



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERIO CIVIL

TEMA

**METODO DE IMPERMEABILIZACIÓN CON POLIESTIRENO
EXPANDIDO Y CAL PARA EVITAR FILTRACIONES EN CUBIERTAS
PLANAS**

TUTOR

Mgtr. SANTOS RODRÍGUEZ ARIANA AZUCENA

AUTORES

MARIO XAVIER CARRASCO SALAS

JOSE ALEXANDER REMACHE CARRILLO

GUAYAQUIL

2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Método de impermeabilización con poliestireno expandido y cal para evitar filtraciones en cubiertas planas.

AUTOR/ES:

Mario Xavier Carrasco Salas
José Alexander Remache Carrillo

REVISORES O TUTORES:

Mgtr. Santos Rodríguez Ariana Azucena

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería, Industria y
Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PAGS:

73 págs.

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE:

Cal, Humedad, Agua, Tratamiento de desechos

RESUMEN:

Este proyecto investigativo tiene como finalidad elaborar un impermeabilizante a base de poliestireno expandido, cal y thinner. El primer elemento es abundante en nuestro entorno ya que sirve para la protección de electrodomésticos y comúnmente es utilizado en el sector de la construcción. Por lo cual este método es una alternativa favorable para la reducción de este material. Otro problema presente en la construcción son las filtraciones

de agua en cubiertas. Si bien es cierto existe una gran variedad de impermeabilizantes pero esta alternativa posiblemente sea eficaz y cuente con una mayor rapidez en cuando a la preparación. Conociendo estos antecedentes se presenta la propuesta de este impermeabilizante el cual nos permitirá mitigar las filtraciones. Lo cual se demostrará mediante el implemento de un ensayo de penetración de agua en donde se dará uso al tubo Karsten. El cual nos permitirá saber con qué grado de impermeabilidad cuenta el impermeabilizante.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Carrasco Salas Mario Xavier Remache Carrillo José Alexander	Teléfono: 0998371987 0979713643	E-mail: mcarrascos@ulvr.edu.ec jremachec@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>Mgtr. Ing. Milton Andrade Laborde Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: (04)259 6500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgtr. Ing. Alexis Valle Benítez Director de la carrera de Ingeniería Civil Teléfono: (04)259 6500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

INFORME FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.asobanca.org.ec

Fuente de Internet

2%

2

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

1%

3

revistas.sena.edu.co

Fuente de Internet

1%

4

dspace.uniandes.edu.ec

Fuente de Internet

1%

5

www.remsa.us

Fuente de Internet

1%

6

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

Firma:

Ariana Santos R.

Ariana Azucena Santos Rodríguez

C.I. 0924044357

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El (Los) estudiante(s) egresado(s) **MARIO XAVIER CARRASCO SALAS Y JOSE ALEXANDER REMACHE CARRILLO**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Método de impermeabilización con poliestireno expandido y cal para evitar filtraciones en cubiertas planas** corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma: 

Mario Xavier Carrasco Salas

C.I. 0929445104

Firma: 

José Alexander Remache Carrillo

C.I. 0955669726

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **Método de impermeabilización con poliestireno expandido y cal para evitar filtraciones en cubiertas planas** designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **Método de impermeabilización con poliestireno expandido y cal para evitar filtraciones en cubiertas planas**, presentado por los estudiantes MARIO XAVIER CARRASCO SALAS Y JOSE ALEXANDER REMACHE CARRILLO como requisito previo, para optar al Título de Ingeniería Civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma: *Ariana Santos R.*

Ariana Azucena Santos Rodríguez

C.I. 0924044357

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la oportunidad que tuve de seguir estudiando y preparando para ser un profesional. Un agradecimiento especial a mi familia quienes siempre estuvieron para apoyarme.

Carrasco Salas Mario Xavier

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres quienes son parte fundamental de mi vida y a mi hermana mayor quien siempre me apoya.

Carrasco Salas Mario Xavier

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar por ayudarme en los buenos y malos momentos y a mi familia por darme el soporte de seguir adelante y no rendirme en este camino universitario A mis compañeros de la universidad por apoyarnos y seguir adelante todos juntos.

Remache Carrillo José Alexander

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a mi abuela Dolores Quinto y a mi abuelo José Remache por apoyarme desde el cielo. A mis padres por permitirme seguir estudiando y a mi hermano por ser un apoyo motivacional.

Remache Carrillo José Alexander

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Objetivo general.....	4
1.5. Objetivos específicos.....	4
1.6. Hipótesis o idea a defender.....	5
1.7. Línea de investigación institucional/facultad.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEORICO	6
2.1. Marco teórico.....	6
2.2. Impermeabilizante.....	10
2.2.1. Ventajas de impermeabilizar.....	10
2.2.2. Tipos de impermeabilizantes.....	11
2.3. Poliestireno expandido.....	11
2.3.1. Propiedades de poliestireno expandido.....	12
2.4. Cal.....	12
2.4.1. Usos frecuentes de la cal en construcción	13
2.5. Marco legal.....	13
2.5.1. Objetivo de Desarrollo Sostenible.....	13

2.5.2. Constitución de la Republica del Ecuador.....	14
2.5.3. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.....	14
2.5.4. Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva.....	15
CAPÍTULO III	16
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	16
3.1. Enfoque de la Investigación	16
3.2. Método de Investigación	16
3.3. Alcance de la Investigación.....	16
3.3.1. Investigación Experimental.....	16
3.4. Técnica e Instrumentos.....	17
3.5. Población y Muestra.....	17
3.6. Materiales y Equipos.....	17
3.7. Esquema de proceso para la elaboración.....	20
3.7.1. Explicación del esquema.....	21
4. Diseño del método de impermeabilización no tradicional.....	24
4.1. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 1).....	24
4.1.1. Observación del Ensayo N.º 1	25
4.1.2. Resultado del Ensayo N.º 1 mediante el tubo de Karsten.....	25
4.2. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 2).....	27
4.2.1. Observación del Ensayo N.º 2.....	27
4.2.2. Resultado del Ensayo N.º 2 mediante el tubo de Karsten.....	28
4.3. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 3).....	30
4.3.1. Observación del Ensayo N.º 3.....	30
4.3.2. Resultado del Ensayo N.º 3 mediante el tubo de Karsten.....	31
4.4. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 4).....	33
4.4.1. Observación del Ensayo N.º 4.....	33

4.4.2. Resultado del Ensayo N.º 4 mediante el tubo de Karsten.....	34
4.5. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 5).....	36
4.5.1. Observación del Ensayo N.º 5.....	36
4.5.2. Resultado del Ensayo N.º 5 mediante el tubo de Karsten.....	37
4.6. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 6).....	39
4.6.1. Observación del Ensayo N.º 6.....	39
4.6.2. Resultado del Ensayo N.º 6 mediante el tubo de Karsten.....	40
4.7. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 7).....	42
4.7.1. Observación del Ensayo N.º 7.....	42
4.7.2. Resultado del Ensayo N.º 7 mediante el tubo de Karsten.....	43
4.8. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 8).....	45
4.8.1. Observación del Ensayo N.º 8.....	45
4.8.2. Resultado del Ensayo N.º 8 mediante el tubo de Karsten.....	46
5. Análisis de Resultados.....	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

