaje, en gran medida debido a su falta de rentabilidad. Esto se debe a que aproximadamente el 98% de su composición consiste en aire, y solo el 2% restante corresponde a poliestireno, que es el componente recuperable, C. (2020)

A consecuencia de la pandemia que dio inicio en febrero del 2020, la vida de las personas experimentó cambios sustanciales. Esto llevó a modificaciones significativas en los hábitos y las tradiciones, incluyendo la forma en que se entregan los alimentos de restaurantes a través del servicio a domicilio, los cuales solían ser empacados en poliestireno expandido. Del mismo modo, una tendencia observada es que la mayoría de los productos electrónicos, tanto para uso en oficinas, hogares e industrias, son embalados utilizando poliestireno expandido, dada su amplia aplicación en todo el mundo en la actualidad.

La situación marcada por la pandemia de COVID-19, ha llevado a un aumento del uso del poliestireno expandido, ya que se dio prioridad a las preocupaciones sanitarias sobre las ambientales. Como resultado, se ha observado un incremento significativo en la utilización de este material. (Valdés, 2021).

Se proyecta que el mercado del poliestireno expandido (EPS) experimente un aumento, pasando de 15,500 millones de dólares en el 2018 a 20,100 millones de dólares en 2023, con una tasa compuesta anual de crecimiento del 5.3% durante el período estimado. Este incremento en el mercado del EPS se encuentra impulsado principalmente por el crecimiento de las industrias de la construcción y el embalaje en países en vías de desarrollo. No obstante, existen factores de riesgo que podrían obstaculizar dicho crecimiento, tales como la volatilidad de los precios del petróleo crudo, la disponibilidad de sustitutos de alto rendimiento. (ILT, 2022).

La Ley de Gestión de Residuos Sólidos, promulgada mediante el Decreto N° 1278, tiene como objetivo principal la prevención o reducción de la generación de residuos sólidos en su origen, priorizando esta acción por encima de cualquier otra alternativa. En segundo lugar, en lo que respecta a los residuos ya generados, la legislación enfatiza la importancia de dar prioridad a la valorización tanto material como energética de estos residuos. Además, se fomenta la adopción de prácticas que protejan la salud y el ambiente, promoviendo alternativas como la reutilización, el reciclaje, el compostaje y el co-procesamiento.

Conforme a datos proporcionados por el Ministerio del Ambiente (Comex, 2022), el territorio nacional produjo un total de 7.9 millones de toneladas de residuos sólidos municipales (RSM). De esta cantidad, el 76.4% está constituido por residuos de naturaleza orgánica como inorgánica, los cuales presentan el potencial de ser objeto de un proceso de valorización; es decir, de poder ser aprovechados de alguna manera. No obstante, únicamente se logró valorizar 59,021 toneladas de dichos residuos equivalente a 0.98% del total generado.

Según lo anterior, podemos decir que, en el contexto actual de la gestión de residuos sólidos, es importante destacar que las cáscaras de limón, consideradas residuos orgánicos, no están siendo aprovechadas de manera adecuada. Un considerable porcentaje de estas cáscaras terminan siendo desechado en rellenos sanitarios, lo que representa un desaprovechamiento significativo de su alto potencial valorizable. Estas cáscaras contienen en sus cápsulas el componente D-Limoneno, pudiendo esta ser destinada a diversas aplicaciones beneficiosas, además no posee diferencias de cargas a lo largo de su estructura, por lo que es un buen disolvente, contribuyendo así a la reducción de la generación de residuos y al fomento de prácticas más sostenibles en la gestión de recursos.

Por consiguiente, esta investigación está encausada en usar el solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.3. Pregunta General**

¿Se puede hacer uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022?

#### **1.3.1. Preguntas específicas**

- ¿Se obtendrá la proporción adecuada de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022?
- ¿Cuánto tiempo tomara el uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022?

## **1.4. Marco Teórico**

### **1.4.1. Bases teóricas**

#### **1.4.1.1. Plástico**

Son materiales polímeros orgánicos que pueden deformarse hasta conseguir una forma requerida por medio de diferentes procesos. Presentan las características de poseer una alta relación resistencia/densidad, estas las hacen excelente aislantes térmicos y eléctricos, con una óptima resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. (Bahl et al, 2020)

#### **a. Propiedades de los plásticos**

- **Conductividad eléctrica:** No son buenos conductores eléctricos, por ello se pueden emplear como aislantes eléctricos.
- **Conductividad térmica:** Transmiten calor de una manera lenta, por lo que son malos conductores de calor.
- **Resistencia mecánica:** Tienen que ver con los esfuerzos a que son sometidos los materiales. Esto se usa junto a las aleaciones metálicas para construcciones.
- **Resistencia química:** Es una de las propiedades que ha generado una producción masiva de plásticos. Casi todos resisten muy bien el ataque de agentes químicos, como los ácidos, que alteran los materiales, en especial a la mayoría de los metales.
- **Combustibilidad:** Arden con facilidad, ya que estos se componen de carbono e hidrógeno.
- **Plasticidad:** Muchos plásticos se reblandecen con el calor y, sin llegar a fundir, son fácilmente moldeables.

#### **b. Tipos de plástico**

- **Termoplásticos:** Los plásticos más utilizados pertenecen a este grupo. Sus macromoléculas están dispuestas libremente sin entrelazarse. Gracias a esta disposición, se reblandecen con el calor adquiriendo la forma deseada.



- **Termoestables:** Sus macromoléculas se entrecruzan formando una red de malla cerrada. Esta disposición no permite nuevos cambios de forma mediante calor o presión: solo se pueden deformar una vez.
- **Elastómeros:** Sus macromoléculas se ordenan en forma de red de malla con pocos enlaces. Esta disposición permite obtener plásticos de gran elasticidad que recuperan su forma y dimensiones cuando deja de actuar sobre ellos una fuerza.

### c. **Técnica de conformación de plásticos**

Son las técnicas utilizadas para dar forma a los plásticos. Industrialmente los plásticos se presentan en forma de gránulos, en polvo o en resinas. Estos materiales se someten posteriormente a los procesos de conformación, es decir los procesos para darles la forma deseada.

### d. **Poliestireno expandido**

Es uno de los termoplásticos más versátiles de estructura rígida, que contiene hasta un 98% de aire encapsulado que funciona como un excelente aislante térmico y acústico. Tiene similar estructura que el poliestireno de cristal; sin embargo, contiene una concentración de 3 a 7% de n-pentano como agente neumatógeno o expansor, lo cual altera sustancialmente su transparencia y su volumen. (Kumar & Kumar, 2022)

### **Características principales del poliestireno expandido (Nina, 2016)**

- Presenta una densidad bastante ligera y resistente
- El color de este producto se debe a la refracción de la luz
- Aislante térmico, debido a su composición

### **Normativas que regulan su uso.**

- **Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM:** En el tercer punto del artículo

3 se menciona que se prohíbe la adquisición y uso de envases de Tecnopor.

- **La ley N° 30884:** Esta menciona sobre la prohibición de los productos plásticos de un solo uso o que son innecesarios, quiere decir los productos que no pueden reciclarse o son un riesgo para el medio ambiente. Según López Mejía en su tesis "Eficacia de la Ley 30884 que regula los plásticos de un solo uso en el mercado San José, Jesús María – 2020" explica que dicho mercado no cumple con la ley en mención ya que en relación a la fiscalización ya que los consumidores y trabajadores siguen haciendo el uso de estas sin medida alguna. (López Mejía, 2020)

#### **1.4.1.2. Aceite esencial**

- a. Los aceites esenciales, compuestos aromáticos naturales, desempeñan un rol significativo al conferir fragancias distintivas a las flores y diversas estructuras vegetales. Su aplicación abarca múltiples sectores, incluyendo la aromaterapia, la industria de la perfumería, la cosmética, el ámbito farmacéutico y la producción de alimentos, licores y confitería. Estos aceites se obtienen a través de métodos de extracción, como la destilación de vapor o la expresión del pericarpio en el caso de los cítricos. Su producción se localiza en estructuras especializadas de las plantas, presentes en variadas partes botánicas, como los pétalos de las rosas, las hojas de canela y las raíces de valeriana. Más allá de su función aromática, desempeñan un papel relevante en la protección de las plantas contra insectos y herbívoros, ayuda en la adaptación al estrés relacionado con la disponibilidad de agua y tienen una influencia notable en la polinización debido a sus propiedades volátiles y fragancias (López, 2004)

#### a. **Características Generales de los aceites esenciales** (López, 2004)

Los aceites esenciales representan una proporción que varía entre el 0.1 % y el 1% del peso seco de la planta. Estos líquidos presentan una baja capacidad de disolverse en agua, aunque sí son solubles en alcoholes y solventes orgánicos. Al sufrir oxidación, muestran una alteración de su color hacia un tono amarillo oscuro, por lo que se recomienda su almacenamiento en recipientes de vidrio de color topacio. La mayoría de los aceites son menos densos que el agua y poseen un alto índice de refracción.

En relación a su composición química, los aceites esenciales son mezclas complejas de terpenos y compuestos aromáticos derivados del fenilpropano. Los terpenos, compuestos formados por unidades de isopreno, pueden ser monoterpenos o sesquiterpenos, los cuales pueden ser de naturaleza acíclica, monocíclica o bicíclica, además de que pueden estar oxigenados o no.

Existen aceites esenciales que son casi monomoleculares, compuestos únicamente por un componente. Otros, en cambio son ricos en 2-3 moléculas, mientras que la mayoría son polimoleculares, conformados por 3-4 moléculas predominantes y también una variedad de moléculas minoritarias y trazas de distintas moléculas.

#### b. **Propiedades de los aceites esenciales** (Montoya, 2010)

- **Propiedades físicas:** Es el fuerte aroma; el gusto tan intenso y concentrado, Estos son volátiles ya que pueden entrar de un estado a otro con facilidad a temperatura ambiente, también son de apariencia oleosa, siendo un fluido como agua.
- **Propiedades químicas:** Los aceites en sus propiedades químicas cuentan con características como: El índice de pH, de acidez, de éster, de saponificación, de acetilo, y por su composición porcentual.

