

Desarrollo de un Impermeabilizante para Paredes Exteriores a Base de Poliestireno Expandido Reciclado

Development of a Waterproofing Agent for Exterior Walls Based on Recycled Expanded Polystyrene



Recibido: 15/12/2024
Aceptado: 18/03/2025

Hernán José Hernández Durán
Universidad de Oriente, El Salvador
Investigador. hhernandez@univo.edu.sv
<https://orcid.org/0000-0003-0344-9770>

Resumen.

La contaminación por plásticos, particularmente el poliestireno expandido (EPS), representa un desafío ambiental global, y El Salvador no es la excepción. El EPS, conocido comúnmente como unicel, es ampliamente utilizado en envases, empaques y utensilios desechables; sin embargo, su inadecuada disposición y lenta degradación generan impactos negativos en los ecosistemas y la salud humana, debido a la ingestión de sus partículas por organismos, como peces, lo que afecta la cadena alimentaria. Este estudio propone el desarrollo de un impermeabilizante para paredes exteriores a partir de EPS reciclado, con el objetivo de transformar un material contaminante en una solución constructiva que reduzca la humedad en edificaciones y la demanda de nuevos recursos, contribuyendo a la mitigación de la contaminación plástica. La investigación, realizada en San Miguel, El Salvador, entre febrero y diciembre de 2024, se centra en identificar los procesos y componentes necesarios para formular un sellador de humedad efectivo. Los resultados preliminares sugieren que esta iniciativa no solo es viable, sino que también tiene el potencial de ser aplicada en diversas localidades, promoviendo la reutilización innovadora del EPS en el marco del desarrollo sostenible.

Palabras claves: Polietileno expandido, contaminación plástica, vasos desechables, platos desechables, unicel.

Abstract

Plastic pollution, particularly expanded polystyrene (EPS), poses a significant global environmental challenge, and El Salvador is no exception. EPS, commonly known as Styrofoam, is widely used in containers, packaging, and disposable utensils; however, its improper disposal and slow degradation have detrimental impacts on ecosystems and human health due to the ingestion of its particles by organisms, such as fish, affecting the food chain. This study proposes the development of a waterproofing agent for exterior walls using recycled EPS, aiming to transform a polluting material into a constructive solution that reduces moisture in buildings and the demand for new resources, thereby contributing to the mitigation of plastic pollution. The research, conducted in San Miguel, El Salvador, from February to December 2024, focuses on identifying the processes and components necessary to formulate an effective moisture sealant. Preliminary results suggest that this initiative is not only feasible but also has the potential to be applied in various locations, promoting the innovative reuse of EPS within the framework of sustainable development.

Keywords: Expanded polystyrene, plastic pollution, disposable cups, disposable plates, Styrofoam.

Introducción

La contaminación por plásticos afecta al planeta, y El Salvador no es la excepción, entre los diferentes plásticos la investigación se centra en el poliestireno expandido (EPS), comúnmente conocido como unicel o corcho blanco, es un material ampliamente utilizado en la producción de envases desechables, como platos y vasos (Rojas, 2023). El poliestireno expandido, es un material creado en 1951 por BASF que se ha convertido en un clásico entre las materias primas de la construcción y el embalaje (Plastics technology, 2024). Sin embargo, su inadecuada disposición y lenta descomposición han resultado en serios impactos negativos en los ecosistemas y en la salud humana. La fragmentación del EPS en partículas más pequeñas puede ser ingerida por organismos acuáticos y terrestres, lo que plantea riesgos significativos para la cadena alimentaria y la salud pública.

Ante este panorama, se propuso desarrollar un impermeabilizante de humedad para paredes exteriores basado en poliestireno expandido (EPS). Este enfoque no solo busca ofrecer una solución constructiva a los problemas de humedad en edificaciones, sino que



también busca transformar un material considerado contaminante en una alternativa eco-amigable. Se plantea que el uso de EPS reciclado en la formulación de selladores de humedad puede contribuir significativamente a reducir la demanda de nuevos recursos y mitigar la contaminación plástica.

Según (Plastics Europe), en 2021, la producción mundial aumentó un 4 %, hasta superar los 390 millones de toneladas, lo que demuestra la fuerte y continua demanda de plásticos.