Tabla 1 Línea de investigación de la institución /facultad.....	5
Tabla 2 Técnicas de Tratamiento en la revisión	7
Tabla 3 Grado de Permeabilidad en función del agua	23
Tabla 4 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 1)	24
Tabla 5 Permeabilidad de agua para el Ensayo 1.....	26
Tabla 6 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 2)	27
Tabla 5 Permeabilidad de agua para el Ensayo 2.....	29
Tabla 8 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 3)	30
Tabla 9 Permeabilidad de agua para el Ensayo 3.....	32
Tabla 10 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 4)	33
Tabla 11 Permeabilidad de agua para el Ensayo 4.....	35
Tabla 12 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 5)	36
Tabla 13 Permeabilidad de agua para el Ensayo 5.....	38
Tabla 14 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 6)	39
Tabla 15 Permeabilidad de agua para el Ensayo 6.....	41
Tabla 16 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 7)	42
Tabla 17 Permeabilidad de agua para el Ensayo 7.....	44
Tabla 18 Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 8)	45
Tabla 19 Permeabilidad de agua para el Ensayo 8.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

Figura 1: Impermeabilizante bituminosa.....	6
Figura 2: Presencia de humedades.....	10
Figura 3: Poliestireno expandido.....	12
Figura 4: Cal.....	13
Figura 5: Thinner.....	17
Figura 6: Bloques.....	18
Figura 7: Poliestireno Expandido (Espumafon).....	18
Figura 8: Cal.....	18
Figura 9: Gramera.....	19
Figura 10: Arena.....	19
Figura 11: Cemento.....	19
Figura 12: Agua.....	19
Figura 13: Espatulas.....	20
Figura 14: Tubo de Karsten.....	20
Figura 15: Elaboración del Proceso.....	20
Figura 16: Recolección de poliestireno expandido.....	21
Figura 17: Mezcla de enlucido tradicional.....	21
Figura 18: Primer ensayo experimental.....	24
Figura 19: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 1 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)	25

Figura 20: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 1 (Ab_{agua} 10 min)	25
Figura 21: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 1 (Ab_{agua} 15 min)	26
Figura 22: Segundo ensayo experimental.....	27
Figura 23: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 2 (Ab_{agua} 5 min)	28
Figura 24: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 2 (Ab_{agua} 10 min)	28
Figura 25: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 2 (Ab_{agua} 15 min)	29
Figura 26: Tercer ensayo experimental.....	30
Figura 27: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 3 (Ab_{agua} 5 min)	31
Figura 28: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 3 (Ab_{agua} 10 min)	31
Figura 29: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 3 (Ab_{agua} 15 min)	32
Figura 30: Cuarto ensayo experimental.....	33
Figura 31: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 4 (Ab_{agua} 5 min)	34
Figura 32: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 4 (Ab_{agua} 10 min)	34
Figura 33: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 4 (Ab_{agua} 15 min)	35
Figura 34: Quinto ensayo experimental.....	36
Figura 35: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 5 (Ab_{agua} 5 min)	37
Figura 36: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 5 (Ab_{agua} 10 min)	37
Figura 37: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 5 (Ab_{agua} 15 min)	38
Figura 38: Sexto ensayo experimental.....	39
Figura 39: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 6 (Ab_{agua} 5 min)	40

Figura 40: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 6 (Ab _{agua} 10 min)	40
Figura 41: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 6 (Ab _{agua} 15 min)	41
Figura 42: Séptimo ensayo experimental.....	42
Figura 43: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 7 (Ab _{agua} 5 min)	43
Figura 44: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 7 (Ab _{agua} 10 min)	43
Figura 45: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 7 (Ab _{agua} 15 min)	44
Figura 46: Octavo ensayo experimental.....	45
Figura 47: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 8 (Ab _{agua} 5 min)	46
Figura 48: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 8 (Ab _{agua} 10 min)	46
Figura 49: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 8 (Ab _{agua} 15 min)	47
Figura 50: Análisis de Resultados	48

INTRODUCCIÓN

Existe una gran variedad de impermeabilizantes en la actualidad tales como: asfálticos, acrílicos, cementosos, prefabricados, ecológicos, fibratos, elastomérico que tienen ciertas características que los diferencian uno del otro. La cal como principal elemento de este impermeabilizante tiene diferentes propiedades y es de vital importancia en procesos químicos, como: lubricantes, neutralización de ácidos, cuantificador, deshidratador y materia prima de diversos procesos.

El cambio químico que se genera cuando la piedra caliza es sometida a muy altas temperaturas es llamativa, ya que se cuece a 900 °C en un respectivo horno y este mineral a su vez sufre una descomposición a óxido de calcio liberando CO₂

La cal viva también es llamada como óxido de calcio, la cual a lo largo del tiempo ha sido utilizada para evitar que algunas enfermedades sigan propagándose. Su nombre se debe a que esta misma reacciona de una forma energética con el agua en lo cual se puede apreciar su reacción.

Cuando el agua se relaciona con la cal estas moléculas se dividen dando lugar al hidróxido de Cal o también como se lo conoce como Cal hidratada y esta con el tiempo se transformará en carbonato de calcio.

El Poliestireno Expandido es un material muy conocido debido a sus características y sus usos. Como por ejemplo en el uso de la construcción es usado para el aislamiento térmico y acústico. Así como en otros sectores se usa para la protección de equipos electrónicos y frágiles o de gran cuidado.

¿Cómo se obtiene el Poliestireno expandido? Este se obtiene en consecuencia de un proceso de polimerización del estireno, al cual se le introduce un agente de expansión.

Como todos los materiales plásticos, el poliestireno expandible deriva en último término del petróleo. Hay que tener en cuenta que solo un 6% del petróleo se dedica a la fabricación de productos químicos y plásticos frente a un 94% dedicado a combustibles para transporte y calefacción.

Las combinaciones de estos dos elementos en conjunto con materiales tradicionales podrían ayudar a desarrollar un impermeabilizante que podría llegar a ser una solución rápida, eficaz y contar con un proceso de elaboración no compleja. Debido a una dosificación correcta se podría obtener un impermeabilizante que cumpla con los requerimientos en función del problema que se presente.

CAPÍTULO I

1.1. Tema

Método de impermeabilización con poliestireno expandido y cal para evitar filtraciones en cubiertas planas.

1.2. Planteamiento del Problema:

El Poliestireno Expandido o conocido en el Ecuador como el espumafón, plumafón que se tira a la basura es de menor cantidad en comparación a las del plástico. Este material ocasiona pérdidas o daños al momento de ingresar al sistema marino y esto hace que se contaminen las aguas.

En la actualidad, solo se recupera el 50% de los residuos de poliestireno expandido. Estos pueden terminar en vertederos o siendo incinerado, por lo que genera una salida poco amigable y sostenible al ambiente. La propuesta de investigación es que este residuo sea reaprovechado de nuevo en construcción o en las propias industrias y así terminar con el ciclo de vida de este problemático material.

Por otra parte, la cal es el químico más utilizado y antiguo por el hombre. Este material es adhesivo, es permisible para trabajar y presenta alta durabilidad en el ámbito de la construcción. Además, la cal tiene una textura porosa donde tiene control para la humedad y sin afectar a otros materiales.

Las superficies planas y especialmente las cubiertas tipo losa en la mayoría de las veces están expuestas a la intemperie como son los factores del clima especialmente en invierno, debido a las lluvias. Al existir una mínima fisura en las construcciones, el agua debido al tipo de estructura es capaz de llegar a lugares menos pensados.

No obstante, actualmente existen en varias construcciones los problemas de filtraciones de agua, esto suele suceder en cubiertas ya sean planas o inclinadas. Estos problemas comúnmente ocurren por el deterioro de la misma o por una mala ejecución a la hora de ser construida. De este modo, esto ocasiona las goteras con diferentes manifestaciones ya sean manchas y hasta el propio goteo.