### c. **Ventajas y desventajas de los aceites esenciales**

#### **Ventajas**

- Son higiénicos
- Tienen un sabor fuerte
- Calidad conforme a la materia prima
- No pigmentan el producto
- No presentan enzima ni taninos
- Son estables si estos se mantienen correctamente guardados

#### **Desventajas**

- Se alteran fácilmente
- Son muy concentrados, por lo que resulta difícil de dosificar
- No se dispersan con facilidad
- Se oxidan fácilmente

### d. **Clasificación de los aceites esenciales**

#### **Por su consistencia**

- **Las esencias fluidas:** Son líquido, muy volátiles a temperatura ambiente.
- **Los bálsamos:** Estos presentan una consistencia más viscosa, no son tan volátiles como las fluidas. Estas contienen sesquiterpenoides y tienden a combinarse.
- **Las oleorresinas:** Se obtienen mediante la extracción de compuestos aromáticos de especias aromáticas con solventes orgánicos, puede ser diluido para la obtención de diversas concentraciones, presentando una baja degradación por oxidación.

- **Los absolutos:** Productos de conversión mediante la extracción con etanol, estos se refrigeran a una temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Cuando alcanzan estas temperaturas las ceras se precipitan y son removidas por filtración.

#### **Por su origen**

- Los naturales se consiguen desde la planta y no tienen ningún cambio físico ni químico.
- Los artificiales se adquieren por el desarrollo del mejoramiento de la esencia con uno o varios componentes.
- Los sintéticos son hechos por mezclas de sus elementos que casi todos son obtenidos por el procedimiento de síntesis química.

#### **Por la naturaleza química de los componentes mayoritarios**

- El tipo de aceite abundante en monoterpenos se llaman aceites esenciales monoterpenoides.
- Los aceites con mayor cantidad de sesquiterpenos son aceites esenciales sesquiterpenoides
- El aceite que contiene más fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides.

#### **e. Métodos de extracción de los aceites esenciales**

Según Vega, 2019 en su tesis “Actividad antimicrobiana de aceites esenciales obtenidos por dos métodos de extracción diferentes de tres espacios vegetales medicinales peruanas frente a *Streptococcus pneumonia*” menciona 5 métodos de extracción de aceites esenciales. (VEGA, 2019)

- a) Destilación por arrastre de vapor de agua.
- b) Hidrodestilación de tipo Clevenger.
- c) Extracción con solventes volátiles.
- d) Extracción por fluidos supercríticos.
- e) Eufloración.

#### **1.4.1.3. D-Limoneno**

Es una sustancia química presente en las cápsulas de la cáscara de los cítricos. Es una molécula apolar, no posee diferencias de cargas a lo largo de su estructura, por lo que es un buen disolvente de sustancias con esa misma característica. (Ortuño, 2006)

En el aceite del limón no solo podemos encontrar el d-limoneno, si no también beta-pineno, gama-terpineno, geranial, neral, neril acetato y otros, en menor cantidad correspondiente. (Carutti & Fernando, 2004) Elegimos esta sustancia debido a que en la última década ha sido muy importante ya que es muy solicitado como disolvente biodegradable o como un elemento aromático. (NEIRA CANGRE & ROJAS GUTIERREZ, 2018)

#### **1.4.1.4. Hidrodestilación**

Llamado comúnmente como destilación por arrastre de vapor o extracción por arrastre, este es un proceso conocido a nivel mundial el cual se ha usado para obtener aceite esencial de plantas aromáticas y cítricos, pero no solo es una operación de separación en equilibrio, sino que existen fenómenos limitantes de la velocidad de obtención del aceite. (Cerpa, 2007)

La hidrodestilación es el método efectivo para la extracción de la sustancia de D-limoneno, ya que, con las medidas de tiempo, de agitación con rpm y las cantidades correspondientes termina siendo una de las más rápidas y útil para este desarrollo.

(Granda Ramirez, y otros)

El resultado que nos da este proceso es 100% (Ver anexo V) de aceite puro y natural, por lo que según Mariano Cerutti y Fernando Neumayer el aceite esencial de cascara de limón tiene como principal y único componente el D-Limoneno, por lo que en este desarrollo otras sustancias volátiles se pierden en el transcurso de la destilación que en otro método de extracción como la de prensado en frío si estarían presentes. (Cerutti & Neumayer, 2004)

El producto que compramos lleva este proceso para su obtención. (Ver Anexo V)

#### **1.4.1.5. Mecanismo de la reacción**

El mecanismo se da mediante la solubilización del solvente natural, en este caso el aceite esencial D-limoneno, con el polímero del poliestireno expandido. (Carrillo J. , 2008)

#### **1.4.1.6. Antecedentes**

##### **Internacionales**

En el trabajo de investigación titulado: "Evaluación para la obtención de un recubrimiento con resina a base de poliestireno expandido reciclado a nivel laboratorio" (Avellaneda, 2017). Cuyo objetivo fue el evaluar la obtención de un recubrimiento utilizando una resina a base de poliestireno expandido reciclado. Se determinó mediante la experimentación que la resina principal en una relación 4:2 (18g de poliestireno expandido reciclado por cada 50ml de d-limoneno) fue la mejor para realizar las pruebas físicas a las diferentes muestras obtenidas se notó que la mayoría de las formulaciones tuvieron desempeño aceptables y sobresalientes, lo que demuestra que la calidad de la resina obtenida es buena en general y cumplió con el objetivo.

En la tesis titulada: "Obtención de un látex a base de poliestireno expandido/acrilatos

evaluados en un papel Kraft" (Caamal, 2018) para obtener el grado de Maestro en Ciencias (Materiales Poliméricos) cuyo objetivo es estudiar un látex compuesto de poliestireno expandido de desecho y mezcla de monómeros de acrilatos (BA y MMA) aplicado como un recubrimiento sobre un papel tipo Kraft para mejorar su hidrofobicidad y propiedades mecánicas a tensión y compresión. Para la obtención del latex a base de EPS se usó tres disolventes, donde 2 de ellos eran derivados de petróleo (acetona y cloroformo) y el tercer proveniente de fuente natural (limoneno de naranja), obteniendo así un látex a prueba de agua donde fue necesario reciclar residuos de EPS usando como diluyente el Limoneno.

Por otro lado, en la investigación científica titulada: "Efecto de la concentración y temperatura en la disolución de poliestireno expandido usando solventes naturales" (Pardo, Ingrit y León J., 2021), tuvo como objetivo analizar y comparar la viabilidad y condiciones óptimas de concentración y temperatura en la disolución de EPS en dos solventes orgánicos: el d-limoneno y el aceite de eucalipto. En la metodología se evaluaron parámetros de solubilidad, donde a los residuos de EPS se le aplicaron procesos de limpieza, molienda, disolución en diferentes temperaturas las cuales fueron de 21°C y 50°C, teniendo en cuenta las siguientes proporciones: 1:10, 3:10, 1:2, 3:4, 1:1, 1.25:1 y 1.5:1; también la recuperación de solventes. Con los datos recopilados hallado en los ensayos científicos se concluyó que la viscosidad tiene un valor alto a partir del 42% de concentración, esto quiere decir que mientras más alta sea la temperatura, menor va a ser la viscosidad. Por lo que se puede disminuir un promedio del 96% del volumen original del EPS, cabe señalar que la disolución del limoneno requiere menos tiempo y energía de activación.

En la tesis para optar el título de Licenciado en Ciencias Químicas "Reducción del



poliestireno expandido utilizando solvente natural, su caracterización y aplicación en la industria de productos de recubrimiento” (Gomez, Mayra y Ramirez Luis, 2021) Donde el objetivo fue conocer métodos de extracción del solvente natural a partir de cítricos comestibles para el reciclaje de EPS desechado en los cafetines de la FMO y su caracterización para aplicación en productos de recubrimiento, utilizaron una metodología cuantitativa la cual tuvo una etapa de recopilación de datos en campo y otra en los ensayos de laboratorio, con ello pudieron obtener la reducción de volumen de EPS, efectividad del d-limoneno para el reciclaje del EPS, rendimiento significativo de la resina bajo condiciones ambiente. Con ello se concluye que es posible extraer solventes naturales cítricos y estos ser usados en el reciclaje, también señala que la resina obtenida a base de limoneno es óptima debido a su afinidad y acabado a condiciones ambiente.

Por último, en el artículo de investigación titulado: “Uso de un solvente verde para la reducción del volumen del poliestireno expandido en un establecimiento educativo” (Jímenez, 2022). Cuyo objetivo fue evaluar la reducción de volumen de EPS proveniente del programa de seguridad alimentaria de una Institución Universitaria, aplicando diferentes proporciones de aceite esencial de cáscara de naranja, como solvente verde, extraído con el método de hidrodestilación. Se usó un prototipo factorial, modificando las cantidades de los materiales EPS: aceite y la agitación. Como resultado se obtuvo la reducción en su totalidad del volumen sólido del poliestireno, donde la velocidad de agitación tomó un papel fundamental en la experimentación, llegando a la proporción de 1:1 EPS: aceite con una agitación de 300rpm.

### **Nacionales**

Por otro lado, (Lozada, 2017) en su tesis: “Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de naranja, Lima 2017”, tuvo como objetivo el determinar la

cantidad exacta de aceite esencial de naranja para la recuperación del EPS. Para ello fue indispensable precisar la dosis necesaria, obteniendo como resultado de recuperación de un 97.58%, demostrando que el aceite esencial usado en su investigación otorga un alto grado de recuperación del EPS.

A nivel nacional podemos hacer referencia a (Cornejo, 2020) en sus tesis: "Elaboración de barniz ecológico a partir de aceite esencial de residuo de cáscara de naranja y residuo de poliestireno expandido, Lima, 2019", con la finalidad de determinar cómo será la elaboración del barniz ecológico a partir de aceite esencial de residuos de cáscara de naranja y residuos de poliestireno expandido, Lima 2019. Para su investigación de elaboración de barniz ecológico fue primordial encontrar la proporción óptima de aceite esencial de residuo de cáscara de naranja y de residuo de poliestireno expandido. Después de haber experimentado con cuatro pruebas llegó a la conclusión que el hexano en un extractor Soxhlet otorga una mayor cantidad de aceite esencial y determinado la composición del barniz ecológico, obtuvo que el producto era muy similar en características al barniz convencional.