Y según (Ocean Conservancy), La espuma plástica es un desastre para nuestro océano y el medio ambiente: se rompe fácilmente y puede ser arrastrada por el viento y dispersada como contaminación; se ha recolectado casi 9 millones de vasos, platos y contenedores de comida para llevar de espuma plástica desde 1986, con un peso de más de 160,000 libras de material no reciclable.

(Martínez López & Laines Canepa) el EPS es un material químicamente inerte no biodegradables, es decir, que no se descompone, no se desintegra, no desaparecen en el medio ambiente y no contiene CloroFluoroCarburos (CFC), por consiguiente, los EPS no puede químicamente contaminar el suelo, el agua o el aire. Sin embargo, puede ser un problema ambiental si no se reciclan porque es considerado como un material eterno.

El estudio se centra en responder a la pregunta: ¿Cuáles son los procesos clave y los ingredientes necesarios para la elaboración efectiva de un sellador de humedad destinado a paredes exteriores, utilizando como base el poliestireno expandido (EPS)? A través de la experimentación con diferentes formulaciones, se pretende evaluar cómo la composición del impermeabilizante afecta su eficacia, así como su capacidad para adherirse a diversos sustratos en condiciones de laboratorio.

La justificación de esta investigación radica en la necesidad urgente de encontrar alternativas sostenibles que aborden la problemática del EPS, contribuyendo al desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. La utilización de EPS en la elaboración de selladores no solo proporciona una barrera contra la humedad, sino que también promueve un enfoque innovador para reutilizar un material que comúnmente termina en vertederos y océanos.

Los selladores más utilizados son a base de resinas sintéticas o derivados del petróleo, que son materiales no renovables y de alta toxicidad. Cuando son desechados polluten el medio ambiente y tardan siglos en degradarse. Además, muchos contienen compuestos orgánicos volátiles que desprenden gases contaminantes durante su aplicación y secado. Esto tiene impactos negativos sobre la salud de las personas (Inga Pérez & Neira Ortega, 2021).

Este estudio se realizó en un año, desde febrero a diciembre de 2024, en la Ciudad de San Miguel, El Salvador. Sin embargo, su aplicabilidad no estará restringida a esta región, sino que tiene el

también busca transformar un material considerado contaminante en una alternativa eco-amigable. Se plantea que el uso de EPS reciclado en la formulación de selladores de humedad puede contribuir significativamente a reducir la demanda de nuevos recursos y mitigar la contaminación plástica.

Según (Plastics Europe), en 2021, la producción mundial aumentó un 4 %, hasta superar los 390 millones de toneladas, lo que demuestra la fuerte y continua demanda de plásticos.

Y según (Ocean Conservancy), La espuma plástica es un desastre para nuestro océano y el medio ambiente: se rompe fácilmente y puede ser arrastrada por el viento y dispersada como contaminación; se ha recolectado casi 9 millones de vasos, platos y contenedores de comida para llevar de espuma plástica desde 1986, con un peso de más de 160,000 libras de material no reciclable.

(Martínez López & Laines Canepa) el EPS es un material químicamente inerte no biodegradables, es decir, que no se descompone, no se desintegra, no desaparecen en el medio ambiente y no contiene CloroFluoroCarburos (CFC), por consiguiente, los EPS no puede químicamente contaminar el suelo, el agua o el aire. Sin embargo, puede ser un problema ambiental si no se reciclan porque es considerado como un material eterno.

El estudio se centra en responder a la pregunta: ¿Cuáles son los procesos clave y los ingredientes necesarios para la elaboración efectiva de un sellador de humedad destinado a paredes exteriores, utilizando como base el poliestireno expandido (EPS)? A través de la experimentación con diferentes formulaciones, se pretende evaluar cómo la composición del impermeabilizante afecta su eficacia, así como su capacidad para adherirse a diversos sustratos en condiciones de laboratorio.

La justificación de esta investigación radica en la necesidad urgente de encontrar alternativas sostenibles que aborden la problemática del EPS, contribuyendo al desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. La utilización de EPS en la elaboración de selladores no solo proporciona una barrera contra la humedad, sino que también promueve un enfoque innovador para reutilizar un material que comúnmente termina en vertederos y océanos.

Los selladores más utilizados son a base de resinas sintéticas o derivados del petróleo, que son materiales no renovables y de alta toxicidad. Cuando son desechados polluten el medio ambiente y tardan siglos en degradarse. Además, muchos contienen compuestos orgánicos volátiles que desprenden gases contaminantes durante su aplicación y secado. Esto tiene impactos negativos sobre la salud de las personas (Inga Pérez & Neira Ortega, 2021).