Cuando el agua se presenta en estas filtraciones, en ciertas ocasiones es debido al efecto de la presión hidrostática. Esto hace que el agua se filtre en poros, juntas y principalmente en grietas

que ocasiona la presencia de moho y esto hace que el ambiente sea húmedo y dé como resultado la proliferación de bacterias y hongos que son perjudiciales para la salud del ser humano.

Los impermeabilizantes ayudan a proteger las superficies contra la humedad y las filtraciones y deberían estar presente en cada construcción, ya que si por alguna razón existe una filtración se debe atender lo más pronto posible para evitar futuros problemas. Los impermeabilizantes ayudan a la estructura para que obtengan mayor periodo de vida útil.

En toda estructura es un problema latente tener filtraciones porque no solo afecta la fachada sino también la parte estructural. En el caso del hormigón y especialmente del acero afecta de manera significativa y, por ende, cualquier estructura no será capaz de responder a los esfuerzos y carga para la que fue diseñada.

Con este proyecto se empleará el Poliestireno Expandido y la cal como impermeabilizante para mitigar el daño que sucede en el ambiente y solucionar los problemas que ocasionan las filtraciones de agua en cubiertas.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo ayudará el impermeabilizante con poliestireno expandido y cal para las filtraciones en cubiertas planas?

1.4. Objetivo General

Diseñar un método de impermeabilización con poliestireno expandido y cal para evitar filtraciones en cubiertas planas

1.5. Objetivos Específicos

- Identificar los 3 elementos que se aplicarán mediante una investigación para la elaboración del impermeabilizante
- Establecer las cantidades a aplicar mediante distintas dosificaciones para obtener diversos tipos de muestra.
- Comparar los tipos de muestra desarrollando un cuadro comparativo para así llegar a una muestra con mejor resultado.

1.6. Hipótesis

Con la aplicación del impermeabilizante no tradicional disminuirán las filtraciones en cubiertas planas para una adecuada comodidad.

1.7. Línea de Investigación Institución/Facultad

Línea 3. Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.

Tabla 1: *Línea de investigación de la institución/facultad*

Dominio	Línea institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente i materiales innovadores para la construcción	Territorio Materiales de construcción

Elaborado por: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2023

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Marco Teórico

En este capítulo se abordan todos aquellos proyectos que se relacionen con el tema de investigación, en los cuales se muestren información valida con pruebas, experimentos y resultados, de tal manera que evidencie que la investigación sea factible.

En Estados Unidos se realizó una investigación acerca de una “Comparación ambiental y económica del ciclo de la vida de las soluciones impermeabilizantes para cubiertas planas” donde realizan un análisis del ciclo de vida de los materiales que van utilizar, los cuales fueron: los bituminosas, sintéticas, liquidas y a base de cemento. Además, consideraron elaborar una tabla para posibles soluciones comparándolas ya sea económicamente y ambientalmente. En donde los resultados fueron que las bituminosas fueron la mejor opción ya que en comparación en costo e impacto ambiental presentaron mejores valores. (Miriana Gonçaves, José Dinis Silvestre, Jorge de Brito & Raul Gomes, 2019)



Figura 1: Impermeabilizante bituminosa

Fuente: (DANOSA, n.d.)

Arthuz Lopez y Perez Mora nos hablan acerca de las “Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial” lo dividieron en casos primarios, secundarios, terciario y cuaternario. Donde el primario consistía en realizar operaciones mecánicas para obtener productos similares. El secundario era calentar el material y aglutinarlo y así tener un material similar para que ocupe menos espacio. El terciario es la transformación del material con solventes. El cuaternario es la incineración. Mediante dichos casos se realizaron técnicas de revisión para determinar cuál resulto el de menor impacto ambiental. (Lizette Arthuz-López & Walter Pérez-Mora, 2019)

Tabla 2 *Técnicas de Tratamiento en la revisión*

Tipo de Tratamiento	Técnica	Técnicas en la revisión (%)
Primario	Manual	14.29
	Mecánico	16.07
Secundario	Aglutinamiento	7,14
Terciario	Tolueno	12,50
	Benceno	7,14
	Cloroformo	7,14
Terciario	Tetrahidrofurano	5,36
	D-limoneno	23,21
	P- Cimenos	1,79
Cuaternario	Producción de energía	5,36

Fuente: (Lizette Arthuz-López & Walter Pérez-Mora, 2019)

Gómez del Águila nos comenta sobre un análisis comparativo del costo estructural de una edificación empleando losas aligeradas con poliestireno expandido haciendo una comparación con los ladrillos de arcilla, donde se determinó el costo y las características que adoptan las secciones estructurales. Su finalidad era obtener que material es más económico, de tal manera se elaboró un diseño estructural en ambos casos. Como conclusión obtuvieron que el costo es prácticamente lo mismo excepto en la mano de obra para los ladrillos de arcilla ya que es más fácil de colocar y que las secciones de los elementos estructurales no varían. (Cosinga Pérez, Anthony Bryan Gómez del Águila & Rodolfo Andrés, 2018)

La precipitación es un factor importante a considerar en el estudio de las filtraciones producidas en losas de cubiertas. Valero (2021), declara en su tesis de maestría que la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias incrementan con el paso del tiempo. La potencialidad de las precipitaciones, así como también, el aumento sus ocurrencias, son aspectos que revelan la necesidad de mejorar la impermeabilización de las losas de cubiertas, en aras de evitar las filtraciones que en un momento dado podrían disminuir el tiempo de vida útil de la edificación, como también, ocasionar pérdidas materiales. (Valero Fajardo, 2021)

El objetivo de este proyecto investigativo es la elaboración de un impermeabilizante con plástico PET, PEAD además de los materiales tradicionales, los cuales realizaron varios ensayos por medio del tubo Karsten para obtener una muestra óptima para sustituir los materiales tradicionales. Por consiguiente, sus resultados no fueron óptimos ya sea económicamente y como un impermeabilizante. (Tutivén Hidalgo & Baque Ortega, 2020)

Esta investigación trata acerca de la elaboración de un impermeabilizante que ayude a mitigar las filtraciones de agua que están presentes en el subsuelo y así proteger las estructuras que allí se encontraran. La composición en cuanto a trabajar con minerales son las más eficaces al momento de impermeabilizar, pero el inconveniente cuando se trabaja con estos es que tienen una baja resistencia al agrietamiento de los recubrimientos. (Liapidevskaya, 2019)

De tal manera, en este proyecto su principal elemento será el cemento que cuente con una alta elasticidad, adherencia a una base de cemento, resistencia a grietas. A su vez, se realizaron pruebas incluyendo micro sílice y etilvinilacetato y como resultaron concluyeron que el material tenía altas características físicas y mecánicas, y recomendarían su uso. (Liapidevskaya, 2019)

Una experiencia que aporta a esta tesis es una manta para impermeabilización en cubiertas usando desechos de la construcción y materiales naturales como el uso de fibras naturales tejidas, donde se espera obtener un adecuado funcionamiento con respecto a la intemperie en distintas infraestructuras y edificaciones y se obtuvo resistencia al agua, viabilidad de uso y amigable con el medio ambiente y sus costos es más baratos a otros impermeabilizantes. (Trujillo Molina, Joel David, 2018)

El objetivo de este proyecto es diseñar un manual constructivo acerca de cómo utilizar manto de hormigón para losas como impermeabilizantes. Con la ayuda de muestras tomadas y llevadas a laboratorio permite se conoció acerca de que tan efectivo es el uso de este tipo de impermeabilizante y a su vez se lo compara con los demás utilizados en la construcción. (Arias Salazar, Daicy Paola, Rodríguez Verdugo & Fernanda del Rosario, 2021)