Pacaya 2021 en su tesis: "Aprovechamiento de residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja para elaborar barniz ecológico para madera en Iquitos 2021", tuvo como objetivo aprovechar los residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para elaborar un barniz ecológico para madera en la ciudad de Iquitos, por lo que primero observó las características tanto físicas como químicas del aceite esencial de cáscaras de naranja, para después proceder con el análisis y pruebas de diferentes proporciones o relaciones en el EPS y el aceite esencial, llegando a la conclusión que una relación de 5/10 (EPS/Aceite) es óptima y se asemeja por sus características al barniz comercial. (Pacaya, 2021)

Según (Choccelahua & Coveñas, 2020) mencionan en su tesis: "Influencia del poliestireno expandido de un concreto celular en la utilización de elementos estructurales, Lima 2020", tuvo como objetivo determinar como influye el poliestireno expandido en el concreto celular para actividades que utilicen elementos estructurales, en donde se realizó un estudio con probetas midiéndose así la resistencia por compresión a los 7, 14 y 21 días, luego su resistencia a tracción y su densidad, concluyeron que su adicional material dio un buen resultado produciendo un concreto celular con aceptabilidad para implementarlo a elementos estructurales.

Para (Juan De Dios, 2022) en su tesis: "Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022" se menciona que se utilizaron distintas clases del género Citrus, para generar los aceites realizaron una destilación por arrastre de vapor, teniendo como resultados una proporción 4/7 gramos por mililitros con una velocidad de agitación 300rpm y la mejor temperatura fue 50°C para ambos aceites que utilizaron.

#### **1.4.2. Marco conceptual**

##### **1.4.2.1. Contaminación ambiental.**

Es la generación de contaminantes al ambiente que sobrepasan las concentraciones que pasan los límites máximos permitidos teniendo en cuenta el carácter acumulativo de estos contaminantes en el ambiente. (MINAM, 2012)

##### **1.4.2.2. Residuos sólidos.**

Son materiales cuyo estado es sólido o semisólido de los que la población dispone, o está sometido a hacerlo. Estos también pueden ser los residuos creados por los eventos naturales. (MINAM, 2012)

- **Botadero.**

Es un espacio en donde se hacen depósitos inapropiados de residuos sólidos en vías y espacios públicos, estos carecen de una autorización sanitaria. (MINAM, 2012)

#### **1.4.2.3. Estándar de Calidad Ambiental.**

Es un estándar que pone límites al nivel de concentraciones que puedan afectar a la calidad del aire, del agua o del suelo en la condición de cuerpo receptor. (MINAM, 2012)

#### **1.4.2.4. Reciclaje**

Es un proceso por el cual los residuos son transformados en productos o recursos los cuales pueden ser usado para la fabricación de otros, esto se da sometiéndolos en procesos de transformación eco-amigables, minimizando el consumo de materias primas. (Herbert F, 1996).

Cabe señalar que para reciclar los materiales deben cumplir con ciertas características que permitan su reciclaje. Además, los objetos o materiales reciclables suelen soportar cierto número de procesos de reciclado.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Usar el solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Obtener la proporción adecuada de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022.
- Contabilizar el tiempo del tratamiento usando el solvente D-Limoneno para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022.

- Propuesta de uso de la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria.

### **1.5.3. Hipótesis**

#### **1.5.3.1. Hipótesis general**

H0: Es factible el uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para reciclar el poliestireno expandido, 2022.

H1: No es factible el uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para reciclar el poliestireno expandido, 2022.

#### **1.5.3.2. Hipótesis específicas**

- H0: La proporción de solvente D-Limoneno es equivalente al 1:5 para el reciclaje de poliestireno expandido.
- H0: El tiempo que se da el tratamiento de reciclaje de poliestireno expandido con solvente D-Limoneno está entre 2 y 15 minutos.
- H0: Se puede usar la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria.
- H1: La proporción de solvente de D-Limoneno es equivalente al 2:2 para el tratamiento de reciclaje del poliestireno expandido.
- H1: El tiempo que se da en el tratamiento de reciclaje de poliestireno expandido con solvente D-Limoneno está entre 1 y 2 horas.
- H1: No se puede usar la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria.

### **1.6. Justificación**

Se tiene conocimiento que el poliestireno expandido es un material derivado del petróleo, cuya elaboración consiste en introducir un agente de expansión, debido a esto se le considera un producto liviano y económicamente hablando muy módico, cuya utilidad se puede utilizar actualmente para la elaboración del depósito de bebidas calientes

y alimentos, así como también de protección para aparatos eléctricos y electrónicos. (Delgado, 2018).

La investigación muestra la importancia a la propuesta de reducir el poliestireno expandido mediante el uso de aceite esencial de cáscaras de limón en Lima, ya que esto permitirá darle un uso al producto obtenido de la reacción química entre el aceite esencial y el poliestireno, puesto que se realizarán diversas pruebas para poder encontrar la proporción correcta que ayudará a reducir la cantidad de EPS que se encuentra hoy en día. Por lo que a su vez se buscará disminuir el impacto al medio ambiente por lo que causa este elemento al ser equivocadamente segregado, al gestionar este tipo de proyecto estaremos desarrollando una mayor conciencia ambiental y una mentalidad del consumo responsable lo que conlleva a que inicien con más producciones y un comercio más limpio por parte de empresas y consumidores.

#### **1.6.1. Conveniencia**

Esta investigación ayudará a tener un buen manejo sobre la cantidad existente del EPS, debido a la reducción de este, con la ayuda de la propuesta ambiental.

#### **1.6.2. Relevancia social**

La población limeña con conocimiento de causa en el tema del EPS podrá ver en la investigación la solución de un problema que los ha abarcado por mucho tiempo.

#### **1.6.3. Implicaciones prácticas**

El estudio permitirá a empresas, restaurante, negocios que generen este tipo de residuos en general puedan aplicar un cambio sostenible con un manejo de gestión responsable y ambiental.

#### **1.6.4. Valor teórico**

El contenido de toda la información en esta investigación podrá servir como dato para algún desarrollo comparativo entre varios estudios con diferente solvente, este estudio brindará el conocimiento del comportamiento del polímero del poliestireno expandido con la reacción del aceite esencial.

#### **1.6.5. Utilidad metodológica**

Se desarrolla un estilo de reciclaje del EPS mediante el aceite extraído de las cascaras de limón con lo cual se podría realizar en un futuro una modificación con valores del elemento disolvente.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipos de investigación**

#### **2.1.1. Enfoque**

El enfoque que se dio para esta investigación es el cuantitativo, el cual según (Sánchez, 2019) El enfoque cuantitativo se caracteriza por su compromiso epistemológico en la búsqueda de la verdad, empleando el método científico como su principal herramienta investigativa. Este enfoque ha demostrado su eficacia en disciplinas consideradas "ciencias duras", al proporcionar una medición precisa de los fenómenos estudiados y una alta capacidad de generalización tanto a nivel individual como comunitario, a través de la formulación de leyes y teorías dentro del marco del modelo hipotético deductivo. Este proceso implica la construcción y deconstrucción constante de la propia ciencia, siguiendo los principios epistemológicos subyacentes a dicho enfoque.

Por ello que esta investigación tiene este enfoque debido a que recopila datos numéricos cuantificables que también son analizados para poder así llegar a las proporciones o relaciones correctas sobre el uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje del poliestireno expandido.

#### **2.1.2. Diseño**

La presente investigación es de diseño experimental según (Llopis, 2018) ya que se va a determinar la observación y experimento, donde las variables van a sufrir pequeñas alteraciones o serán manipuladas, por ello se analizarán los datos que se obtengan de este diseño.



### **2.1.3. Tipo**

Esta investigación se enmarca dentro de tipo explicativo puesto que según (Nieto, 2018) indica que es una investigación mucho más compleja que la descriptiva y exploratoria, donde es fundamental el planteamiento de hipótesis, la cual es puesta a prueba mediante métodos no experimentales y experimentales.

Por lo tanto, esta investigación es explicativa porque trabaja sobre las variables, planteándose hipótesis, explicando así un mejor entendimiento de la problemática y posible solución dada.

## **2.2. Población y Muestra**

### **2.2.1. Población**

Según (Arias, Villasís, & Miranda, 2016) La población viene a ser un conjunto limitado o ilimitado de casos, los cuales tienen que cumplir ciertos criterios, por lo que se necesita poner en claro una vez se analice la población. Esta palabra no solo hace referencia a los seres humanos, sino que además puede hablar sobre animales, nosocomios, empresas, objetos, etc. Es fundamental poder determinar la población a analizar ya que al finalizar la investigación va a ser viable la extrapolación del resultado obtenido de dicho análisis.

La presente investigación se tomará una población finita dado que se conoce la cantidad que se requiere para la experimentación y estará constituida por productos como el poliestireno expandido y el aceite esencial de la cascará de limón cuya medida será en kilogramos y mililitros respectivamente, ambos se generan en la ciudad de Lima. Las cantidades recolectadas para el proyecto fueron 5 kilogramos de EPS y para el aceite esencial de cascara de limón fueron 60 mililitros.

### 2.2.2. Muestra

Según (López P. , 2004) se podría definir como una parte de la población donde se llevará la investigación, por lo que, se realizará ciertos métodos para la obtención de componentes los cuales pueden ser las fórmulas, la lógica, en donde se recolectará la información requerida para la investigación.

Para determinar la muestra se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

#### a. Criterio de inclusión

Cada una de las características particulares o significativas que un individuo sujeto a análisis para que este forme parte integral de la investigación (Arias, Villasís, & Miranda, 2016)

#### b. Criterio de exclusión

Tiene relación con las condiciones o atributos que presentan los objetos de estudio y que poseen la capacidad de modificar o influir en los resultados, por lo tanto, son susceptibles de ser considerados en la investigación, ya que podrían impactar en alguna de las variables analizadas. (Arias, Villasís, & Miranda, 2016)

- **Residuo de Poliestireno expandido**

La muestra se adquirió de la recolección que se realizó en las calles de Lima. De lo que se recolectó solo se utilizó 22 gramos para este proyecto.

- **Solvente D-Limoneno de cáscaras de limón**

La muestra se adquirió de la producción de la empresa Artstore. Se pudo emplear el total de 58ml de los 63 ml que venían en doce botellas de 7 ml de muestra del solvente D-Limoneno.

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Técnicas**

Según (Rojas, 2011) las técnicas vienen a ser un conjunto de herramientas las cuales son usadas para la obtención de información, en base a protocolos dados en cada metodología.

Por lo tanto, la técnica que se emplea para la obtención de datos en esta investigación es la técnica cuantitativa y la ya conocida observación experimental que consta de una ficha de observación de campo experimental en donde se podrá ver el proceso de tratamiento para el reciclaje del poliestireno expandido mediante el uso de solvente D-Limoneno por medio de datos específicos.

