



Editorial Nuevo Enfoque

Revista **CON-SECUENCIAS**

ISSN: 2791-1160

<https://revistacon-secuencias.com>

Publicación del Foro de Reflexión sobre la Realidad Salvadoreña – FORES–

No. 12, septiembre - diciembre, 2025 - Revista cuatrimestral. San Salvador, El Salvador, Centroamérica

Diseño de impermeabilizante a base de poliestireno expandido

Design of expanded polystyrene-based waterproofing

Este trabajo tiene la licencia



Recibido: 09/05/2025

Aprobado: 06/08/2025

Hernán José Hernández Durán¹

Universidad de Oriente UNIVO

Docente e investigador

hherandez@univo.edu.sv

<https://orcid.org/0000-0003-0344-9770>

Resumen

La contaminación por plásticos, especialmente el poliestireno expandido (EPS), es un problema significativo a nivel mundial y El Salvador no es la excepción. El EPS, comúnmente conocido como unicel, se utiliza en platos, vasos, empaques de productos, pero su mala disposición y lenta descomposición afectan negativamente los ecosistemas y la salud humana. Para abordar este problema, se propone desarrollar un impermeabilizante para paredes exteriores a partir de EPS reciclado. Esta iniciativa busca transformar un material contaminante en una solución constructiva que reduzca la humedad en edificaciones y la demanda de nuevos recursos, contribuyendo a mitigar la contaminación plástica. La investigación se justifica por la necesidad de alternativas sostenibles y se apoya en teorías del desarrollo sostenible y estudios previos sobre la contaminación por EPS. Los resultados tienen el potencial de ser aplicables en diversas localidades, promoviendo una reutilización innovadora de este material.

Palabras claves: Polietileno expandido, Contaminación plástica, Vasos desechables, Platos desechables, Unicel.

¹ Arquitecto, Universidad de El Salvador (UES); M.A Universidad de Oriente (UNIVO)

Abstract

Plastic pollution, especially expanded polystyrene (EPS), is a significant problem worldwide, and El Salvador is no exception. EPS, commonly known as Styrofoam, is used in plates, cups, and product packaging, but its poor disposal and slow decomposition negatively affect ecosystems and human health. To address this problem, the development of a waterproofing material for exterior walls made from recycled EPS is proposed. This initiative seeks to transform a polluting material into a construction solution that reduces humidity in buildings and the demand for new resources, helping to mitigate plastic pollution. The research is justified by the need for sustainable alternatives and is based on theories of sustainable development and previous studies on EPS pollution. The results have the potential to be applicable in various locations, promoting innovative reuse of this material.

Keywords: Expanded polyethylene, 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. 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.

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.

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.

CAPITULO 1: EL PROBLEMA

Título del proyecto

“Elaboración de impermeabilizante para paredes exteriores a base de poliestireno expandido o EPS”

Planteamiento del problema.

El poliestireno expandido es un material empleado extensivamente en la producción de platos y vasos desechables, la inadecuada forma de desechar estos productos resulta en una serie de impactos ambientales adversos, lo que ha llevado a su masiva presencia en entornos naturales y urbanos, la sobre producción de estos presenta un grave problema ambiental debido a su impacto negativo en ecosistemas y la salud humana. Este

material de un solo uso, conocido como unicel o corcho blanco, es utilizado ampliamente por su bajo costo y ligereza, pero su lenta descomposición lo convierte en una fuente significativa de contaminación ambiental.

La fragmentación del poliestireno en partículas más pequeñas con el tiempo puede llevar a la ingestión por parte de organismos acuáticos y terrestres. Esta contaminación puede ingresar a la cadena alimentaria, representando riesgos para la salud de los seres humanos que consumen productos contaminados. La falta de alternativas sostenibles y el desconocimiento público sobre los impactos agravan la situación. La intervención inmediata se hace necesaria, con la promoción de prácticas más sostenibles, alternativas eco amigables y la educación pública como medidas clave para mitigar estos impactos y promover un futuro más sostenible.

Enunciado del problema.

¿Cuáles son los procesos clave y los ingredientes necesarios para la elaboración efectiva de un impermeabilizante de humedad destinado a paredes exteriores, utilizando como base el poliestireno expandido (EPS)?

Justificación.

La investigación "Elaboración de impermeabilizante para paredes exteriores a base de poliestireno expandido o EPS" adquiere una importancia fundamental al considerar la necesidad de experimentar con estos materiales como una alternativa medioambiental en respuesta a la creciente preocupación por la contaminación de plásticos de un solo uso, como los platos y vasos desechables fabricados con EPS. La propuesta de utilizar poliestireno expandido en la elaboración de selladores de humedad para paredes exteriores no solo aborda problemas constructivos específicos, sino que también representa un enfoque innovador para transformar un material previamente visto como contaminante en una solución ambientalmente más sostenible.