Un caso de impermeabilizante son los de España elaborados con cal y la eco-puzolana, ya que mediante la unión de estos dos materiales es capaz de activar su endurecimiento muy rápido, para la restauración de edificios de albañilería con su aplicación de manera sencilla con brocha o rodillo. Por consiguiente, su adherencia es excelente siempre y cuando sean sólida y sin ninguna parte de desprendimiento. (Ortín Rull, Gabriel; Lleal, Joan; Valdivieso Coca, Eva; Sala, Daniele, 2020)

En cambio, en Perú existen diferentes tipos de materiales de impermeabilizantes, entre ellos la cal para losas aligeradas y mediante maquetas fisuradas se ha logrado identificar una mejor simplicidad. Los materiales que aplicaron como impermeabilizantes tuvieron una disminución de permeabilidad, esto quiere decir que ayudaron a evitar el paso del agua. (Villena Ccorpa, Cynthia Rocio, 2019)

Obtener este producto con material orgánico tradicional dirigido a viviendas populares es decir de bajo recursos, usar pocos productos de construcción y a su vez minimizar el impacto ambiental del mismo ayudará a disminuir los costos del tratamiento de impermeabilización. (Ariel Espinoza & Miguel Soto, 2018)

El impermeabilizante de cemento modificado con polímeros incluye materiales de impermeabilización cristalinos capilares cementosos, ya que estos al entrar en contacto con el agua tienen una reacción química y como su mismo nombre lo indica crea una estructura cristalina permanente que crece una masa de hormigón rellenando sus poros y fisuras. (Yiwang Bao, Danyu Jiang & Jianghong Gong, 2017)

En esta sección de conceptos se obtendrá mayor conocimiento acerca del material de reciclaje que se está explicando, conocer el concepto específico del impermeabilizante y sus tipos

2.2. Impermeabilizante:

Un impermeabilizante ayuda a evitar que cualquier fluido atraviese una superficie, este puede actuar como un paraguas protegiendo la zona en la cual se lo haya aplicado por ejemplo en cubiertas, terrazas y suelos. De tal manera, con la llegada de las lluvias, humedades o cualquier tipo de adversidad climática, el impermeabilizante es el adecuado para obtener una construcción eficaz y segura. (Basics, 2021).

En una edificación después de suceder ciertos daños, no se aconseja impermeabilizar por encima de grietas o por goteras. Lo primordial que se debe hacer es reparar el daño ocasionado por la humedad o por el agua, de tal manera se podrá llevar a cabo el uso del impermeabilizante. (Programacion, 2018)

Toda edificación debe ser impermeabilizada; puesto que, la humedad que se presente puede generar un aspecto negativo a la propiedad. Además de que los materiales pueden deteriorarse con el tiempo; también puede afectar a las personas con enfermedades como: el asma o aquellas personas que sufran de cualquier tipo de alergia etc; por tal razón, se debe tener un cuidado respectivo sobre las humedades en la edificación. (INNOVAR, 2019)



Figura 2: Presencia de humedades

Fuente: (Pintuco, 2020)

2.2.1. Ventajas de impermeabilizar:

Las ventajas de impermeabilizar son muy relevantes ya que ayudan a alargar y proteger la vida de la superficie, de las cuales son las siguientes:

- Aísla y protege de manera significativa a tu edificación de la lluvia
- Crea ambientes más confortables y disminuye la temperatura interna

- Los impermeabilizantes se usan en amplias gamas de superficies en su totalidad (MAPEI, 2021)

2.2.2. Tipos de impermeabilizantes:

Acrílicos: Estos son los impermeabilizantes líquidos y estos se componen a partir resinas. De tal manera, tienen una gran capacidad elástica y comúnmente se aplican con agua. Poseen una gran resistencia y durabilidad a las tensiones por lo que son ideales en distintos trabajos. (Ferreteria, 2019)

Mantos impermeables: Estas soportan trabajos mecánicos, estos requieren propiedades de elongación, resistencia y flexibilidad al rasgado. Además; pueden tener estar bajo tierra o en contacto prolongado con el agua. (Ferreteria, 2019)

Asfálticos: Se adapta a todas las superficies exteriores. Especialmente útil en superficies verticales y horizontales que pueden resistir la inmersión. Estos se pueden asfálticos en base de solvente y en base agua. (Ferreteria, 2019)

Cementosas: Estos tienen propiedades adhesivas del cemento y puede mantenerse en contacto permanente con el agua y la propia humedad. De tal manera, es usado para construcciones de mampostería o concreto. Comúnmente se usa en muros de contención o cisternas. (Ferreteria, 2019)

2.3. Poliestireno expandido:

Es aquel material plástico espumado composición de un 98% de aire, tiene una ligereza y se combina con excelentes propiedades de absorción de impactos y aislamiento térmico y además tiene una gran resistencia. Donde, este material es muy peculiar su uso en sectores industriales, como la construcción y el alimentario, entre otros. (Industries, 2017)

El poliestireno expandido tiene un costo relativamente bajo y esto permite que su adquisición sea de una manera más factible. Además, es un material muy ligero que es utilizado comúnmente como material de relleno para diferentes elementos tales como: nivelaciones de terreno y losas aligeradas. (FANOSA, 2020)



Figura 3: Poliestireno expandido

Fuente: (Industriales, n.d.)

2.3.1. Propiedades del poliestireno expandido:

- Es un material muy ligero de fácil manejo
- Es un aislante térmico puede conservarse tanto el frío como el calor
- Es monomaterial, esto quiere decir 100% reciclable, tienen origen fósil y vegetal.
(Industries, 2017)

2.4. Cal

Es uno de los productos químicos más versátiles que existen, tiene muchas aplicaciones en diversos campos como la minería, la agricultura, la construcción y el medio ambiente etc. La cal es un material aglutinante que, al igual que el cemento y el yeso es altamente alcalino. (Ecomateriales, 2020)

La cal como elemento para impermeabilización a lo largo de los años ha tenido un impacto positivo sobre todo en la construcción ya que al mezclarse con otros materiales se puede resultados que ayuden a mitigar la humedad. Este material nos proporciona varios beneficios, donde puede retener el agua; por lo tanto, en los muros, paredes o pisos no se generará humedad y al mismo tiempo este material es económico por lo tanto su adquisición es de manera más cómoda. La cal se la ha utilizado desde varias épocas ya que evita y disminuye la filtración de agua de manera significativa; además de que las bacterias y virus no se impregnen en la superficie en la cual sea aplicado. (MYCAL, 2021)



Figura 4: Cal

Fuente: (CALTEK, n.d.)

2.4.1. Usos frecuentes de la cal en construcción

- Mampostería de bloques
- Elaboración de pinturas
- Colocación de suelos de baldosas y piedra. (Ecomateriales, 2020)

2.5. Marco legal

El tema tiene como propósito respetar y adaptar la normativa legal para garantizar que la comunidad o población habite en un entorno saludable y además asegurar la edificación.