### **2.3.2. Instrumentos de recolección y análisis de datos**

Los instrumentos que utilizaremos para la recolección de datos son los siguientes formatos.

- Formato 1: Registro de datos del desarrollo que nos permitió anotar cuantitativamente los datos de la recuperación del EPS con el solvente D-Limoneno de cáscaras de limón. (Ver Anexo IV)

Dicho formato ayudó en la recopilación de los resultados que fueron observados durante el proceso de laboratorio para el reciclaje de poliestireno expandido mediante el uso del solvente D-Limoneno.

## **2.4. Procedimiento**

Para desarrollar este estudio se ha utilizado la reacción química que resulta con la solubilización del aceite esencial de la cascara de limón con el polímero del EPS, tomando datos sobre la proporción y tiempo eficaz para el procedimiento.

Para la obtención del aceite esencial de cáscaras de limón se hizo una compra de 9

botellas de 7ml cada una provenientes de Artstore Perú.

Para la adquisición del EPS se realizó una actividad de limpieza de residuos sólidos en la playa de la Costa Verde a la altura del distrito de Magdalena Del Mar.

El reciclaje del poliestireno expandido mediante el aceite esencial de cáscaras de limón se realizó en los laboratorios de la Universidad Privada del Norte.

Este procedimiento se llevó a cabo mediante fases las cuales explican cómo se han obtenido los medios para el reciclaje del poliestireno expandido y la obtención del aceite esencial, como se puede observar en la tabla 1.

**Tabla 1:** *Fases del procedimiento*

<b>FASE 1</b>	<b>FASE 2</b>
Obtención de la materia necesaria para la parte experimental: Compra del aceite esencial de cáscaras de limón y recolección del poliestireno expandido.	Reciclaje del poliestireno expandido mediante el uso del aceite esencial de cáscaras de limón obtenidas en la fase.

Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1. FASE 1: Obtención de la materia necesaria para la parte experimental**

- **Obtención del solvente D-Limoneno**

Este producto se pudo obtener mediante la comercialización de la empresa ARTSORE PERÚ – Centro de aromaterapia en Lima, en donde son especialistas en ventas de aceites esenciales de otros insumos.

**Figura 1:** *Aceite esencial de cascara de limón.*



Fuente: Propia

- **Obtención del poliestireno expandido**

Este material se obtuvo a través de la actividad de limpieza de playa que se realizó en el distrito de Magdalena del Mar así como en las calles, ya que se visualizó pequeñas proporciones de EPS regadas en distintos puntos de la playa por donde se transita a diario

**Figura 2:** *EPS Recolectado de la playa.*



Fuente: Propia

#### 2.4.2. FASE 2: Reducción del poliestireno expandido mediante el uso del aceite esencial de cáscaras de limón obtenidas en la fase:

##### Instrumentos y materiales:

- Balanza analítica Modelo FA2104N. (Ver Anexo VI y VII.)
- Probetas de 25 ml.
- Agitador magnético Modelo MSH-30D, Set. (Ver Anexo VIII y IX.)
- Vasos precipitados de 50 ml.
- Bagueta.

**Figura 3:** *Materiales para la elaboración.*



Fuente: Propia

- **Paso 1:**

Se colocó en un recipiente limpio los pedazos de EPS después de haberse lavado y triturado, en un vaso precipitado se colocó la cantidad exacta de EPS para ser diluido con el aceite.

**Figura 4:** *EPS limpio y triturado.*



Fuente: Propia

- **Paso 2:**

Luego sobre el agitador magnético se colocó el vaso precipitado con los dos materiales dentro, para empezar con la agitación con condiciones de temperatura 75°C y 250 rpm.

**Figura 5:** *Método de dilución con el agitador magnético*



Fuente: Propia

•**Paso 3:**

Con ayuda de la bagueta se interviene en la actividad para mejorar el proceso de dilución, para finalmente tener el producto final.

**Figura 6:** *Muestra del resultado de la mezcla de los productos*



Fuente: Propia

A continuación, se muestra las proporciones de los datos propuestos para el desarrollo de reciclaje del EPS.

**Tabla 2:** *Proporciones de reciclaje del poliestireno expandido mediante el uso del aceite esencial de cascaras de limón.*

<b>MUESTRAS</b>	<b>ENSAYO N°</b>	<b>PROPORCIÓN PESO (EPS/ACEITE)</b>
<b>M1</b>	M1X	1/5
	M1Y	1/5
<b>M2</b>	M2X	1/1
	M2Y	1/1
<b>M3</b>	M3X	1/3
	M3Y	1/3

Fuente: Elaboración propia.

Para la decisión de estos datos se tuvo en consideración a un par de autores viendo



que sus medidas optimas de disolución en sus investigaciones, la cual fue 1:1 (mg de EPS/

ml de aceite esencial de cascara de naranja con condiciones de 75°C y 250 rpm para (Lozada, 2017) dado que en sus resultados fue la única proporción que en la mezcla recuperada presentó una buena degradación por lo que no generó residuos de aceite ni de poliestireno, y para (Cornejo, 2020) fue la proporción de 1:5 y con las condiciones de 21°C y 150 rpm debido a que los resultados tenía las características y los datos de secado, tiempo de disolución y densidad que buscaba para el proyecto de llegar a una semejanza con un barniz convencional. Adicionalmente decidimos tratar con una proporción que en ninguna de las dos investigaciones se había propuesto la cual fue 1:3.

### 2.5. Validez y confiabilidad de información

Para poder dar conformidad y confiabilidad de los instrumentos, se tuvo que contar con el apoyo de 3 expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental como se puede observar en la Tabla 3, los cuales brindarán sus opiniones al respecto.

**Tabla 3:** *Validación de confiabilidad por especialistas en el tema.*

APELLIDOS Y NOMBRES	VERIFICACIÓN	VALORACIÓN (%)
Cornejo Velarde, Julio Fernando	Ver Anexo X	90%
Villavicencio Arce, Cesar Eduardo	Ver Anexo XI	93.5%
Cornejo Ecurra, Darwin Werner	Ver Anexo XII	93%

Fuente: Elaboración propia

**Especialista 1:**

Apellidos y Nombres: Cornejo Velarde, Julio Fernando

Grado Académico: Ingeniero Ambiental

N° de colegiatura: 269083

**Especialista 2:**

Apellidos y Nombres: Villavicencio Arce, Cesar Eduardo

Grado Académico: Ingeniero Ambiental

N° de colegiatura: 150830

**Especialista 3:**

Apellidos y Nombres: Cornejo Ecurra, Darwin Werner

Grado Académico: Ingeniero Ambiental

N° de colegiatura: 224150

**2.6. Análisis de la información**

Para el análisis y comparación de información hemos utilizado el paquete de Office por Microsoft Excel con la versión de 1808 del paquete de Microsoft Office Professional Plus 2019.

**2.7. Aspectos éticos de la investigación**

Se ha citado a todas las fuentes las cuales han sido consultadas y tomadas en cuenta para la realización de este tema de tesis, también contamos con la autorización de la institución para poder coleccionar información si así fuera necesario, por lo que está solo será usada con fines académicos, aplicando el ya conocido método científico.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Resultado de Análisis

Objetivo General: Usar el solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido en Lima 2022

H0: Es factible el uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para reciclar el poliestireno expandido en Lima 2022.

A continuación, se detallará los resultados obtenidos en el laboratorio que se aplicó a las hipótesis formuladas para comprobarlo.

Se podrá observar en la tabla 4 la relación g/ml de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscaras de limón obtenidas en el proceso de experimentación.

**Tabla 4:** Mezcla recuperada en el reciclaje del poliestireno expandido.

MUESTRAS	ENSAYOS N°	POLIESTIRENO (EPS) (g)	ACEITE DE CÁSCARAS DE LIMÓN (ml)	ACEITE DE CÁSCARAS DE LIMÓN (g)	Peso de la mezcla (g)	Mezcla recuperada (g)
<b>M1</b>	M1X	3	15	15	18	12.3552
	M1Y	3	15	15	18	13.7227
<b>M2</b>	M2X	5	5	5	10	9.2501
	M2Y	5	5	5	10	8.9086
<b>M3</b>	M3X	3	9	9	12	11.976
	M3Y	3	9	9	12	11.893

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se puede visualizar la cantidad de la mezcla recuperada para ambas muestras y ensayos en gramos, para la M1X es de 12.36g, M1Y es de 13.72g, M2X es de 9.25g, M2Y es de 8.90g, M3X 11.976g y M3Y es de 11.893 con diferentes pesos la muestra 1, 2 y 3 respectivamente.

Objetivo específico 1: Obtener la proporción adecuada de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido en Lima 2022

H0: La proporción de solvente D-Limoneno es equivalente al 1:5 para el reciclaje de poliestireno expandido.

**Tabla 5:** Pesos de las muestras del EPS y el aceite esencial

<b>MUESTRAS</b>	<b>ENSAYO N°</b>	<b>POLIESTIRENO (EPS) (g)</b>	<b>ACEITE DE CÁSCARAS DE LIMON (ml)</b>	<b>PROPORCION PESO (EPS/ACEITE)</b>
<b>M1</b>	M1X	3	15	1/5
	M1Y	3	15	1/5
<b>M2</b>	M2X	5	5	1/1
	M2Y	5	5	1/1
<b>M3</b>	M3X	3	9	1/3
	M3Y	3	9	1/3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede observar los pesos que se usaron para la reducción del poliestireno expandido. Se realizó 3 muestras la cual cada una tuvo 2 ensayos correspondientemente, dando como mejor resultado la relación idónea de 1/5 para el reciclaje de poliestireno expandido por la comparativa del resultado de la muestra recuperada en vista de que la reducción de la muestra recuperada fue mayor que la que se obtuvo con la relación de 1/1 y 1/3.

Objetivo específico 2: Contabilizar el tiempo del tratamiento usando el solvente D-Limoneno para el reciclaje de poliestireno expandido en Lima 2022.

H0: El tiempo que se da el tratamiento de reciclaje de poliestireno expandido con solvente D-Limoneno está entre 2 y 15 minutos.