La experimentación con EPS no solo busca proporcionar una barrera en contra de la humedad en construcciones, sino que también busca reutilizar de manera eficiente un material que comúnmente termina en vertederos y océanos. Este enfoque no solo reduce la demanda de nuevos recursos, sino que también contribuye a mitigar la contaminación

al darle una segunda vida a los productos de poliestireno expandido. Así, la investigación no solo tiene implicaciones constructivas, sino que también abre la oportunidad de abordar la contaminación plástica mediante la aplicación creativa de materiales de un solo uso en soluciones arquitectónicas más sostenibles, promoviendo así prácticas constructivas amigables con el medio ambiente y la reutilización responsable de materiales plásticos.

Delimitaciones.

Temporal.

La investigación se realizará en un periodo de 5 a 6 meses a partir de febrero de 2024.

Espacial.

El estudio se realizará en la Zona Oriental de El Salvador, específicamente en la Ciudad de San Miguel; aunque su aplicación no depende de la Zona en que se realiza el estudio

Teóricas

La teoría de Desarrollo Sostenible el cual busca equilibrar el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente. Y se tomaron como referencia serán estudios previos de carácter científico, informes y registros de instituciones sobre la contaminación de EPS.

Objetivos

General.

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

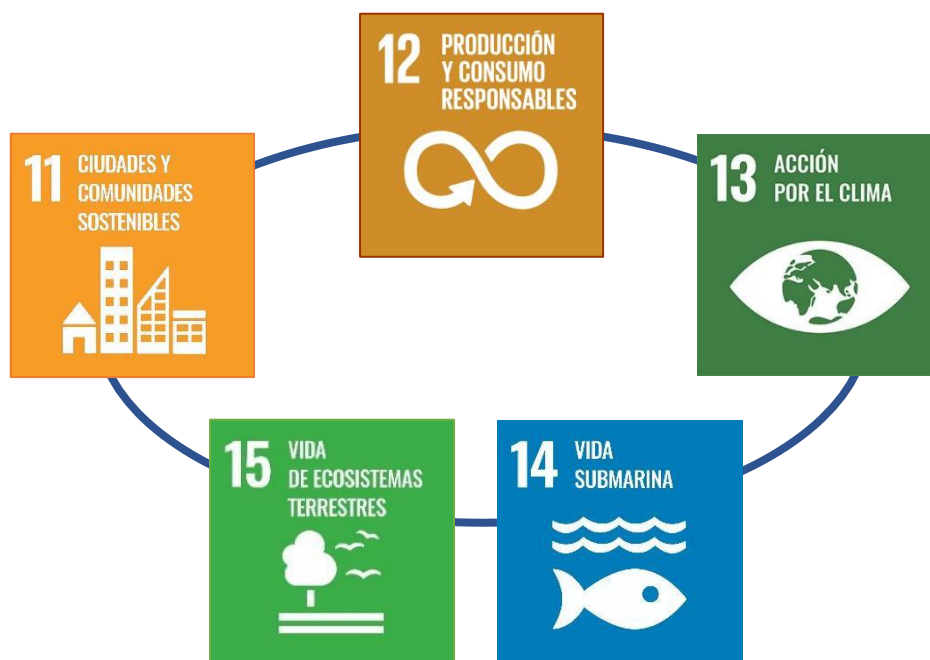
Específico.

- Desarrollar la formulación del impermeabilizante, considerando la proporción adecuada de ingredientes para mejorar su resistencia y durabilidad en aplicaciones exteriores.
- Evaluar experimentalmente la eficacia del impermeabilizante en la prevención de infiltración y daños por humedad en paredes exteriores, mediante pruebas en condiciones simuladas y reales.
- Realizar pruebas de adherencia del impermeabilizante a diferentes tipos de sustratos utilizados en paredes exteriores, evaluando su capacidad para mantenerse eficazmente en diversas condiciones superficiales.

Capítulo 2: Fundamentación teórica

Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una serie de metas globales establecidas por las Naciones Unidas para abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales más urgentes que enfrenta nuestro planeta. Los ODS se enfocan en áreas como la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la acción por el clima, la protección del medio ambiente y la promoción de la paz y la justicia, entre otros aspectos clave del desarrollo sostenible (Organización Naciones Unidas, 2015).



Es importante tener en cuenta los ODS en esta investigación debido a que están directamente relacionados con la temática abordada. Al evaluar la viabilidad técnica de la elaboración de un sellador de humedad para paredes exteriores a base de poliestireno expandido o EPS, se debe considerar cómo esta iniciativa puede contribuir al logro de los ODS, especialmente aquellos relacionados con la **acción por el clima**, la protección del **medio ambiente** y la **promoción de la sostenibilidad en la construcción y el uso de materiales**. Incorporar los principios y objetivos de los ODS en la investigación garantiza

que las soluciones propuestas estén alineadas con los esfuerzos internacionales para abordar los desafíos globales y promover un desarrollo más equitativo y sostenible para las generaciones presentes y futuras.