Así mismo este proyecto de investigación tiene como punto de partida el Art. 561, ya que debemos tener control de los desperdicios especialmente del plástico debido a que su proceso de descomposición tarda mucho tiempo y al tener como elemento principal el poliestireno ayudaremos a la reducción de desperdicios de este material

2.5.1. Objetivo de Desarrollo Sostenible

Según la ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible) el objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, tiene relación con el proyecto de investigación de acuerdo a:

9.b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas. (ONU, 2023)

2.5.2. Constitución de la República del Ecuador

Sección segunda Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak awsay. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador, 2021)

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador, 2021)

Sección Sexta Hábitat y Vivienda

Art.30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (Ecuador, Constitución de la República del Ecuador, 2021)

2.5.3. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

Título VII Gestión Integral De Residuos Y Desechos Capítulo I Disposiciones Generales

Art. 561. Principios. - El ejercicio de la gestión integral de residuos y desechos, además aquellos establecidos en el Código Orgánico del Ambiente, se regirá por los siguientes principios:

a) Corrección en la fuente: Adoptar todas las medidas pertinentes para evitar, minimizar, mitigar y corregir los impactos ambientales desde el origen del proceso productivo, así como para prevenir los impactos en la salud pública. (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, 2019)

b) Minimización en la fuente: La generación de residuos y/o desechos debe ser prevenida prioritariamente en la fuente y en cualquier actividad. Se adoptarán las medidas e implementarán las restricciones necesarias para minimizar la cantidad de residuos y desechos que se generan en el país. (Reglamento al Código Organico del Ambiente, 2019)

c) Responsabilidad común pero diferenciada: Cada actor de la cadena de producción y comercialización de un bien, tendrá responsabilidad en la gestión de residuos y desechos de acuerdo a su alcance. (Reglamento al Código Organico del Ambiente, 2019)

d) De la cuna a la cuna: Procurar la calidad, ecodiseño y fabricación de productos con características que favorezcan el aprovechamiento y minimización de la generación de residuos y desechos, contribuyendo al desarrollo de una economía circular. (Reglamento al Código Organico del Ambiente, 2019)

e) Consumo de bienes y servicios con responsabilidad ambiental y social: Implementar patrones de consumo y producción sostenible para proteger al ambiente, mejorar la calidad de vida, lograr el desarrollo sostenible y el buen vivir. (Reglamento al Código Organico del Ambiente, 2019)

2.5.4. Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva

Este proyecto de investigación tiene como referencia la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva para el aprovechamiento del material como el poliestireno expandido para darles nuevos usos como en el caso del impermeabilizante.

Título I

GENERALIDADES

Capítulo I

OBJETO, ÁMBITO, PRINCIPIOS Y OBJETIVOS

5. Eficiencia: Consiste en la aplicación de las mejores prácticas de producción, comercio y estrategias de desarrollo sostenible en el uso y aprovechamiento de materiales, recursos, bienes y servicios. (Ley Organica De Economia Circular Inclusiva, 2020)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es una manera de ver las ideas propuestas asociadas con la investigación siendo este un proceso sistemático, disciplinado y controlado. En esta investigación el enfoque será cuantitativo que se basa en la recolección de datos para comprobar la hipótesis relacionándolo con la medición numérica y estadística.

El enfoque cuantitativo se aplicará cuando se recolecten datos para conocer el comportamiento de la muestra mediante diferentes dosificaciones y de esa forma determinar si será factible el objeto de estudio.

3.2. Método de Investigación

La metodología de la investigación es aquel conjunto de técnicas y procedimientos que se aplican de forma sistemática y ordenada en la elaboración de un estudio durante un proceso de investigación, la metodología forma parte del trabajo en sí constituyendo la etapa que divide a la realización del mismo de acuerdo a las características de trabajo se apega más al método deductivo.

El método deductivo es un método científico que se basa en estrategias de razonamiento lógico. Se relaciona a con esta investigación, al momento que se ha referenciado con trabajos similares donde se usaron estos materiales, previamente se evaluó las características de los materiales mediante diferentes ensayos obteniendo resultados y conclusiones en las cuales se verifica la viabilidad de este proyecto.

3.3. Alcance de la Investigación

3.3.1. Investigación Experimental

La investigación Experimental es aquella que consigue los datos por medio de la experimentación y comparar sus variables, para determinar las causas y/o efectos de los fenómenos de estudio. (Significados , 2021)

Esta investigación es Experimental porque se hicieron ensayos para determinar cuánto se filtró en cada bloque. De tal manera, se verificó cuál de todos los ensayos realizados es el que menos filtraciones tuvo para comodidad de la edificación.

3.4.Técnica e instrumentos

Los ensayos que se realizó en dicha investigación serán por medio de bloques donde cada uno tendrá diferentes dosificaciones con el poliestireno expandido, cal y después de determinado tiempo se sabrá cuál filtra menos agua por medio del tubo de Karsten (Ver Figura 14)

3.5.Población y Muestra

Se realizarán varias muestras con diferentes dosificaciones para la elaboración del impermeabilizante con poliestireno expandido y cal adicional con thinner para determinar el comportamiento que puedan obtener. Se trata como método por motivos de que solamente se determinara cuánto va a filtrar en cada ensayo que se vaya a realizar con un proceso adecuado.

Las características de este método es que se implementarán materiales no tradicionales para su elaboración y tiene como ventaja ser elaborado con poliestireno expandido para ayudar al medio ambiente y además ayudar en las construcciones para evitar posibles humedades, presencia de moho etc.

3.6.Materiales y Equipos

Para el diseño del impermeabilizante y el enlucido tradicional se empleó los siguientes materiales y equipos que se observan en las siguientes figuras:



Figura 5: Thinner

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 6: Bloques

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 7: Poliestireno Expandido (Espumafon)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 8: Cal

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 9: Gramera

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 10: Arena

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 11: Cemento

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 12: Agua

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 13: Espatulas

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)



Figura 14: Tubo de Karsten

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

3.7. Esquema de proceso para la elaboración

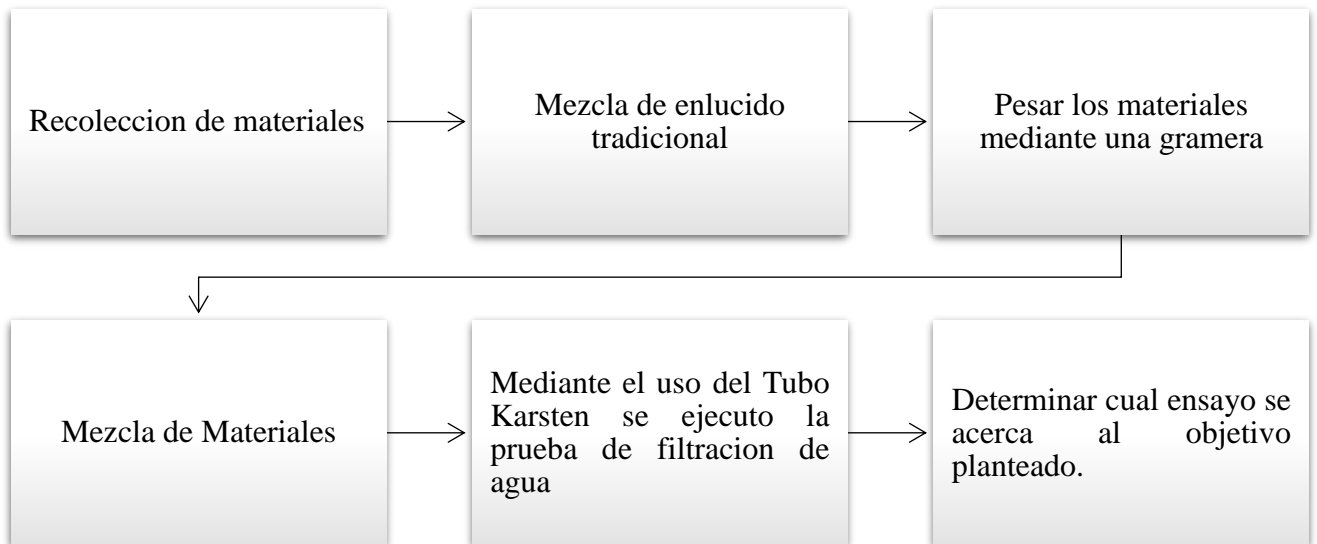


Figura 15: Elaboración del proceso

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

3.7.1. Explicación del esquema

- **Recolección de materiales**

Poliestireno Expandido

El material cumplió con su función principal, que es la protección de los productos electrónicos; es decir, pasan a ser desperdicio y gracias a esta investigación se les dará un nuevo uso. La recolección del poliestireno expandido se puede ver en la siguiente figura (Figura 16):