Este estudio se realizó en un año, desde febrero a diciembre de 2024, en la Ciudad de San Miguel, El Salvador. Sin embargo, su aplicabilidad no estará restringida a esta región, sino que tiene el potencial de ser implementado en diversas localidades. La investigación se fundamenta en la teoría del desarrollo sostenible y se apoya en estudios previos y registros de instituciones sobre la contaminación por EPS, lo que permite un análisis profundo y contextualizado de los resultados obtenidos.

Se tiene como objetivo Desarrollar un impermeabilizante basado en poliestireno expandido (EPS) para paredes exteriores, optimizando su composición para una efectiva resistencia a la humedad.

Metodología.

La investigación realizada es de Innovación Tecnológica y aplicada.

Diseño de Investigación e Innovación Tecnológica

La investigación tecnológica en las ciencias de la ingeniería presenta una serie de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación y la evaluación de la investigación tecnológica pueden ser utilizadas como un instrumento para fomentar la innovación.

La investigación aplicada:

Guarda relación con la investigación teórica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos. Se trata de investigaciones encaminadas a la resolución de problemas, que se caracterizan por su interés en la aplicación y utilización de los conocimientos.

Tabla 1: Equipos y materiales para elaboración de impermeabilizante.

N°	Detalle
1	Filtro contra vapores químicos para uso con respirador gim7180
2	Respirador media cara silicona/termoplástico t-m con cartucho
3	Thinner corriente th 200
4	Cubeta 6.2 lt plástico con tapadera y agarradero
5	Brocha profesional de polyflex 3 plg elite
6	Brocha estándar de cerda natural 5 plg con mango de plástico
7	Lente protector industrial claro
8	Guante manga larga químicos 10x14 plg hule
9	Pegamento cola blanca para madera master pega
10	Mascón doble uso fibra/esponja naranja scotch brite
11	Jabón platos 850 gramos limón tarro
12	Alcohol gel antimaterial 500 ml neutro sin aroma
13	Báscula de precisión
14	Beaker de vidrio de 1000 ml.

Tabla 2: Variable e indicadores a tomar en cuenta para el proceso de elaboración de impermeabilizante.

Variable independiente (Causales)	Indicador	Variables dependen- dientes	Indicador
<u>Tipo de</u> <u>Impermeabilizante</u> <u>A:</u>	EPS: 120 g Thinner:300 g pegamento: 75g	Efectividad del im- permeabilizante	% de absorción de humedad
<u>B:</u>	EPS:116g Thinner: 300g Pegamento:75g Agua: 250g		
<u>C:</u>	EPS:110 g, Thinner:300 g pe- gamento: 50g		

Proceso metodológico

Se realizó proceso de recolección del polietileno expandido (EPS) a través de campaña de reciclaje, con el cual se contó con apoyo de estudiantes de ingeniería civil de la asignatura de Métodos y Técnicas de Investigación; se recolectó entre 10 a 12 libras equivalente aproximadamente a 1m³ de material.

Se clasificó el material con platos, vasos y material de empaque, se limpió, evitando de esta manera contaminantes como restos de comida, aceites, tierra, etc.

Se buscó que fuera del mismo tipo de EPS, pues existe una línea ecológica el cual es un color amarillo y para esta investigación se buscó del convencional y más común encontrar.

Se realizó una revisión de documental y de videos que fueron importantes porque estos explicaban procesos similares para elaboración de impermeabilizantes, pinturas, tapagoterías, etc. Los cuales sirvieron para identificar los materiales a utilizar y posibles proporciones.

Se realizaron tres formulas diferentes con proporciones diferentes de los ingredientes a utilizar, entre Thinner, EPS, Pegamento y agua, buscando un nivel de fluidez en la mezcla, para dosificar se utilizó una báscula de precisión y un beaker de 1000 ml.

Para la fórmula de impermeabilizante “A” se utilizó EPS: 120 g, Thinner:300 g. y pegamento: 75g. Para el impermeabilizante “B” se utilizó EPS:116g, Thinner: 300g y Pegamento:75g Agua: 250g. Para impermeabilizante “C” se utilizó EPS: 110g., Thinner:300 g. y pegamento: 50g.