Poliestireno expandido (EPS)

El precursor del poliestireno expandido fue el boticario alemán Eduard Simon, el cual lo aisló por primera vez en 1839 a partir de resina natural; sin embargo, no fue hasta 1922 cuando el químico orgánico alemán Hermann Staudinger propuso sus teorías sobre los polímeros, sugiriendo que consistían en largas cadenas de monómeros repetitivos, lo que contribuía a su elasticidad.

El poliestireno expandido conocido comercialmente como Styropor, 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).

El Poliestireno expandido o EPS, conocidos por todos como “Telgopor”, es un material plástico espumado utilizado ampliamente en el sector de la construcción, principalmente como aislante térmico y acústico, en el sector de envases y embalajes, pots de helado, bandejas, hueveras, vasos térmicos que mantienen las bebidas con su temperatura adecuada largo tiempo por su capacidad aislante. Por tener la propiedad de flotar en agua, se usa en la fabricación de chalecos salvavidas, barrenadores, y en una serie de aplicaciones diversas.

Se define técnicamente como un material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de Poliestireno expandible, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire.

Su composición final resulta en un 98% de aire contenido en una estructura polimérica de célula cerrada que proporciona al producto unas excelentes prestaciones como aislante térmico, y como material liviano amortiguador de impactos y elementos de flotación.

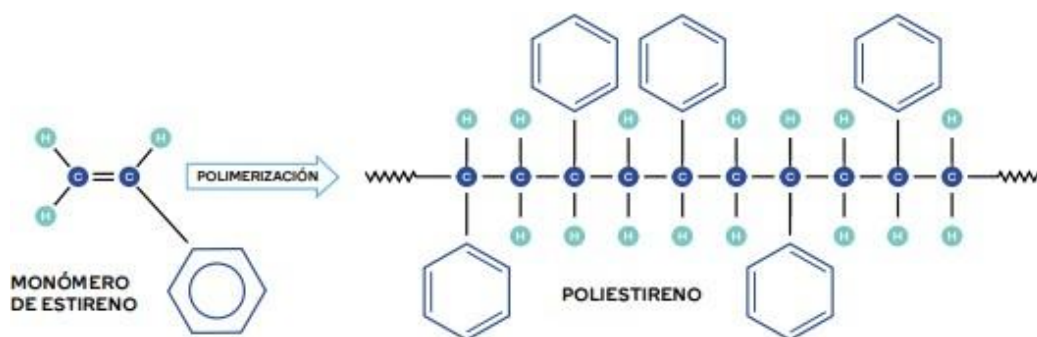


Ilustración 1: Estructura celular cerrada y rellena de aire.

La principal materia prima del Poliestireno expandible es el monómero de estireno (derivado del petróleo) que, junto a otras materias primas, pasa por una reacción química llamada polimerización. Una vez cargado todo el material, se cierra el reactor, se presuriza y se comienza con la polimerización. Durante todo el proceso se agregan las soluciones correspondientes que regulan dicho proceso y el agente expansor (pentano). Finalizada la polimerización, el lote de producto es transferido a un tanque homogeneizador, secado, cribado y envasado para su posterior comercialización.

Los plásticos se separan y se clasifican según su tipo. Para ello, tienen símbolos que identifican su materia prima. El EPS y el PS se identifican con el triángulo que contienen el número 6. (ECOPLAS, 2020)

NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN	RESINA	CÓDIGO
1	POLIETILENO TEREFALATO	 01 PET
2	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	 02 PE-AD
3	POLICLORURO DE VINILO	 03 PVC
4	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	 04 PE-BD
5	POLIPROPILENO	 05 PP
6	POLIESTIRENO	 06 PS
	POLIESTIRENO EXPANDIDO	 06 EPS
7	OTROS	 07 O

Ilustración 2: Identificador de los tipos de plásticos.

Algunos de los principales usos del poliestireno expandido son:

- Envases: vasos térmicos, hieleras, tortilleros.
- Aislamiento térmico y acústico en la construcción.
- Embalaje de protección para productos frágiles.
- Flotadores para la industria marina.
- Piezas de automóviles.
- Juguetes.
- Cascos protectores para ciclistas y motoristas.
- Salvavidas y planchas de surf.
- Reducir los costos de calefacción y refrigeración.
- Aligerar las estructuras.
- Mejorar la resistencia a los terremotos.
- Protección completa a productos industriales durante el transporte y almacenamiento.

Los vasos térmicos de poliestireno expandido (EPS) también se conocen como vasos de corcho, vasos de café térmicos o vasos de espuma. Se utilizan para mantener la temperatura de las bebidas.