Figura 16: Recolección de poliestireno expandido

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

- **Mezcla de enlucido tradicional**

La aplicabilidad de este impermeabilizante no tradicional está considerado principalmente para las cubiertas tipo losa. Por lo cual se trata de asimilar el mismo escenario; es decir, al menos la superficie donde se realizarán los ensayos. Este enlucido fue realizado con los siguientes materiales: arena, cemento y agua. La mezcla del enlucido tradicional se puede ver en la siguiente figura (Figura 17):

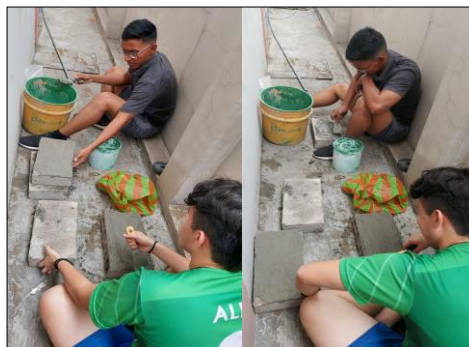


Figura 17: Mezcla de enlucido tradicional

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

- **Pesar los materiales mediante una gramera**

Una manera de llevar el control de la cantidad a emplearse es el uso de la gramera; por consiguiente, es de vital importancia el uso del mismo. (Ver Figura 9)

- **Mezcla de Materiales**

Para llevar a cabo esta investigación es necesario la combinación de los diferentes de tipos de materiales a implementarse los cuales se han mencionados anteriormente:

1. Verter el thinner en un recipiente
2. Introducir el poliestireno expandido completamente en el líquido para que se disuelva.
3. Una vez realizado los pasos anteriores, se procede a incorporar la cal, para así obtener el producto.

- **Mediante el uso del Tubo Karsten se ejecutó la prueba de filtración de agua**

Tubo Karsten

Lleva el nombre del ingeniero alemán Rudolf Karsten, es un tubo de vidrio transparente que posee una base circular de 2,5 de diámetro. Existen dos versiones con mediciones en parámetros verticales y horizontales. (Ver Figura 14) (Carlos Wagner M., n.d.)

Pruebas

El tubo Karsten se fijará a la superficie en este caso al ensayo que se vaya a estudiar, dicho tubo será fijado con una masilla plástica. Se empleará la siguiente expresión:

$$Ab_{agua} (\text{Absorción de agua}) = Ab_{agua} 15 \text{ min} - Ab_{agua} 5 \text{ min}$$

Según el valor del coeficiente de absorción de agua con los siguientes tiempos: 5, 10, 15 minutos, para así obtener nuestro grado de permeabilidad.

A partir de este punto se realizarán ensayos lo cuales nos permitirán saber con qué grado de permeabilidad cuenta cada tipo de muestra en un tiempo de 10 minutos (Ver tabla 3), llegando así una conclusión.

Tabla 3: *Grado de Permeabilidad en función del agua*

PENETRACIÓN EN cm ³ EN DIEZ MINUTOS	ESTIMACIÓN
Más de 3,0	Permeabilidad muy alta
De 2,4 a 3,0	Permeabilidad Alta
De 1,0 a 2,4	Mediana Permeabilidad
De 0,4 a 1,0	Baja Permeabilidad
De 0,2 a 0,4	Impermeabilidad Relativa
De 0,1 a 0,2	Impermeable
Menos de 0,1	Sin Actividad Capilar

Fuente: (Fernandez, 2018)

4. Diseño del método de impermeabilización no tradicional

Para dar inicio al método de impermeabilización no tradicional se realizaron varios ensayos con diferentes dosificaciones y diferentes procedimientos para tener un correcto impermeabilizante.

A continuación, se detallará las diferentes dosificaciones para el método de impermeabilización:

4.1.Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 1)

Tabla 4: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 1)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	30 g
Thinner	60 g
Cal	20 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 30 g de poliestireno expandido, 60 g de thinner y 20 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde(antiguo) para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El primer ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 18):



Figura 18: Primer ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.1.1. Observación del Ensayo N.º 1

La superficie del primer ensayo experimental por no estar enlucida se crearon burbujas dentro del impermeabilizante no tradicional, además de que las dosificaciones aplicadas no satisfacían por completo al bloque. Además, resultado inflamable.

4.1.2. Resultado del Ensayo N.º 1 mediante el tubo de Karsten

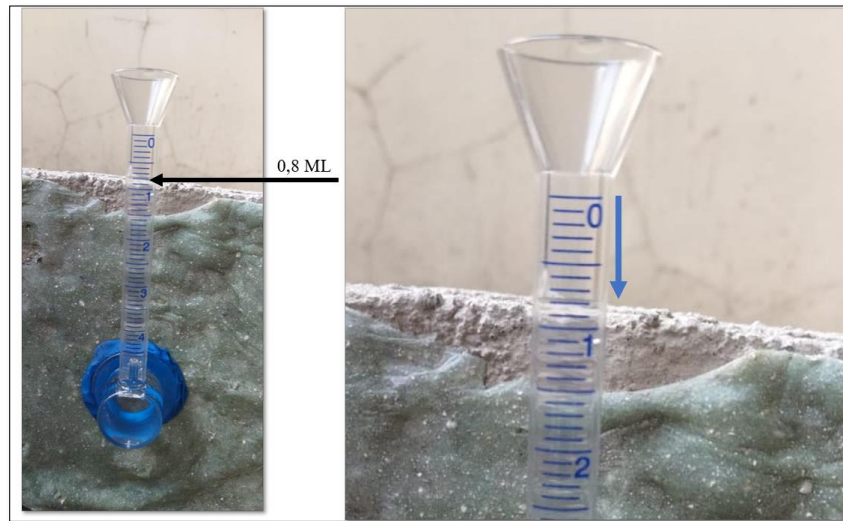


Figura 19: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 1 (Ab_{agua} 5 min)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0,8 ml

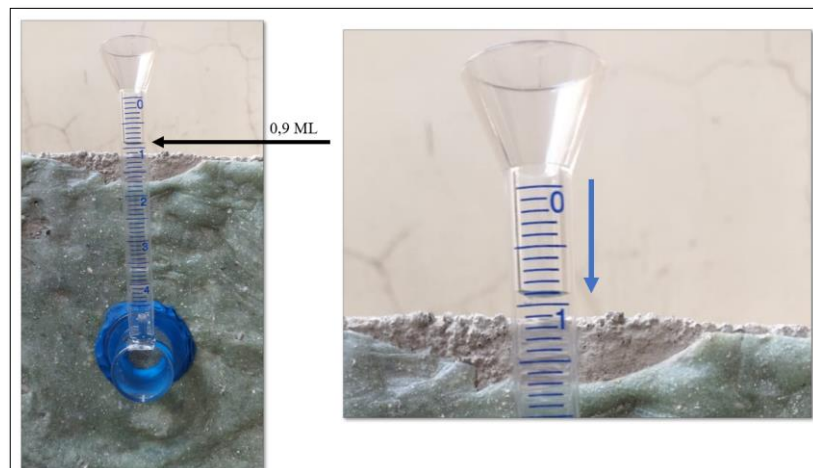


Figura 20: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 1 (Ab_{agua} 10 min)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,9 ml