Ilustración 1: Ingredientes para la preparación de impermeabilizante.

Aplicación del nuevo impermeabilizante se realizaron en tres materiales para evaluar su adherencia y el sellado, evitando la humedad en estos; los elementos que se utilizaron fueron: bloque de concreto, adoquín de concreto y ladrillo de barro cocido.

Hay que tener en cuenta las características de los materiales utilizados, para su aplicación:

El bloque de concreto: Su aplicación debido a su textura fácil, pero por su forma con un hueco en el centro, impermeabilizar el centro del bloque fue difícil. Con el impermeabilizante "A" y "B" su aplicación fue con una brocha y para el "C" se utilizó una espátula.

**Ilustración 2: Bloque impermeabilizado.**

El ladrillo de barro cocido: Por su textura y porque desprende polvo, es necesario limpiarlo bien antes de aplicar el impermeabilizante, para el impermeabilizante "A" y "B" se aplicó con una brocha, dando problema de aplicación en el "B" debido a que la mezcla se diluyó con agua, la cual era absorbida por el ladrillo de barro, la mezcla "C" se aplicó con una espátula.



Ilustración 3: Ladrillo de barro cocido impermeabilizado.

El adoquín de concreto: Debido a su forma y textura uniforme, la aplicación del impermeabilizante y su adherencia fue muy buena, la aplicación del impermeabilizante "A" y "B" se realizaron con brocha y "C" se utilizó una espátula.



Ilustración 4: Adoquín impermeabilizado.

Para las pruebas de laboratorio se contó con el apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO, en el cual se realizó el ensayo de absorción, esta prueba es fundamental para evaluar la porosidad y la capacidad de un material para absorber agua.

En la investigación se implementó este ensayo con el objetivo de conocer la capacidad impermeabilizante de las mezclas "A", "B" y "C" y de esta manera poder prevenir filtraciones y problemas de humedad en las edificaciones.



Ilustración 5: Materiales a los que se les realizó el ensayo de absorción.

Se tomaron las medidas y pesos de los materiales impermeabilizados y sin impermeabilizar, para poder hacer una comparativa de porcentaje de absorción, se colocó en una pileta llena de agua por 1 hora.

**Ilustración 6: Toma de peso de los materiales impermeabilizado (Peso seco).****Ilustración 7: Colocación de los materiales impermeabilizados en la pileta con agua.**

Al pasar la hora se pesó el material en una báscula de precisión y se pesó también sumergido en agua, esto con el fin de conocer la cantidad de aire en el interior del material, pues un cuerpo con aire en la interior pesa menos en el agua.



Ilustración 8: Peso del material Saturado superficialmente seco (Peso SSS).



Ilustración 9: Peso del material sumergido en agua (Peso sum.).

Con todos los pesos de los materiales, a través de la siguiente formula, se conoce el nivel de absorción del material:



Resultados y análisis

$$V_{\text{Neto}} = P_{\text{seco}} / (\text{Densidad} / 1,000) \quad \text{Densidad} : P_{\text{seco}} / (P_{\text{SSS}} - P_{\text{sumergido}}) \times 1,000$$

$$\text{ABSORCION COMO PESO VOLUMETRICO} : (P_{\text{SSS}} - P_{\text{seco}}) / (P_{\text{SSS}} - P_{\text{sumergido}}) \times 1,000$$

$$V_{\text{Neto}} = P_{\text{seco}} / (\text{Densidad} / 1,000) \quad \text{Densidad} : P_{\text{seco}} / (P_{\text{SSS}} - P_{\text{sumergido}}) \times 1,000$$

$$\text{ABSORCION COMO PESO VOLUMETRICO} : (P_{\text{SSS}} - P_{\text{seco}}) / (P_{\text{SSS}} - P_{\text{sumergido}}) \times 1,000$$

Material: Bloque de concreto

Tabla 3: Resultados del ensayo de absorción según la norma ASTM C140

N°	Descripción	Absorción		Densidad (Kg/m³)
		(Kg/m³)	%	
1	Bloque normal	144	7.6	1739
2	Bloque "A"	131	7.7	1558
3	Bloque "B"	75	4.3	1687
4	Bloque "C"	29	1.6	1734
	PROMEDIO:	95	5.3	1679

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.

Tabla 4: Datos obtenidos en laboratorio, peso de los materiales.