Estos vasos son resistentes al calor y tienen una temperatura máxima de 80 °C. No son aptos para microondas.

Las hieleras varían de dimensiones, funciona como aislante térmico para alimentos y bebidas.

Los platos de poliestireno expandido (EPS) son platos desechables que se fabrican con un material plástico espumado. El poliestireno expandido es un material aislante térmico y acústico que se utiliza en la construcción para reducir los costos de calefacción y refrigeración.

Los EPS presentan una serie de características distintivas. Son impermeables y robustos, y poseen una elevada capacidad para resistir impactos. La estructura del EPS, repleta de aire, le confiere una conductividad térmica estable a lo largo del tiempo, y su naturaleza química lo hace inerte y no tóxico. Además, el EPS tiene la ventaja de ser un entorno inhóspito para el crecimiento de hongos y bacterias, gracias a sus propiedades particulares.

Las propiedades del EPS incluyen: Impermeabilidad, insolubilidad, no higroscopicidad (no absorbe humedad), alta resistencia al impacto, estabilidad en su conductividad térmica a largo plazo, inocuidad, inercia química (Rojas, 2023).

Niveles de contaminación causados plásticos PET y EPS

Ocean Conservancy 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.

“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”.

(Ocean Conservancy)

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. Sin embargo, los últimos datos muestran que la cuota de China en la producción mundial de plásticos sigue creciendo, alcanzando el 32 % en 2021, mientras que la cuota de Europa -que alcanzó los 57,2 millones de toneladas en 2021.

Tabla 1: Top 10 de países que contaminan los océanos con plásticos EPS al año según (Ocean Conservancy).

N°	País	Cantidad de basura de plásticos EPS al año
1	Pilipinas	79,555
2	Estados Unidos	47,259
3	Sri Lanka	5,026
4	México	4,518
5	Venezuela	3,484
6	Sur África	2,896
7	Trinidad y Tobago	2,585
8	Singapur	2,454
9	Puerto Rico	2,013
10	Panamá	1,901

Fuente: Elaboración propia con información de Ocean Conservancy.

Seis de los diez países más contaminantes se encuentran ubicados en el continente americano; según (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.

Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial.

Según (López & Mora), la investigación identificó que las técnicas como la trituración manual y el uso de solventes verdes son las más efectivas y de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido.

Se realizó una evaluación de los impactos ambientales asociados a cada técnica de reciclaje. Esto permitió determinar que las técnicas generan menor impacto ambiental en comparación con otros tratamientos, como la aglutinación y la generación de energía.

La investigación propuso el uso de recursos naturales y solventes verdes en el reciclaje del poliestireno expandido como una alternativa sostenible. Estas soluciones permiten reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia del proceso de reciclaje.

Reciclaje de EPS

Según (Rojas) la descomposición y degradación del poliestireno expandido son complejas, a pesar de que todos los tipos de espuma de poliestireno pueden ser reciclados y reutilizados, la mayoría no se recicla actualmente. Esto se debe a la falta de incentivos para invertir en la tecnología y logística necesarias. La baja densidad del poliestireno hace que su recolección no sea rentable, lo que dificulta que los fabricantes obtengan suficiente material reciclable.

El reciclaje de la espuma de poliestireno implica varios pasos: Recolección: se debe juntar el poliestireno sobrante.

Compactación: luego, se debe disminuir su volumen utilizando una máquina compactadora especializada en EPS.

Granulación: a continuación, se envía a una compañía de reciclaje donde se procesa en gránulos.

Reutilización: finalmente, estos gránulos se emplean en la fabricación de nuevos productos.

Utilización de poliestireno expandido en la construcción

El EPS posee propiedades permiten a los profesionales de la construcción seleccionar el equilibrio adecuado entre propiedades estructurales y aislantes según la aplicación específica.

El EPS posee resistencia a la compresión, resistencia a la rotura cruzada, resistencia a la humedad, aislamiento de suelos eficiente.

La resistencia a la compresión del EPS se refiere a la capacidad del material para resistir la deformación o compresión bajo carga. El EPS es un material celular ligero que puede soportar cargas significativamente mayores a las habituales, especialmente en áreas como techos y estructuras bajo losa.

La resistencia a la rotura cruzada del EPS se refiere a la capacidad del material para resistir las tensiones que se producen en la carga de vigas. Esta propiedad mecánica es especialmente importante en la construcción de paneles sándwich, donde el EPS ha sido ampliamente utilizado como material de núcleo.

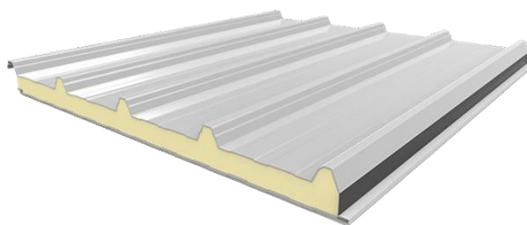


Ilustración 3: Policarum, conocido también como Panel Sándwich.