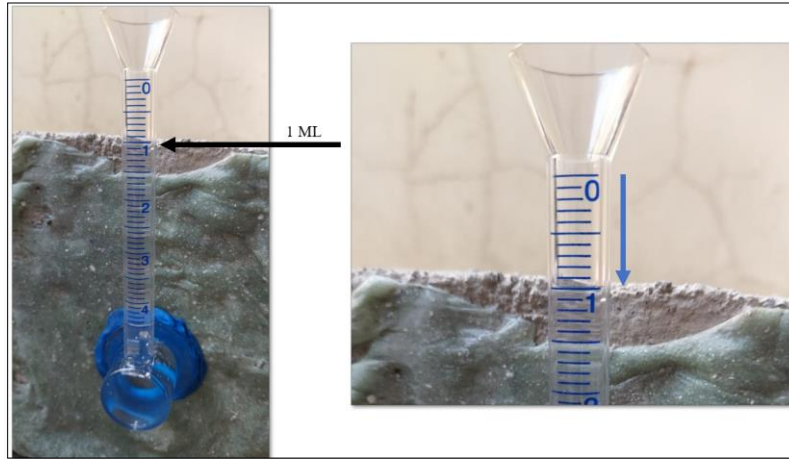


Figura 21: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 1 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 1 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 5: Permeabilidad de agua para el Ensayo 1

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0,8 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,9 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	1 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 1 \text{ ml} - 0,8 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,2 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0,2 ml** tiene una estimación de **Impermeable Relativa o Impermeable**

4.2.Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 2)

Tabla 6: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 2)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	100 g
Thinner	200 g
Cal	50 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 100 g de poliestireno expandido, 200 g de thinner y 50 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde(antiguo) para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El segundo ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 22):



Figura 22: Segundo ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.2.1 Observación del Ensayo N.º 2

La superficie del segundo ensayo experimental en este caso estuvo enlucida y no se presentaron una gran cantidad de burbujas en comparación al Ensayo N.º 1, además de que las dosificaciones satisfacían por completo al bloque. Además, resultó inflamable.

4.2.2 Resultado del Ensayo N.º 2 mediante el tubo de Karsten

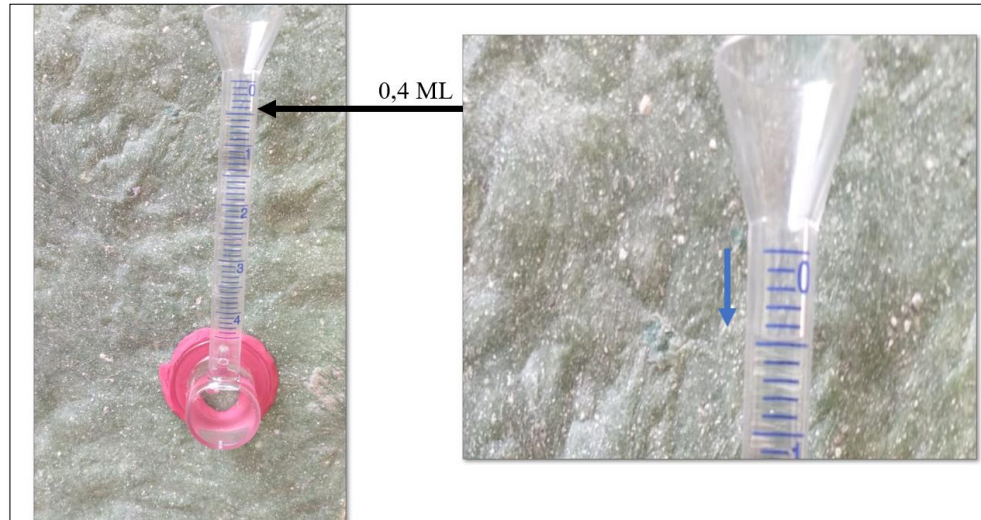


Figura 23: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 2 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0,4 ml

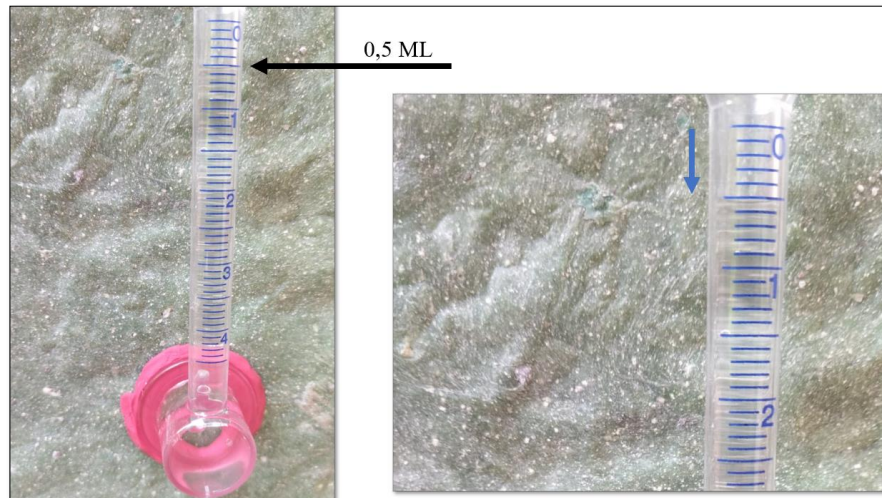


Figura 24: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 2 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,5 ml

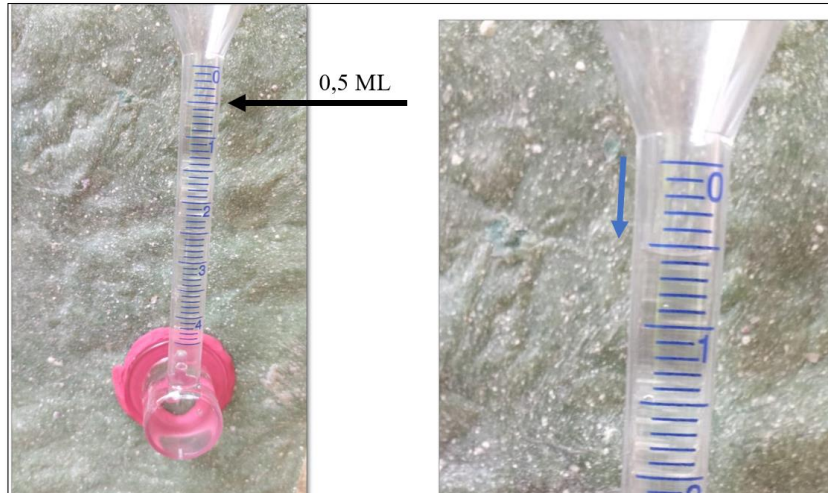


Figura 25: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 2 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 0,5 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocando en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 7: Permeabilidad de agua para el Ensayo 2

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0,4 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,5 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	0,5 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la formula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,5 \text{ ml} - 0,4 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,1 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0,1 ml** tiene una estimación de **Impermeable**

4.3. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 3)

Tabla 8: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 3)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	170 g
Thinner	340 g
Cal	25 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 170 g de poliestireno expandido, 340 g de thinner y 25 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El tercer ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 26):



Figura 26: Tercer ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.3.1 Observación del Ensayo N.º 3

La superficie del tercer ensayo experimental, en este caso tampoco se enlució por motivos de que se cambiaron las dosificaciones para obtener nuestro impermeabilizante deseado, pero se obtuvo el mismo resultado del primer ensayo el problema de las burbujas. Además, resulto inflamable.