C	E	F	Vol. Neto (Cm ³)
Peso seco (g)	Peso SSS (g)	Peso sum. (g)	
5634	6100	2860	3240
5598	6068	2475	3593
5922	6186	2675	3511
6072	6172	2670	7134

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.



Análisis: Según los resultados obtenidos, el impermeabilizante que dio mejor resultado es el "C" con un porcentaje de absorción del 1.6%, seguido por el "B" con un 4.3%. Es de tomar en cuenta que el bloque posee un hueco en el centro, no se pudo impermeabilizar bien ese espacio y que la absorción de agua se dio por esa superficie del material no impermeabilizada, esto indica que el impermeabilizante sí funciona en condiciones extremas, pues se dejó completamente sumergido el bloque por 1 hora; y en condiciones normales se impermeabilizaría solo la cara externa de la pared, la cual estaría en contacto con la humedad de forma ocasional no sumergido completamente.

Material: Ladrillo de barro cocido

Tabla 5: Resultados del ensayo de absorción según ladrillos de arcilla estructural ASTM C 67

N°	Descripción	Absorción		Densidad (Kg/m ³)
		(Kg/m ³)	%	
1	Ladrillo normal	275	16.6	1380
2	Ladrillo "A"	20	1.4	1345
3	Ladrillo "B"	114	7.8	1353
4	Ladrillo "C"	125	8.5	1337
	PROMEDIO:	133	8.6	1354

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.

Tabla 6: Datos obtenidos en laboratorio, peso de los materiales.

C	E	F	Vol. Neto (Cm ³)
Peso seco (g)	Peso SSS (g)	Peso sum. (g)	
5236	6280	2485	3795
5314	5392	1440	3952
5228	5670	1805	3865
5284	5776	1825	3904

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.



Análisis: Según los resultados obtenidos, el impermeabilizante que dio mejor resultado es el "A" con un porcentaje de absorción del 1.4%, seguido por el "B" con un 7.8%. En este material es de tomar en cuenta la superficie el cual despiden gran cantidad de polvo, esto hace que la adherencia no sea la mejor, en el caso de tener paredes de este material, es recomendable realizar un azotado con cemento, para que ayude a una mejor fijación del material, en el bloque "A" para la realización de la prueba se hizo una sobre saturación del impermeabilizante, el cual sí impermeabilizó el ladrillo, pero mientras mayor cantidad de impermeabilizante se le coloca a una pared es mayor costo en la preparación del nuevo material.

Material: Adoquín de concreto

Tabla 7: Resultados del ensayo de absorción según la norma ASTM C140

N°	Descripción	Absorción		Densidad (Kg/m ³)
		(Kg/m ³)	%	
1	Adoquín normal	94.40	5.42	1741.46
2	Adoquín "A"	13.97	0.81	1726.39
3	Adoquín "B"	26.90	1.55	1739.17
4	Adoquín "C"	13.40	0.78	1717.16
	PROMEDIO:	37.16	2.14	1731.04

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.

Tabla 8: Datos obtenidos en laboratorio, peso de los materiales.

C	E	F	Vol. Neto (Cm ³)
Peso seco (g)	Peso SSS (g)	Peso sum. (g)	
7490	7896	3595	1741.46
7660	7722	3285	1726.39
7628	7746	3360	1739.17
7686	7746	3270	1731.04

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.

Análisis: Según los resultados obtenidos, todos los impermeabilizantes utilizados dieron resultados, esto se debe a la forma más uniforme del adoquín y por su textura. Siendo la formula "C" con un mejor resultado con 0.78% de absorción seguido por la "A" con un 0.81% y por último la formula "B" con un 1.55%.

Discusión.

La investigación sobre la elaboración de un impermeabilizante para paredes exteriores utilizando poliestireno expandido (EPS) se fundamenta en la necesidad de abordar problemas de humedad en las edificaciones, un fenómeno que no solo afecta la estética, sino que también compromete la salud de los ocupantes y la integridad estructural de los edificios. A partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se establece la relevancia de este estudio, ya que la utilización de materiales reciclados como el EPS contribuye a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de residuos. La revisión del estado del arte revela que, aunque el EPS no es biodegradable, su reciclaje es viable y puede ser una alternativa efectiva para la creación de productos de construcción sostenibles. Se destaca la importancia de encontrar soluciones que mitiguen los problemas de humedad, en consonancia con la tendencia global hacia la construcción ecológica.