El aislamiento de suelos es una aplicación a menudo descuidada, pero presenta numerosos beneficios en términos de reducción de pérdida de calor y ahorro energético. El EPS resulta ideal para esta aplicación debido a su integridad estructural, que cumple con los estándares requeridos. Al aislar los suelos durante la construcción, se logra un rendimiento térmico óptimo y un mayor confort en los espacios habitables.

También es de considerar que se pueden utilizar como juntas de dilatación entre columnas, paredes, vigas, etc. Separando elementos que puedan sufrir una fractura ante un sismo.



Ilustración 4: Utilización de EPS como Junta de dilatación.



Ilustración 5: Utilización de EPS como aislante térmico en la construcción.

Aislamiento térmico: El EPS se utiliza comúnmente como material de aislamiento térmico en paredes, techos y suelos. Su estructura de celdas cerradas proporciona una barrera eficaz contra la transferencia de calor, lo que ayuda a mantener la temperatura interior de los edificios y a reducir la pérdida de energía.

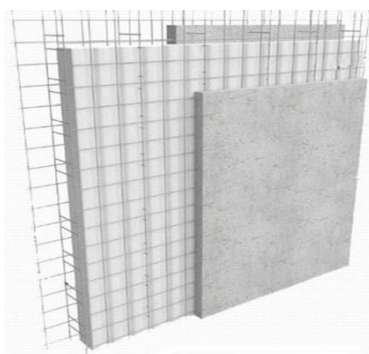


Ilustración 6: Utilización de EPS como aislante acústico en las construcciones.

Aislamiento acústico: Además de su capacidad para aislar térmicamente, el EPS también puede ayudar a reducir la transmisión de sonido entre espacios. Se utiliza en paredes y

techos para mejorar el confort acústico en edificios residenciales, comerciales e industriales.



Ilustración 7: Utilización de EPS como elemento de relleno y nivelación en construcciones.

Relleno y nivelación: El EPS se utiliza como material de relleno en la construcción de carreteras, puentes y terraplenes. También se utiliza para la nivelación de suelos antes de la instalación de pisos.



Ilustración 8: Utilización de EPS en vigas y losas en construcciones civiles.

Cofradías perdidas: En la construcción de estructuras de concreto, el EPS se utiliza a menudo como cofradía perdida para formar huecos o espacios en elementos estructurales como vigas y losas. Una vez que el concreto se ha fraguado, el EPS permanece en su lugar como aislamiento y no necesita ser retirado.

Problema de permeabilidad en las paredes ante la humedad.

La humedad en las paredes es de los problemas comunes en la construcción y el mantenimiento de edificaciones. Se refiere a la presencia no deseada de agua o vapor de

agua en el interior de las estructuras de los muros, ya sea por infiltración desde el exterior, condensación interna o ascensión capilar desde el suelo. Esta humedad puede manifestarse de diversas formas, como manchas, eflorescencias, hongos, moho, desprendimiento de pintura, deterioro del revestimiento y, en casos graves, daños estructurales.

Las causas de los problemas de humedad en las paredes pueden variar, la más común es la infiltración de agua desde el exterior debido a grietas, fisuras, juntas mal selladas, defectos en la impermeabilización, o por la falta de un adecuado sistema de drenaje.

Los problemas de humedad no solo afectan la estética de los espacios interiores, sino que también pueden tener consecuencias graves para la salud de los ocupantes y la integridad estructural de los edificios. La humedad puede provocar la proliferación de microorganismos como hongos y moho, que pueden desencadenar alergias, asma y otros problemas respiratorios. Además, puede comprometer la resistencia de los materiales de construcción, causando deterioro y debilitamiento de la estructura misma, lo que potencialmente pone en riesgo la seguridad de los ocupantes.

Según (Narciso Rodriguez & Villanueva Lopez) la humedad en las paredes puede manifestarse de diferentes formas y tener diversas causas. La humedad por capilaridad ocurre cuando el agua asciende desde el suelo a través de los materiales porosos de la pared, como ladrillos o bloques, debido a la acción de la presión del agua en el suelo.

La humedad por filtración se produce cuando el agua penetra en la estructura de la pared a través de grietas, juntas o elementos constructivos defectuosos, como techos o tuberías dañadas. Esto puede generar manchas de humedad, deterioro de los materiales de construcción y la aparición de hongos y moho en la superficie de las paredes.

Por otro lado, la humedad por condensación ocurre cuando el vapor de agua contenido en el aire se condensa en las paredes frías, especialmente en zonas con poca ventilación. Esto puede dar lugar a manchas de humedad, eflorescencias (depósitos de sales minerales) en la superficie de las paredes y, a largo plazo, puede provocar daños en la pintura y en los materiales de construcción.