**Tabla 6:** *Proporciones y datos de tiempo, RPM y temperatura en el proceso de reciclaje de poliestireno expandido.*

MUESTRAS	ENSAYO N°	POLIESTIRENO (EPS) (g)	ACEITE DE CÁSCARAS DE LIMON (ml)	T (C°)	RP M	TIEMPO (min)	PROPORCIÓN PESO (EPS/ACEITE)
M1	M1X	3	15	75	250	2.08	1/5
	M1Y	3	15	75	250	2.38	1/5
M2	M2X	5	5	75	250	12.17	1/1
	M2Y	5	5	75	250	10.58	1/1
M3	M3X	3	9	75	250	4.25	1/3
	M3Y	3	9	75	250	4.47	1/3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se detalla que la temperatura usada es de 75°C para las 3 muestras y números de ensayo, así como también el tiempo varía para dichas muestras, por lo que para las dos primeras hay un tiempo de variación de 0.30 segundos, para las dos segundas hubo una diferencia de 1.59 segundos y para las últimas dos en 0.22 segundos. Finalmente teniendo en cuenta los tres mejores tiempos que son el de M1X, M2Y y M3X contamos con una desigualdad de 8.5 del primero al segundo, de 6.33 del segundo al tercero y de la primera muestra a la última es de 2.17, esto es debido a las proporciones.

Objetivo específico 3: Propuesta de uso de la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria.

H0: Se puede usar la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria

Según los autores como Julio Cornejo (Cornejo, 2020) o Diana Avellaneda (Avellaneda, 2017) mencionados en los antecedentes, es factible el uso de la mezcla recuperada como producto sellador o protección para diversos materiales como maderas actuando como una capa protectora para minimizar su deterioro con el pasar del tiempo. En la presente investigación no se pudo realizar las experimentaciones correspondientes para comprobar dicha hipótesis debido a diversas limitaciones con la que se encontró en el transcurso de su realización.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Para (Lozada, 2017), en su tesis "Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de naranja, Lima 2017", la cantidad ideal que se recuperó en su cuarta muestra fue en el primer ensayo con 19.5533 gramos con la proporción de 1:1, con pesos de 10 gramos de EPS por 10 gramos de aceite, y con la proporción de 1:5 con pesos de 6 gramos de EPS por 30 gramos de aceite tuvo un resultado de la mezcla en 16.1588 gramos como mejor peso de los 3 ensayos. En nuestro trabajo de investigación se realizó con las mismas proporciones; sin embargo, nuestros resultados, con respecto al peso de la mezcla, fueron distintos, ya que, en el primer ensayo de la primera muestra de proporción en 1:5 con pesos de 3 gramos de EPS por 15 gramos de aceite esencial de limón se obtuvo un peso de 12.3552, por otro lado, con la proporción de 1:1 con pesos de 5 gramos de EPS por 5 gramos de aceite nos resultó 8.9086 gramos de mezcla recuperada. Con esto se pudo corroborar que la proporción 1:5 es más óptima para el reciclaje del poliestireno expandido a diferencia de la proporción 1:1 debido a que hubo presencia del EPS al término del proceso, defiriendo así con el resultado del autor en mención.

En la investigación, (Juan De Dios, 2022), "Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación de poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio", nos muestra que realizó unas nueve muestras de 2 repeticiones, teniendo como proporción más idónea para lograr el proceso de reciclaje en poliestireno expandido/aceite esencial de naranja la de 4:7 utilizando una temperatura de 25°C y una velocidad de agitación de 250 rpm. En la presente investigación se optó por utilizar las mismas condiciones de agitación y temperatura para el proceso de disolución con el aceite esencial de cascara de limón y el EPS, y la proporción más conveniente fue la de 1:5

siendo la muestra M1, ya que, en la proporción de 1:1 todavía se observaban pedazos del EPS sin degradarse como se ve en la figura 6.

En el trabajo, (Cornejo, 2020), menciona que el tiempo más óptimo para su proceso fue la de 24.2 minutos, para una proporción 1:5. En esta investigación los mejores tiempos estuvieron en los ensayos de la primera muestra, el primer ensayo con un tiempo de 2.08 minutos, siendo el mejor, y el segundo con 2.38 minutos, con una proporción de 1:5. La diferencia de tiempos del experimento realizado por Cornejo y el de esta tesis se debe a la cantidad usada de aceite esencial y EPS, la cual a través del proceso de agitación ayudó considerablemente en el reciclaje del poliestireno expandido.

**Limitaciones:** Durante el trayecto de nuestro desarrollo de tesis se tuvo ciertas restricciones que generaron retrasos para la realización del proyecto, uno de los más graves fue la gestión para la habilitación del laboratorio, que requeríamos para generar los resultados expuestos en la presente, debido a los horarios y tiempos limitados que presentan por las fechas en las que solicito. Por otro lado, la obtención del aceite fue una limitación temporal debido a que demanda mucho tiempo para realizar el proceso de extracción, y realizarlo mediante un laboratorio sobrepasaba nuestro presupuesto, por lo que se optó por comprar dicho aceite. Para la recolección de EPS, tuvimos que exponernos a terceros debido a que se recolecto en la zona baja de magdalena, zona en la cual pudimos observar a gente de mal vivir y tuvimos que sobrellevar situaciones tensas con estas personas; sin embargo, no hubo ninguna situación que nos haya perjudicado.

Por otro lado, el motivo limitante de la propuesta con el producto final fue el factor económico, ya que para realizar las comparaciones de la mezcla recuperada frente a los selladores convencionales y/o industrializados se requiere uso de laboratorios con instrumentos mucho más sofisticados, los cuales no cuenta nuestra casa de estudio y se

necesitaba cierto monto monetario para poder asistir a otros laboratorios con mejor tecnología. La otra limitación que se manifestó y por la que no se pudo ejecutar fue el limitante tiempo que se contaba.

## **4.2. Conclusiones**

### **Conclusión general**

En general, esta tesis buscó el poder usar el solvente D-Limoneno como tratamiento para reciclar el poliestireno expandido, en donde se demostró que sí es óptimo el tratamiento de EPS en condiciones adecuadas y con las proporciones idóneas, gracias al componente d-limoneno extraído de las cáscaras de limón.

### **Conclusión específica 1**

Se evaluó la proporción adecuada de aceite esencial de cáscara de limón para el reciclaje de poliestireno expandido, concluyendo que las medidas adecuadas son de 1/5 peso/volumen con 250 RPM y 75°C, debido a que se pudo evidenciar que no había residuos de poliestireno expandido al realizar el proceso de mezclado, caso contrario ocurrió con la proporción de 1:1 y en el 1:3 peso/volumen, aquí se pudo observar la presencia de residuo de EPS, en la tercera muestra no se veía tantos residuos como en la segunda muestra.

### **Conclusión específica 2**

En la siguiente tesis de investigación se tuvo que contabilizar el tiempo en el proceso de tratamiento para la reducción del poliestireno expandido usando el solvente D-Limoneno, dando como resultado que se recicla el EPS en 2.08 minutos en la muestra M1X, tomando la proporción 1/5, concluyendo que dicha proporción es la más óptima de la experimentación realizada.



### **Conclusión específica 3**

En vista a los antecedentes citados por Julio Cornejo y Diana Avellaneda, se establece la viabilidad de emplear la mezcla recuperada como un agente sellador o protector para una amplia gama de materiales, como la madera, con el fin de mitigar su deterioro a largo tiempo. Se puede concluir que se sugiere la necesidad de futuras investigaciones que aborden la efectividad de la mezcla recuperada como un recurso de protección de materiales o cualquier otra función, lo que podría tener importantes implicaciones en términos de sostenibilidad y conservación de recursos.

## REFERENCIAS

- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista alergia México*, 63(2), 201-206. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Avellaneda, D. (2017). *EVALUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE UN RECUBRIMIENTO CON RESINA A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO A NIVEL LABORATORIO*. BOGOTÁ.
- Bahl et al, S. (2020). *Biodegradación de plásticos: una revisión de vanguardia*.
- BARDALES HUAMAN, M., & FARFAN CHAUPIS, M. (2018). "*DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES MAYORITARIOS DEL ACEITE ESENCIAL DEL CEDRÓN (Aloysia triphylla) MEDIANTE DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR*". Callao, Peru.
- C., G. E. (2020). Preparation of a Composite Material from Palm Oil Fiber and an Ecological Emulsion of Expanded Polystyrene Post-Consumption. *Revista Facultad de Ingeniería*, 29-54.
- Caamal, J. (2018). *Obtención de un látex a base de poliestireno expandido/acrilatos evaluado en un papel Kraft*. Mexico.
- Carrillo, J. (2008). *APROVECHAMIENTO DE NUEVOS PRODUCTOS EN BASE A POLIESTIRENO EXPANDIDO RECUPERADO*.
- Carrillo, J., Caamal, J., Couoh, J., Gamboa, R., & Cruz, R. (2014). *APROVECHAMIENTO DE NUEVOS PRODUCTOS EN BASE A POLIESTIRENO EXPANDIDO RECUPERADO*.
- Carutti, M., & Fernando, N. (2004). *INTRODUCCIÓN A LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN*.
- Cerpa, M. G. (2007). *HIDRODESTILACION DE ACEITES ESENCIALES: MODELADO Y CARACTERIZACION*.

Cerutti, M., & Neumayer, F. (2004). *INTRODUCCIÓN A LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN*.

Choccelahua, J & Coveñas, C. (2020). Influencia del poliestireno expandido de un concreto celular en la utilización de elementos estructurales, Lima, 2020. Repositorio UCV.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56853>

Congreso de la República. (2018). *Ley N° 30884*.

Cornejo, J. (2020). *Elaboración de barniz ecológico a partir de aceite esencial de residuo de cáscara de naranja y residuo de poliestireno expandido, Lima, 2019*. LIMA.

Couto, I., & Hernández, A. (2012). Participación y rendimiento de la iniciativa privada en la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la frontera México-Estados Unidos. *Gestión y Política Pública*, XXI(1), 215-261.

Delgado, A. (2018). *El tecnopor: la amenaza invisible*.

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de Investigación. UNISDG.

Gomez, Mayra y Ramirez Luis. (2021). *Reducción del poliestireno expandido utilizando solvente natural, su caracterización y aplicación en la industria de productos de recubrimiento*. El salvador.