La metodología aplicada en esta investigación fue rigurosa, considerando la recolección y clasificación del EPS, así como la formulación de tres tipos diferentes de impermeabilizantes. Para la investigación se realizaron tres formulas con diferentes proporciones de ingredientes, como el EPS, thinner, agua y el pegamento blanco tipo cola, siendo esto un aspecto crucial que impacta en las propiedades del impermeabilizante, permitiendo obtener resultados diferenciados en términos de absorción de humedad.

Los resultados obtenidos indican que el impermeabilizante "C" fue el más efectivo, con un porcentaje de absorción de humedad del 1.6% para elementos como el bloque de concreto y un 0.78% en el adoquín de concreto, por otro lado, el impermeabilizante "A" el porcentaje de absorción que obtuvo el ladrillo de barro cocido fue de un 1.4%. Este hallazgo es significativo, ya que demuestra que es posible crear un producto a partir de EPS reciclado que cumpla con los estándares requeridos para la impermeabilización. La comparación de los diferentes tipos de impermeabilizantes resalta la importancia de la formulación en la efectividad del producto, evidenciando que la elección de ingredientes y sus proporciones son determinantes en el rendimiento del impermeabilizante.

La investigación sugiere que el uso de EPS reciclado en la elaboración de impermeabilizantes no solo representa una solución técnica a los problemas de humedad, sino que también promueve la sostenibilidad y la reducción de residuos plásticos. Sin embargo, es fundamental considerar los desafíos asociados con

el reciclaje de EPS, tales como la logística de recolección y el costo de producción. La implementación de esta tecnología podría contribuir significativamente a la construcción sostenible, alineándose con los ODS y fomentando un desarrollo más equitativo y responsable con el medio ambiente.

Conclusiones:

La investigación logró desarrollar un impermeabilizante de humedad basado en poliestireno expandido (EPS) que demostrará una efectiva resistencia a la humedad, cumpliendo con el objetivo general propuesto. La formulación optimizada resultó en un producto que no solo es funcional, sino que también incorpora un material reciclado, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

A través de evaluaciones experimentales, se comprobó que el impermeabilizante desarrollado es eficaz en la prevención de infiltraciones de humedad y en la mitigación de daños en paredes exteriores. Las pruebas realizadas en condiciones de laboratorio indicaron que el impermeabilizante "C" mostró los mejores resultados, con un bajo porcentaje de absorción de humedad en los materiales elaborados con concreto como es el caso del bloque y el adoquín.

Las pruebas de adherencia del sellador a diferentes tipos de sustratos revelaron que el producto se adhiere efectivamente a materiales comunes en la construcción, como bloque de concreto y adoquín de concreto; En el caso de ladrillo de barro cocido, si se adhiere, pero con dificultad debido a la cantidad de polvo que desprende esta materia, podría ser utilizado con mayor efectividad en este material si previamente se coloca una capa de concreto en forma de azotado.

Recomendaciones:

Realizar estudios adicionales que evalúen el comportamiento del sellador a largo plazo en condiciones reales de exposición, para garantizar su durabilidad y efectividad en el tiempo.

Realizar un estudio que compare el impermeabilizante creado con otros que se encuentren como es el caso del Aqualock de Sherwin Williams, entre otros.

Fomentar la educación y la conciencia sobre la importancia de utilizar materiales reciclados en la construcción. Se recomienda implementar campañas informativas dirigidas a profesionales del sector y consumidores para promover el uso de productos sostenibles.

Referencias

- Inga Pérez, M., & Neira Ortega, J. (2021). *Sellador contra fisuras a base de Poliestileno reciclado y otros elementos tradicionales para el área de la construcción*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Recuperado el 5 de febrero de 2024
- Martínez López, C., & Laines Canepa, o. (2013). Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental. *Revista de Divulgación División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*, 63-65.
- Ocean Conservancy. (2024). *Buildin a Clean Swell*.
- Plastics Europe. (2022). *Plásticos-Situación en 2022*.
- Plastics technology. (22 de enero de 2024). *Plastics technology Mexico*. Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/>.
- Rojas, T. (8 de agosto de 2023). *Tecnología del Plástico*. Obtenido de Poliestireno expandido (EPS): usos, ventajas y aplicaciones: <https://www.plastico.com/es/noticias/poliestireno-expandido-eps-usos-ventajas-y-aplicaciones>