Ilustración 9: pared con problemas de humedad en el interior de vivienda.

Al darse esos problemas de humedad es necesario buscar alternativas desde el punto de vista arquitectónico y entre las mejores opciones se encuentran los selladores o impermeabilizantes de humedad.

Selladores o impermeabilizantes de humedad.

Los selladores de humedad para paredes son productos diseñados para prevenir o mitigar los problemas derivados de la infiltración de agua o humedad en las estructuras de los edificios. Estos selladores se aplican típicamente en las superficies exteriores de las paredes con el objetivo de crear una barrera protectora que impida el paso del agua y la humedad al interior de la edificación.

Estos selladores están formulados con una variedad de materiales y compuestos químicos que les confieren propiedades impermeabilizantes y de sellado. Entre los componentes comunes de los selladores de humedad se encuentran polímeros acrílicos, siliconas, resinas, cementos modificados, entre otros. Estos ingredientes se combinan de manera específica para crear una mezcla que sea capaz de adherirse eficazmente a la superficie de la pared y proporcionar una capa protectora duradera contra la humedad.

La aplicación de selladores de humedad no solo ayuda a prevenir los problemas estéticos causados por la humedad, como manchas y deterioro del revestimiento, sino que también contribuye a mantener la integridad estructural de los edificios y a proteger la salud de los ocupantes al prevenir la formación de moho y hongos, se pueden mencionar algunos tipos de selladores a continuación:

- **Selladores de silicona:** Los selladores de silicona son versátiles y se utilizan tanto en

interiores como en exteriores. Son resistentes al agua, flexibles y duraderos. Se adhieren bien a una variedad de materiales, incluyendo vidrio, cerámica, metal y plástico.



Ilustración 10: Selladores de silicona.

- **Selladores acrílicos:** Los selladores acrílicos son muy comunes y se utilizan para sellar grietas y juntas en paredes interiores. Son fáciles de aplicar, se secan rápidamente y se pueden pintar una vez que están completamente curados. Sin embargo, los selladores acrílicos no son adecuados para aplicaciones exteriores, ya que pueden ser susceptibles a la degradación por la exposición a la luz solar y a la humedad.
- **Selladores de látex:** Similar a los selladores acrílicos, los selladores de látex son flexibles y fáciles de aplicar. Se secan rápidamente y se pueden pintar después del curado. Son ideales para uso en interiores y funcionan bien para sellar juntas en madera, yeso y paneles de yeso.



Ilustración 12: Selladores de látex.

- **Selladores de poliuretano:** Los selladores de poliuretano son extremadamente duraderos y resistentes al agua, por lo que son ideales para aplicaciones exteriores y en áreas propensas a la humedad. Son más difíciles de aplicar y requieren una mayor atención al detalle durante la aplicación. Los selladores de poliuretano también son

menos flexibles que otros tipos de selladores, lo que puede ser una consideración importante en algunas aplicaciones.



Ilustración 13: Selladores de poliuretano.

- **Selladores de espuma expansiva:** Estos selladores están diseñados para rellenar grandes brechas y cavidades en las paredes. Se expanden al aplicarse y se adhieren a una variedad de superficies, incluyendo madera, metal y concreto. Son ideales para sellar alrededor de ventanas, puertas y conductos de aire.



Ilustración 14: Selladores de espuma expansiva.

Sellador contra fisuras a base de poliestireno reciclado y otros elementos tradicionales para el área de la construcción.

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.

Por otra parte, los selladores tradicionales y artesanales a base de materiales naturales como barro, resinas vegetales u otros, aunque más ecológicos, no siempre tienen las características necesarias como resistencia a la intemperie, flexibilidad o adherencia para ser utilizados efectivamente en fisuras. Esto debido a que no cuentan con tecnología que permita mejorar sus propiedades. Además, su producción artesanal dificulta la disponibilidad a gran escala para su comercialización (Inga Pérez & Neira Ortega, 2021).

Reformulación de una pintura a base de poliestireno expandido reciclado.

En este estudio se abordó una problemática ambiental relevante para México, como lo es la adecuada disposición y aprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido generados. Este tipo de residuo plástico es uno de los más comunes de encontrar en los rellenos sanitarios del país, siendo difícil su degradación natural y representando un potencial riesgo de contaminación por largos periodos de tiempo.

Con la intención de encontrar una alternativa sustentable que permita dar nueva utilidad a este tipo de desechos plásticos, se planteó el objetivo de reformular una pintura a base del poliestireno expandido reciclado.