Granda Ramirez, C. f., Jiménez Rojas, E., Pulgarín Penagos, S., Vásquez Tuberquia, M. A.,

Gómez Jaramillo, C., & Hincapié Mejía, G. (s.f.). *Extracción por hidrodestilación y uso de solventes verdes (D-Limoneno) en la reducción del volumen de poliestireno expandido*. Antioquia: Nuevo Panorama de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10847/NuevoPanorama.pdf?sequence=1#page=227>

Herbert F, L. (1996). *Manual McGraw Hill de reciclaje*. McGraw Hill Madrid.

ltd, R. and M. (2022). Expanded Polystyrene (EPS) Market by Product Type (White, Grey,

- Black), End-use Industry (Building & Construction, Packaging, Others), and Region (Asia Pacific, Europe, North America, Middle East & Africa, South America)—Global Forecast to 2023. Recuperado 4 de febrero de 2022, de <https://www.researchandmarkets.com/reports/4663565/expandedpolystyrene-eps-market-by-product-type>
- Jímenez, E. (2022). *Uso de un solvente verde para la reducción del volumen del poliestireno expandido en un establecimiento educativo*. Antioquia.
- Juan De Dios, V. (2022). *Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022*. LIMA.
- Kumar, S., & Kumar, D. (2022). *Convirtiendo residuos de poliestireno expandido en agregados livianos: Hacia una industria de la construcción sustentable*.
- Lanzetta, M. (2021). *Los desafíos del cambio climático en grandes metrópolis latinoamericanas*.
- López Mejía, I. J. (2020). *Eficacia de la Ley 30884 que regula los plásticos de un solo uso en el mercado San José, Jesús María - 2020*. Jesus Maria, Lima.
- López, Pedro Luis. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. Punto Cero, 09(08), 69-74. Recuperado en 06 de noviembre de 2023, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&tlng=es).
- Lopez, T. M. (2004). *Los aceites esenciales*.
- Lozada, S. (2017). *RECUPERACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) CON ACEITE ESENCIAL DE NARANJA, LIMA 2017*. LIMA.
- MINAM. (2012). *GLOSARIO DE TÉRMINOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL PERUANA*. Lima.
- Ministerio de Producción. (2012). *PRODUCCIÓN DE LAS INDUSTRIAS DE CAUCHO Y PLÁSTICO, MINERALES NO METÁLICOS Y METALES COMUNES, 2007 - 2012*.

- Ministerio del Ambiente . (2013). *Cuarto Informe Nacional de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales*. Lima.
- MINAM. (2018). Gestión de Residuos Sólidos. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente . Retrieved from <https://www.gob.pe/minam>
- Montoya, G. (2010). ACEITES ESENCIALES: Una Alternativa de Diversificación.
- NEIRA CANGRE, P. A., & ROJAS GUTIERREZ, M. B. (2018). *ELABORACIÓN DE UN DESENGRASANTE BIODEGRADABLE A BASE DE D-LIMONENO PRESENTE EN EL ACEITE EXTRAÍDO DE CASCARA DE NARANJA (CITRUS SINENSIS OSBECK)*. Callao.
- Nina, S. (2016). *Determinación de las características de adherencia en el poliestireno expandido en losas aligeradas en la ciudad de Puno*. Puno.
- ONU. (2018). *Plásticos de un solo uso: una hoja de ruta para la sostenibilidad*.
- Orihuela, J. C. (2018). *UN ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ Y SUS DETERMINANTES*.
- Ortuño, M. F. (2006). *Aceites esenciales, aromas y perfumes*.
- Pacaya, J. (2021). *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y CÁSCARA DE NARANJA PARA ELABORAR UN BARNIZ ECOLÓGICO PARA MADERA EN IQUITOS 2021*.
- Pardo, Ingrid y León J. (2021). *Efecto de la concentración y temperatura en la disolución de poliestireno expandido usando solventes naturales*.
- Rojas, I. (2011) ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN: UNA PROPUESTA DE DEFINICIONES Y PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. *Redalyc*, 12, 276-297
- Salazar, F., & Anselmo, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 101-122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

SOLO APROVECHAMOS EL 1% DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS  
QUE GENERAMOS. (n.d.). COMEXPERU - Sociedad De Comercio Exterior Del  
Perú. [https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20del,municipales%20\(RSM\)%5B1%5D](https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20del,municipales%20(RSM)%5B1%5D).

Téllez, A. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de la política pública en Bogotá*.

Valdés Rodríguez, Ofelia. (2021). Poliestireno expandido: un estudio bibliométrico para comparar sus avances e investigaciones en los idiomas español e inglés. 13. 62-82.

VEGA, R. (2019). “*ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE ACEITES ESENCIALES OBTENIDOS POR DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DIFERENTES DE TRES ESPECIES VEGETALES MEDICINALES PERUANAS FRENTE A Streptococcus pneumoniae*”. LIMA – PERÚ.

## ANEXOS

### Anexo I

### Matriz de consistencia

#### TÍTULO: “USO DEL SOLVENTE D-LIMONENO COMO TRATAMIENTO PARA EL RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2022”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables								
<p><b>Problema general</b> ¿Cómo se reciclará el poliestireno expandido mediante el uso de aceite esencial de cáscaras de limón en Lima 2022?</p> <p><b>Problemas específicos</b> 1) ¿Cuál será la relación adecuada de aceite esencial de cáscara de limón para el reciclaje de poliestireno expandido en Lima 2022?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Usar el solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Es factible el uso de solvente D-Limoneno como tratamiento para reciclar el poliestireno expandido, 2022.</p>	Variable X: Reciclaje de poliestireno expandido								
	<p><b>Objetivos específicos</b> Obtener la proporción adecuada de solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022. Contabilizar el tiempo del tratamiento usando el solvente D-Limoneno para el reciclaje de poliestireno expandido, 2022. Propuesta de uso de la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b> La proporción de solvente D-Limoneno es equivalente al 1:5 para el reciclaje de poliestireno expandido. H0: El tiempo que se da el tratamiento de reciclaje de poliestireno expandido con solvente D-Limoneno está entre 2 y 15 minutos. H0: Se puede usar la mezcla recuperada como producto alternativo en la industria.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cantidad de poliestireno expandido entrante y saliente</td> <td>Peso</td> </tr> <tr> <td>Reciclaje del poliestireno expando</td> <td>Tiempo</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Cantidad de poliestireno expandido entrante y saliente	Peso	Reciclaje del poliestireno expando	Tiempo	Variable Y: Uso de aceite esencial de cáscaras de naranja	
Dimensiones	Indicadores										
Cantidad de poliestireno expandido entrante y saliente	Peso										
Reciclaje del poliestireno expando	Tiempo										
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cantidad de aceite esencial de cáscaras de limón</td> <td>Peso</td> </tr> <tr> <td>Relación y/o proporción de aceite esencial usado</td> <td>Peso</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Cantidad de aceite esencial de cáscaras de limón	Peso	Relación y/o proporción de aceite esencial usado	Peso		
Dimensiones	Indicadores										
Cantidad de aceite esencial de cáscaras de limón	Peso										
Relación y/o proporción de aceite esencial usado	Peso										

**Anexo II**

“USO DEL SOLVENTE D-LIMONENO COMO TRATAMIENTO PARA EL RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LIMA, 2022”

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas / Instrumentos	Escala de medición
Reciclaje de Poliestireno Expandido	Proceso por el cual se reaprovecha los recipientes hechos a base de EPS para la obtención de nuevos artículos. (Reciclado de Poliestireno, 2018)	Se prepara el material hecho a base de EPS moléndolo para que así su dilución sea mucho más sencilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de poliestireno expandido entrante y</li> <li>- Reciclaje del poliestireno expando</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso</li> <li>• Tiempo</li> <li>• Velocidad</li> </ul>	Ficha de observación de campo experimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gramos</li> <li>• Minutos</li> <li>• RPM</li> </ul>
Uso de aceite esencial de cáscaras de naranja	Sustancias aromáticas naturales las cuales se obtenidas de las fragancias de las flores y otros órganos vegetales, se le denomina así a las que se obtienen mediante arrastre en corriente de vapor de agua o por expresión del pericarpio en el caso de los cítricos. (Lopez, 2004)	La obtención del aceite esencial de residuos de cáscaras de limón se dará mediante arrastre en corriente de vapor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de cáscaras de limón</li> <li>- Cantidad de aceite esencial de cáscaras de limón</li> <li>- Relación y/o proporción de aceite esencial usado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso</li> <li>• Peso</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gramos</li> <li>• Gramos</li> </ul>



### Anexo III

### “USO DEL SOLVENTE D-LIMONENO COMO TRATAMIENTO PARA EL RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LIMA, 2022”

RV: [Original] 14% de similitud - n00042797@upn.pe

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento. Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento analizado se encuentren en las fuentes identificadas. Es al corrector mismo de determinar la presencia cierta de plagio o falta de rigor averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento original.

Haga clic para acceder al análisis:

<https://secure.arkund.com/view/141176297-100792-409285>

Haga clic para descargar el documento entregado:

<https://secure.ouriginal.com/archive/download/148108573-396137-650941>

### UN PROBLEMA CON UN DOCUMENTO? ###

Un documento duplicado?

Un análisis llevando metadatos?

Un análisis inaccesible?

-> Escribir a nuestro equipo soporte para que la incidencia este resuelta lo antes posible.

-> Informar el equipo de la referencia de cada documento implicado [DXXXXXX].

Contactos de nuestro equipo soporte:

support@ouriginal.com / +46 8 738 52 10

Buenos éxitos para sus estudiantes y suerte para usted.

El equipo Ouriginal

### Anexo IV

MUESTRAS	ENSAYO N°	POLIESTIRENO (EPS) (g)	ACEITE DE LIMON (ml)	PROPORCION PESO (EPS/ACEITE)	TIEMPO PROMEDIO O (SEG)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
M1	M1X					
	M1Y					
M2	M2X					
	M2Y					
M3	M2X					
	M2Y					

## Anexo v

The screenshot shows the Artstore website interface. At the top, there is a navigation menu with links for INICIO, CATEGORIAS, TALLERES, PRENSA, and BLOG. On the right side, there are links for INGRESAR / REGISTRAR, a shopping cart icon, and a currency indicator showing 5/0.00. The main content area is divided into three columns. The left column has a heading "¿CÓMO SE OBTIENEN LOS ACEITES ESENCIALES?" followed by text explaining the distillation process and the use of an alambique. The middle column has a heading "¿CÓMO UTILIZAR LOS ACEITES ESENCIALES?". The right column has a heading "¿CÓMO CONSERVAR LOS ACEITES ESENCIALES?" followed by a list of safety instructions. At the bottom of the page, there is a cookie consent message and a WhatsApp chat icon.

ARTSTORE

INICIO CATEGORIAS TALLERES PRENSA BLOG

INGRESAR / REGISTRAR 5/0.00

distintas zonas del cerebro.