Los resultados mostraron que es posible lograr una adecuada solubilidad y compatibilidad del poliestireno expandido reciclado al utilizar solventes orgánicos específicos como el acetato de etilo, acetato de butilo o metil etil cetona, en proporciones que permiten una mezcla homogénea. Asimismo, las pruebas aplicadas a la formulación final de la pintura demostraron un cumplimiento satisfactorio de los parámetros requeridos en cuanto a adherencia, acabado, textura y resistencia (Antonio de Jesús, Hernández Ortiz, Pérez González, Arce Vázquez, & Márquez Ortega, 2020).

Evaluación de un recubrimiento anticorrosivo a base de poliestireno expandido reciclado

La investigación tuvo como objetivo evaluar un nuevo recubrimiento anticorrosivo a base de poliestireno expandido reciclado, con el fin de encontrar una alternativa ecológica a los productos convencionales.

Se desarrollaron dos formulaciones variando la cantidad de resina de poliestireno y otros insumos como solvente, pigmentos y cargas. Luego se caracterizaron ambas propuestas mediante pruebas fisicoquímicas y reológicas según normas ecuatorianas, para identificar cuál cumplía mejor los requisitos. Las dos formulaciones fueron aplicadas en placas de acero al carbono, acero inoxidable y tol negro, al igual que un recubrimiento de referencia. Estas muestras se expusieron durante 75 días a un medio marino corrosivo de forma natural, para evaluar el comportamiento anticorrosivo de cada tratamiento.

El objetivo principal fue desarrollar con éxito un recubrimiento a base de plástico reciclado que supere las prestaciones de productos tradicionales, cumpliendo normativa vigente y aportando una alternativa más sustentable (Parada Rivera, Cárdenas Valencia, & Palmay, 2019).

Evaluación de la eficiencia de barreras químicas impermeabilizantes por gravedad para controlar la humedad ascendente en paredes

Investigación realizada por (Adrianzen Vasquez Adherly) revela que las barreras químicas impermeabilizantes por gravedad mostraron una eficiencia considerable en el control de la humedad ascendente en las paredes. Los datos de los ensayos demostraron una disminución significativa en la absorción de humedad y un aumento en la resistencia al paso del agua. Además, se observó una mejora en la estabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de las paredes tratadas con las barreras químicas. Estos resultados indican que las barreras químicas impermeabilizantes por gravedad pueden ser una solución efectiva para mitigar los problemas de humedad ascendente en las estructuras de las paredes.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura (Gobierno de España).

La presencia de los COV está fundamentalmente influenciada por actividades en las que se empleen disolventes orgánicos. Algunas de las actividades donde es posible que se den emisiones de COV son:

Pinturas, barnices y la cera contienen disolventes orgánicos, al igual que muchos productos de limpieza, desinfección, cosméticos, desengrasantes (U.S. Environmental Protection Agency, 2024).

Capítulo 3: Metodología

Tipo de Investigación.

El tipo de 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

Equipos y Materiales.

En esta sección se detallan los diferentes equipos y materiales que fueron utilizados para el desarrollo del sellador de humedad a base de poliestireno expandido (EPS).

Tabla 2: 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 precision
14	Beaker de vidrio de 1000 ml.

Tabla 3: Variable e indicadores a tomar en cuenta para el proceso de elaboración de impermeabilizante.

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

Metodología

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 1m^3 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, tapagoteras, 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.



Ilustración 15: Ingredientes para la preparación de impermeabilizante.

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.

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 16: 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 17: 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 18: 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 19: 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 20: Toma de peso de los materiales impermeabilizado (Peso seco).



Ilustración 21: 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 22: Peso del material Saturado superficialmente seco (Peso SSS).



Ilustración 23: 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:

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

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

Resultados y análisis



Material: Bloque de concreto

Tabla 4: Resultados del ensayo de absorción según la norma ASTM C140

N°	Descripción	Absorción		Densidad (Kg/m ³)
		(Kg/m ³)	%	
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 5: 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 6: 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 7: 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 despide 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 8: 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 9: 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

- Adrianzen Vasquez Adherly , J. M. (2020). *Evaluacion de la eficiencia de barreras químicas impermeabilizantes por gravedad para controlar la humedad ascendente en paredes, Lambayeque 2020*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- Antonio de Jesús , A., Hernández Ortiz, A., Pérez González, G., Arce Vázquez, M., & Márquez Ortega, Á. (2020). Reformulación de una pintura a base de poliestireno expandido reciclado. *Memorias del Congreso Científico Tecnológico de las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Industrial y Telecomunicaciones, sistemas y electrónica*, 1-7. Recuperado el 5 de febrero de 2024
- ECOPLAS. (septiembre de 2020). *ecoplas.org.ar*. Recuperado el 25 de enero de 2024
- Gobierno de España. (s.f.). *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/>: https://www.miteco.gob.es/eu/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.html
- 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
- López, L., & Mora, W. (2019). Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial. *Informador Técnico*, 209- 219.
- Martínez López, C., & Laines Canepa, J. (enero-junio de 2013). Poliestileno expandido (EPS) y su problema ambiental. *KUXULKAB'*, XIX(36), 63-65.
- 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.
- Narciso Rodriguez, E. J., & Villanueva Lopez, C. D. (2022). *Influencia de los problemas de humedad en el deterioro de las viviendas del Asentamiento Humano Tres Estrellas – Chimbote - 2022*. Chimbote, Perú: Universidad César Vallejo.
- Ocean Concervancy. (2024). *Buildin a Clean Swell*.
- Organización Naciones Unidas. (2015). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Parada Rivera, M., Cárdenas Valencia, T., & Palmay, P. (2019). Evaluación de un recubrimiento anticorrosivo a base de poliestireno expandido reciclado.
- 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>

U.S. Environmental Protection Agency. (1 de marzo de 2024). <https://espanol.epa.gov/>. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-de-los-compuestos-organicos-volátiles-en-la-calidad-del-aire-interior>

Anexos

 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO				INFORME DE ENSAYO LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO ABSORCION Y COMPRESION EN LADRILLOS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67				
Proyecto:		<i>DISEÑO DE IMPERMEABILIZANTE A BASE EPC</i>			Fecha de ensayo:		<i>1-nov-24</i>	
Solicitante:		<i>Dirección de Investigación UNIVO (Arq. Hernán Hernández)</i>			Fecha de elaboración de informe:		<i>15-nov-24</i>	
Procedencia del Material:		---			Ejecutado por:		<i>Yulisa Gálvez</i>	
Compresion								
BLOQUE No	Long. (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	ABSORCION		DENSIDAD (Kg/M3)	Esfuerzo Area Neta (kg/Cm²)	Esfuerzo Area Bruta (kg/Cm²)
				(Kg/m³)	(%)			
INV-CU-EPC-LD001	LADRILLO NORMAL			275	16.6	1380	---	---
INV-CU-EPC-LD002	LADRILLO A			20	1.4	1345	---	---
INV-CU-EPC-LD003	LADRILLO B			114	7.8	1353	---	---
INV-CU-EPC-LD004	LADRILLO C			125	8.5	1337	---	---
Promedio	-	-	-	133	8.6	1354	---	---
	-	-	-					
Datos de Laboratorio								
C peso seco (g)	E peso SSS (g)	F peso Sum. (g)	Vol. Bruto (Cm³)	Vol. Neto (Cm³)	AREA Neta Prom. (%)	AREA Bruta (Cm²)	AREA Neta (Cm²)	CARGA (kg)
5236	6280	2485	---	3795	---	---	---	---
5314	5392	1440	---	3952	---	---	---	---
5228	5670	1805	---	3865	---	---	---	---
5284	5776	1825	---	3904	---	---	---	---
FORMULAS: $V_{\text{Neto}} = P_{\text{seco}} / (\text{Densidad} / 1,000) \qquad \text{Densidad} : P_{\text{seco}} / (P_{\text{SSS}} - P_{\text{SUMERGIDO}}) \times 1,000$ $\text{ABSORCION COMO PESO VOLUMETRICO} : (P_{\text{SSS}} - P_{\text{seco}}) / (P_{\text{SSS}} - P_{\text{sumergido}}) \times 1,000$								
Ing. Francisco Granados Jefe Técnico				Ing. Michelle Zelaya Gerente de Calidad				

 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO		INFORME DE ENSAYO LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "UNIVO" ABSORCIÓN Y COMPRESIÓN DE ADOQUINES [ASTM C 140]						
Proyecto:	DISEÑO DE IMPERMEABILIZANTE A BASE EPC				Fecha de elaboración de informe:		15/11/2024	
					Ejecutado por:		Yulisa Gálvez	
Solicitante:	Dirección de Investigación UNIVO (Arq. Hernán Hernández)				Procedencia del material:		---	
Fecha de Ensayo:		1/11/2024		Responsable de muestreo:		Cliente		
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO								
MUESTRA No.	ALTO (cms.)	ANCHO (cms.)	LARGO (cms.)	ABS. (%)	ABS. (kg/m³)	Densidad (kgs/m³)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm²)
INV-CU-EPC-AD001	ADOQUIN NORMAL			5.42	94.40	1741.46	---	---
INV-CU-EPC-AD002	ADOQUIN A			0.81	13.97	1726.39	---	---
INV-CU-EPC-AD003	ADOQUIN B			1.55	26.90	1739.17	---	---
INV-CU-EPC-AD004	ADOQUIN C			0.78	13.40	1717.16	---	---
PROM.				2.14			Prom.	---
Observaciones: <i>Ninguna.</i>								
Ing. Francisco Granados Jefe Técnico				Ing. Michelle Zelaya Gerente de Calidad				