### ¿CÓMO SE OBTIENEN LOS ACEITES ESENCIALES?

La destilación por vapor de agua, o arrastre por vapor de agua, es la técnica más habitual para obtener aceites esenciales. Es la única técnica autorizada por la Farmacopea Europea, junto con el prensado en frío para extraer aceites esenciales de las cáscaras de los cítricos.

El alambique fue inventado por los Faraones y perfeccionado por la civilización árabe. Consiste en general en una cuba de metal inerte como el cobre o el acero inoxidable, con un tamiz en el fondo para que las plantas no entren en contacto directo con el agua. El vapor generado atraviesa la planta y extrae las microgotas del aceite esencial.

Este vapor de agua aromático se enfría en un serpentín mediante un circuito de agua fría. A la salida del serpentín, se obtiene una mezcla de agua aromática y aceite esencial.

El aceite esencial, de menor densidad que el agua, flota, lo que permite recuperarlo por la diferencia de densidad mediante un vaso florentino o esenciero. El aceite esencial se separa del agua de destilación, el hidrolato (también llamado agua floral para las flores).

### ¿CÓMO UTILIZAR LOS ACEITES ESENCIALES?

### ¿CÓMO CONSERVAR LOS ACEITES ESENCIALES?


- Algunos AE producen irritación de la piel y las mucosas. Se debe tener en cuenta la agresividad de los fenoles y de los aldehídos para la piel y las mucosas. Elegir los excipientes adaptados y las concentraciones adecuadas.
- Antes de usar se aconseja comprobar la tolerancia a los AE por medio de una prueba sobre la piel (aplicar sobre el interior de la muñeca).
- En caso de contacto con los ojos limpiar urgentemente el aceite con un algodón empapado en aceite vegetal puro o verter varias gotas de este aceite vegetal puro sobre el globo ocular.
- Las zonas anogenitales, las vías auricular, nasal e intravenosa no deben ser nunca objeto de aplicación de AE puros.
- En caso de ingestión accidental, ingerir aceite vegetal (de 1 a 3 cucharadas soperas), no provocar el vómito. No beber nunca agua.
- Todos los aceites esenciales de cítricos son fotosensibilizantes. No exponerse al sol durante las 12 horas siguientes a la aplicación o ingestión.
- El aceite esencial de menta piperita no debe aplicarse nunca sobre una zona cutánea amplia (reacción de frío).
- Es indispensable un control médico para todos los pacientes con patologías de larga duración y para las personas de más edad, pues conviene verificar la ausencia de interacciones entre los AE y los tratamientos en curso.

En caso de ingestión accidental de una cantidad importante de aceite esencial, contacte el centro de toxicología más próximo.

Utilizamos cookies para mejorar su experiencia en nuestro sitio web. Al navegar por este sitio web, acepta nuestro uso de cookies.

<https://www.artstoreperu.com/tienda/aceite-esencial-de-limon/>

Anexo VI



**DETECSO S.A.C.**  
FUTURE TECHNOLOGY

Fecha de emisión: 29/03/2023

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-094-2023**

**AGITADOR MAGNÉTICO CON CALENTADOR**

1. **Solicitante** : Universidad Privada del Norte S.A.C.  
**Dirección** : Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima
  
2. **EQUIPO**  
**Marca** : DAIHAN SCIENTIFIC                      **Rango** : 1500rpm; 380°C  
**Modelo** : MSH-30D                                      **Resolución** : 5rpm; 0.1°C  
**N° de serie** : 0402196165F008                      **Procedencia** : No indica  
**Cód. Identificación** : 6-014449                      **Indicación** : Digital  
**Ubicación** : Laboratorio de Química              **Orden de compra** : PER03-0000083663
  
3. **Lugar de la Calibración** : Laboratorio de Química en las instalaciones de UPN sede Breña.
  
4. **Fecha de calibración** : 18-03-2023
  
5. **Método de calibración**  
 La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones certificados trazables a DM INACAL.
  
6. **Trazabilidad**



Patrón	Código(*)	Marca	Certificado	Trazabilidad
Tacómetro digital	LT-01	UNI-T	001-2023-CX	INACAL
Termómetro digital	LTH-01	YOWEXA	LT-026-2023	INACAL
Termohigrómetro digital	LTH-02	No indica	051-2023-CT	INACAL

(\*) Identificación asignada por Detecso S.A.C., grabada en una etiqueta adherida a la superficie del instrumento.
  
7. **Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental (°C)	18.6	18.9
Temperatura Relativa (% HR)	54	55
  
8. **Resultados**

Indicación del equipo (rpm)	Frecuencia		
	Corrección (rpm)	F.C.V.* (rpm)	Incertidumbre (rpm)
200	2.96	202.96	0.05
600	3.05	603.05	0.05
1,000	3.2	1003.2	0.4

Donde:  
 F.C.V.\*: Frecuencia convencionalmente verdadera = Indicación del Agitador magnético + Corrección

**William Robinson Tejada Benites**  
Jefe de Laboratorio

Jr. Fray Martín de Porras 141, Comas, Lima; Telf: 1 6530135; web: www.detcso.com.pe  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE DETECSO SAC



Fecha de emisión: 29/03/2023

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-094-2023

Temperatura			
Indicación del equipo (°C)	Corrección (°C)	T.C.V.* (°C)	Incertidumbre (°C)
48.0	0.52	48.52	0.02
64.0	0.80	64.80	0.02
80.0	0.27	80.27	0.02

Donde:

T.C.V.\*: Temperatura convencionalmente verdadera = Indicación del Agitador magnético + Corrección

La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.

**9. Observaciones**

- El equipo se encuentra en óptimas condiciones.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



**William Robinson Tejada Benites**  
Jefe de Laboratorio



**Anexo VII**



**DETECSO S.A.C.**  
FUTURE TECHNOLOGY

Fecha de emisión: 29/03/2023

---

**Informe de mantenimiento preventivo: AGITADOR MAGNÉTICO CON CALENTADOR**

**INFDSO-0460-2023**

**DATOS DE LA EMPRESA**

Empresa : Universidad Privada del Norte S.A.C.  
 Dirección : Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima

**DATOS DEL EQUIPO**

Marca : DAIHAN SCIENTIFIC	Cód. Identificación : 8-014449
Modelo : MSH-30D	Rango : 1500rpm; 380°C
N° de serie : 0402196165F008	Resolución : 5rpm; 0.1°C
Ubicación : Laboratorio de Química	Orden de compra : PER03-0000083663

**Fecha y lugar del servicio realizado:**  
 El servicio de mantenimiento preventivo se realizó en las instalaciones de UPN sede Breña el 18-03-2023.

**Estado del equipo:**

Componentes del equipo	Estado Inicial	Estado Final
Display	Adhesión de polvo	Operativo
Switch On/Off	Adhesión de polvo	Operativo
Perilla Reguladora (agitación)	Adhesión de polvo	Operativo
Perilla Reguladora (temperatura)	Adhesión de polvo	Óptimo
Tarjeta electrónica	Adhesión de polvo	Operativo
Sensor de temperatura	Adhesión de polvo	Operativo
Resistencia eléctrica	Adhesión de polvo	Operativo
Imán	Adhesión de polvo	Óptimo
Motor	Adhesión de polvo	Operativo
Platillo	Adhesión de polvo	Óptimo
Cable de alimentación	Adhesión de polvo	Operativo
Carcasa	Adhesión de polvo	Óptimo

**Toma de datos**

Frecuencia		
Indicación del equipo (rpm)	Corrección (rpm)	F.C.V.* (rpm)
1.000	3.2	1003.2
Temperatura		
Indicación del equipo (°C)	Corrección (°C)	T.C.V.* (°C)
80.0	0.27	80.27

*F.C.V. \*: Frecuencia convencionalmente verdadera = Indicación del Agitador magnético + Corrección*  
*T.C.V. \*: Temperatura convencionalmente verdadera = Indicación del Agitador magnético + Corrección*  
 Se utilizó como patrón Tacómetro digital, Marca: UNI-T, Certificado: 001-2023-CX, Trazabilidad: INACAL.  
 Se utilizó como patrón Termómetro digital, Marca: YOWEXA, Certificado: LT-026-2023, Trazabilidad: INACAL.

**Procedimientos realizados:**

- Desmontaje del equipo.
- Limpieza interna y externa general del equipo.
- Inspección general de la placa electrónica.
- Testeo de la línea de entrada.
- Montaje del equipo.
- Test de operatividad.
- Toma de datos.

**Conclusiones y recomendaciones:**

- El equipo se encuentra operativo.
- Se recomienda proteger el equipo del polvo y la humedad.
- La periodicidad del mantenimiento debe estar en función del uso y conservación del equipo.

**Se emite el presente informe para los fines que la institución estime conveniente.**

  
**Fredy Huachaca Pedraza**  
 Jefe de Mantenimiento



---

J: Foy Martín de Porras 141, Comas, Lima; Telf: 1 6530135; web: www.detecco.com.pe  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE DETECSO SAC

## Anexo VIII

	<b>DETECSO S.A.C.</b> FUTURE TECHNOLOGY	Fecha de emisión: 25/03/2023 Pág. 1 de 3	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LM-045-2023</b>			
<b>BALANZA ANALÍTICA</b>			
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>			
Cliente:	: Universidad Privada del Norte SAC		
Dirección:	: Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima		
<b>INFORMACIÓN DEL INSTRUMENTO</b>			
Marca	: OHAUS	Capacidad Máxima (Max)	: 220 g
Modelo	: PA224	Cap. Mínima (Min)	: 0.0001 g
Número de Serie	: B444194995	División de escala real (d)	: 0.0001 g
Código de ident.	: 6-005685	División de verificación de escala (e)	: 0.0001 g
Ubicación	: Laboratorio Multifunción 1		
<b>INFORMACIÓN DEL SERVICIO</b>			
Orden de Trabajo:	: PER03-000083663		
Lugar de Calibración:	: Laboratorio Multifunción 1 en las instalaciones de UPN sede Breña		
Fecha de Calibración:	: 17/03/2023		
<b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN</b>			
"La calibración se realizó por comparación directa con patrones certificados"			
<b>DECLARACIÓN</b>			
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de incertidumbres en la medición". El valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente el 95%. Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. <b>DETECSO S.A.C.</b> No se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración aquí declarados. Los resultados de calibración de este certificado de calibración no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de entidad que lo produce.			
			
William Robinson Tejada Benites Jefe de Laboratorio			
<small>Jr. Fray Martín de Porras 141, Comas, Lima; Telf: 1 6630135; web: www.detecco.com.pe PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE DETECSO SAC</small>			



Fecha de emisión: 25/03/2023  
Pág. 2 de 3

**PATRONES UTILIZADOS**

Patrón de Trabajo	Código	Certificado de Calibración	Trazabilidad
Juego de Pesas de 1mg a 500g (Clase de Exactitud F1)	LM-01	001-2023-CM	INACAL
Termohigrómetro digital	LTH-02	051-2023-CT	INACAL

**INSPECCIÓN VISUAL**

Plataforma:	Tiene	Oscilación libre :	No tiene
Sistema de traba:	No tiene	Escala:	No tiene
Nivelación:	Tiene	Display:	Tiene
Ajuste de cero:	Tiene	Cursor:	No tiene

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura Inicial:	18.0 °C	Humedad Inicial:	55 %
Temperatura Final:	18.4 °C	Humedad Final:	56 %

N° Pesada	Serie 1-Aprox. 50% Máx.			Serie 2-Aprox. 100% Máx.		
	Indicación (g)	ΔL	E (g)	Indicación (g)	ΔL	E (g)
1	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
2	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
3	110.0000	0.0001	0.0001	219.9999	0.0001	0.0000
4	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
5	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
6	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
7	110.0000	0.0001	0.0001	219.9999	0.0001	0.0000
8	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
9	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
10	110.0000	0.0001	0.0001	219.9998	0.0001	-0.0001
Diferencia Máxima Encontrada		0.0000		Diferencia Máxima Encontrada		0.0001
E.M.P		0.0003 g		E.M.P		0.0003 g

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Circulo		Temperatura Inicial:	18.1 °C	Humedad Inicial:	54 %
		Temperatura Final:	18.2 °C	Humedad Final:	54 %

Posición de Carga N°	Determinación del Error en cero (Eo)				Determinación del Error Corregido (Ec)				
	Carga (g)	Indicación (g)	ΔL	Eo (g)	Carga (g)	Indicación (g)	ΔL	E (g)	Ec (g)
1	1.00001	1.0000	0.0001	-0.0001	69.99984	70.0000	0.0001	0.0001	0.0002
2		1.0000	0.0001	-0.0001		70.0000	0.0001	0.0001	0.0002
3		0.9999	0.0001	-0.0002		70.0000	0.0001	0.0001	0.0003
4		1.0000	0.0001	-0.0001		70.0000	0.0001	0.0001	0.0002
5		0.9999	0.0001	-0.0002		70.0000	0.0001	0.0001	0.0003
		E.M.P		0.0003 g					

*William Robinson Tejada Benites*

William Robinson Tejada Benites  
Jefe de laboratorio




**DETECSO S.A.C.**  
 FUTURE TECHNOLOGY

Fecha de emisión: 25/03/2023

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura Inicial:	18.3 °C	Humedad Inicial:	56 %
Temperatura Final:	18.4 °C	Humedad Final:	54 %

Carga (L)	CRECIENTE				DECRECIENTE				Error Máximo Permitido
	Indicación	$\Delta L$	E	Ec	Indicación	$\Delta L$	E	Ec	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	
1.00001	1.0000	0.0001	-0.0001						0.0001 g
17.99988	18.0000	0.0001	0.0001	0.0001	18.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002 g
35.99981	36.0000	0.0001	0.0001	0.0002	36.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003 g
53.99990	54.0001	0.0001	0.0002	0.0002	54.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003 g
71.99983	72.0000	0.0001	0.0001	0.0002	72.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003 g
89.99976	90.0000	0.0001	0.0002	0.0003	90.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0003 g
107.99986	108.0000	0.0001	0.0001	0.0001	108.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003 g
125.99979	125.9999	0.0001	0.0001	0.0001	125.9999	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003 g
141.99974	141.9999	0.0001	0.0001	0.0002	141.9999	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003 g
161.99975	161.9999	0.0001	0.0001	0.0002	161.9999	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003 g
179.99968	179.9999	0.0001	0.0002	0.0002	179.9999	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003 g
197.99962	197.9998	0.0001	0.0001	0.0002	197.9998	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003 g
219.99982	219.9998	0.0001	-0.0001	0.0000	219.9998	0.0001	-0.0001	0.0000	0.0003 g

Donde:

**E.M.P.:** Error Máximo Permitido para balanzas de funcionamiento no automático de clase I  
**L:** Carga colocada sobre la balanza  
**E:** Error encontrado  
**Ec:** Error Corregido  
**Eo:** Error en cero  
 **$\Delta L$ :** Carga agregada

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Lectura Corregida:

$$R_{\text{corregida}} = R + 0.000001258 R$$

Incertidumbre expandida de medición:

$$U_R = 2 \times \sqrt{0.000000003 \text{ g}^2 + 0.083333333333797 R^2}$$


R: Indicación de lectura de balanza: ( g )



 William Robinson Tejada Benites  
 Jefe de Laboratorio




Anexo IX



Fecha de emisión: 25/03/2023

## Informe de mantenimiento preventivo: BALANZA ANALÍTICA

INFDSO-0449-2023

**DATOS DE LA EMPRESA**

**Empresa** : Universidad Privada del Norte SAC  
**Dirección** : Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima

**DATOS DEL EQUIPO**

<b>Marca</b> : OHAUS	<b>Sensibilidad</b> : 0.0001g
<b>Modelo</b> : PA224	<b>Repetibilidad</b> : 0.0001g
<b>N° de serie</b> : B444194995	<b>Alcance de Ind.</b> : 0.0001g a 220g
<b>Código de ident.</b> : 6-005685	<b>Orden de Servicio</b> : PER03-000083663
<b>Ubicación</b> : Laboratorio Multifunción 1	


**Fecha y lugar del servicio realizado:**  
El servicio de mantenimiento preventivo se realizó en las instalaciones de UPN sede Breña el 17-03-2023.

**Estado del equipo:**

Componentes del equipo	Estado inicial	Estado Final
Platillo de medición	Adhesión de polvo	Óptimo
Lunas correderizas (x5)	Adhesión de polvo	Óptimo
Varillas (x4)	Adhesión de polvo	Óptimo
Báscula	Adhesión de polvo	Operativo
Botón On/Off	Operativo	Operativo
Botón para tarar	Operativo	Operativo
Tarjeta electrónica	Operativo	Operativo
Pantalla LCD	Adhesión de polvo	Operativo
Indicador de nivel circular	Operativo	Operativo
Tornillos de nivelación	Óptimo	Óptimo
Ruedas de nivelación	Óptimo	Óptimo
Cargador de alimentación	Operativo	Operativo
Carcasa	Adhesión de polvo	Óptimo

**Toma de datos:**

Carga de referencia (g)	Mediciones (g) 18.4°C
	Ensayo de Carga (PA224) (g)
1.00000	1.0000
53.99990	-54.0001
107.99986	108.0000
161.99975	161.9999
219.99982	219.9998



Test de operatividad (g)



**Procedimientos realizados:**

- Desmontaje del equipo.
- Limpieza interna y externa general del equipo.
- Verificación y limpieza general del sistema electrónico.
- Montaje del equipo.
- Nivelación del equipo.
- Test de operatividad.
- Toma de datos.

**Conclusiones y recomendaciones:**

- El equipo se encuentra operativo.
- Se recomienda proteger el equipo del polvo y la humedad.
- La periodicidad del mantenimiento debe estar en función del uso y conservación del equipo.

**Se emite el presente informe para los fines que la institución estime conveniente.**

**Fredy Huachaca Pedraza**  
Jefe de mantenimiento

J. Frey Martín de Porres 141, Comas, Lima; Tel: 1 6201035, web: www.detecco.com.pe  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE DETECSO SAC

## Anexo X



### INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador : Cornejo Velarde, Julio Fernando
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Ingeniero Ambiental
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Ambiental
- 1.4. Título de la investigación: Uso del solvente D-Limoneno como tratamiento para el reciclaje del poliestireno expandido, 2022
- 1.6. Autor del instrumento: Albis Gamarra, Jesús Fernando Paolo y Huamán Rosario Adrian Vicente

#### II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Este formulado con lenguaje comprensible.											x		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												x	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la												x	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												x	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												x	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												x	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												x	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,												x	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												x	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al												x	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN		90%												

#### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Fecha: 29/11/2022  
 DNI N°: 44673504

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD



JULIO FERNANDO  
 CORNEJO VELARDE  
 Ingeniero Ambiental  
 CIP N° 269063

Firma del experto informante

## Anexo XI



### INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador : VILLAVICENCIO ARCE CESAR EDUARDO
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: INGENIERO AMBIENTAL
- 1.3. Especialidad del validador: TEMAS AMBIENTALES
- 1.4. Título de la investigación: USO DEL SOLVENTE D-LIMONENO COMO TRATAMIENTO PARA EL RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2022
- 1.6. Autor del instrumento: ADRIAN HUAMAN Y FERNANDO ALBIS

#### II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

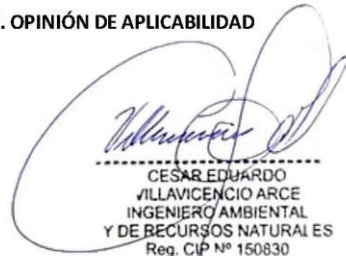
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Este formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al												X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN	93.5%													

#### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- ( ) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado  
(X) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Fecha: 29/11/2022  
DNI N°: 40501483

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD



CESAR EDUARDO  
VILLAVICENCIO ARCE  
INGENIERO AMBIENTAL  
Y DE RECURSOS NATURALES  
Reg. CIP N° 150830

Firma del experto informante

## Anexo XII



### INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador : CORNEJO ESCURRA DARWIN WERNER
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: INGENIERO AMBIENTAL
- 1.3. Especialidad del validador: AUDITORIAS
- 1.4. Título de la investigación: USO DEL SOLVENTE D-LIMONENO COMO TRATAMIENTO PARA EL RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, 2022
- 1.6. Autor del instrumento: ADRIAN HUAMAN Y FERNANDO ALBIS

#### II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Este formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al												X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN		93%												

#### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- ( ) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado  
(X) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Fecha: 29/11/2022  
DNI N°: 47832345

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD



DARWIN WERNER  
CORNEJO ESCURRA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 224150

Firma del experto informante