4.3.2 Resultado del Ensayo N.º 3 mediante el tubo de Karsten

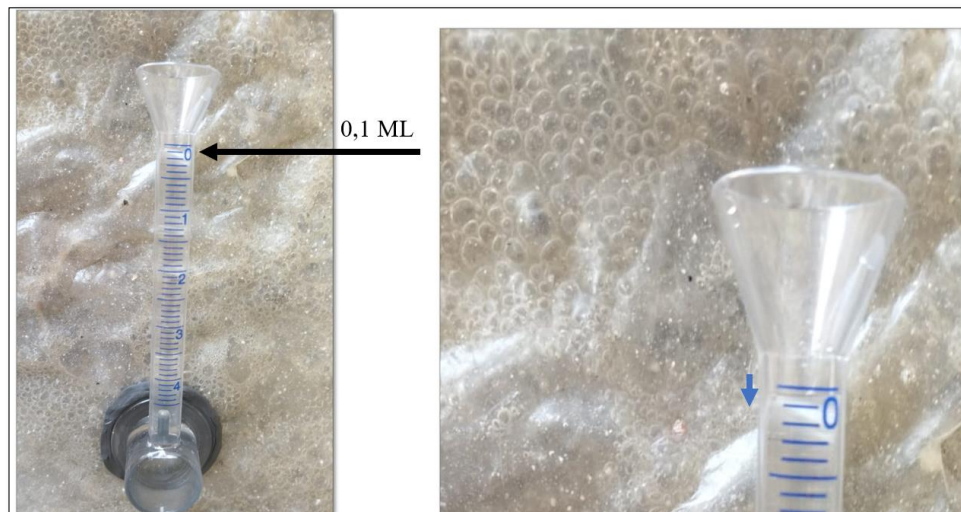


Figura 27: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 3 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0,1 ml

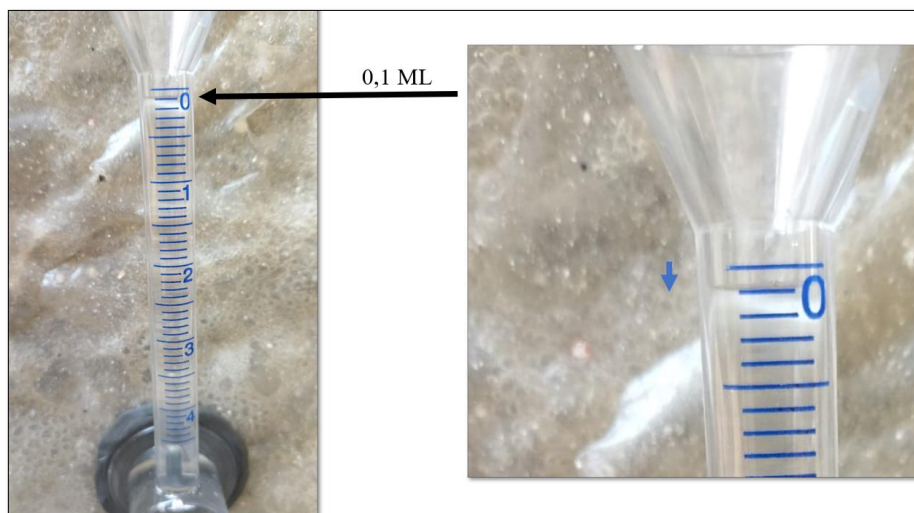


Figura 28: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 3 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,1 ml

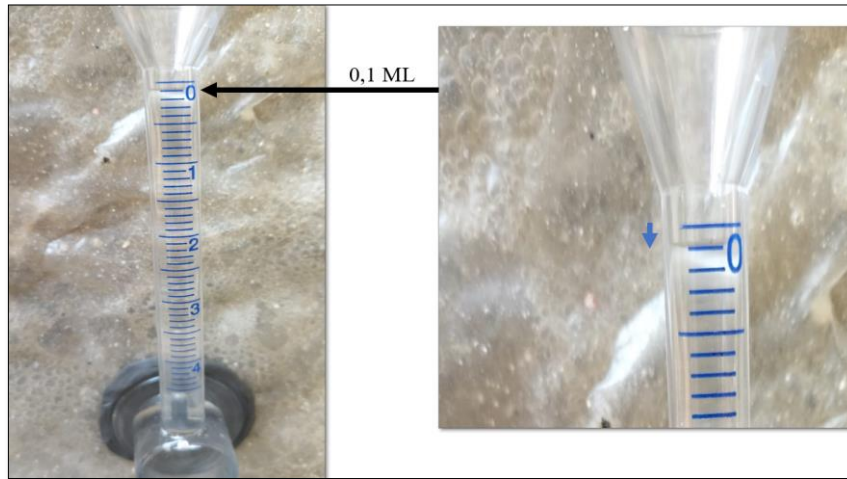


Figura 29: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 3 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 0,1 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 9: Permeabilidad de agua para el Ensayo 3

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0,1 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,1 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	0,1 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,1 \text{ ml} - 0,1 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0 ml** tiene una estimación de **Sin Actividad Capilar**

4.4.Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 4)

Tabla 10: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 4)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	105 g
Thinner	420 g
Cal	60 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 105 g de poliestireno expandido, 420 g de thinner y 60 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El cuarto ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 30):



Figura 30: Cuarto ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.4.1 Observación del Ensayo N.º 4

A partir de este ensayo se utilizaron una mayor cantidad de poliestireno expandido y una menor cantidad de cal, de tal manera se presenta el problema de las burbujas por mayor cantidad poliestireno, sin importar que el bloque estuviera enlucido. Además, resulto inflamable.

4.4.2. Resultado del Ensayo N.º 4 mediante el tubo de Karsten

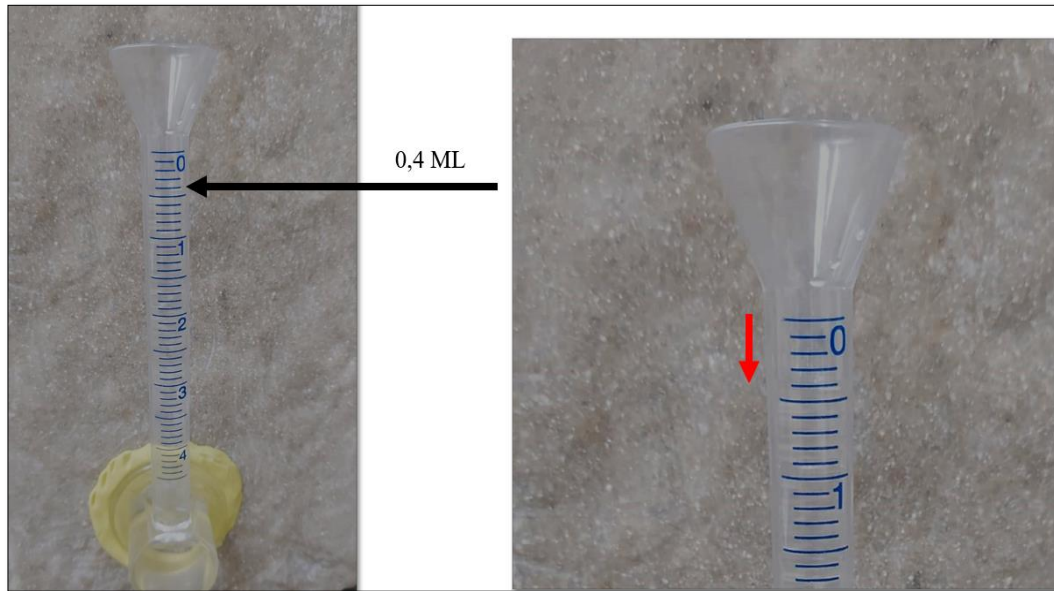


Figura 31: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 4 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0,4 ml

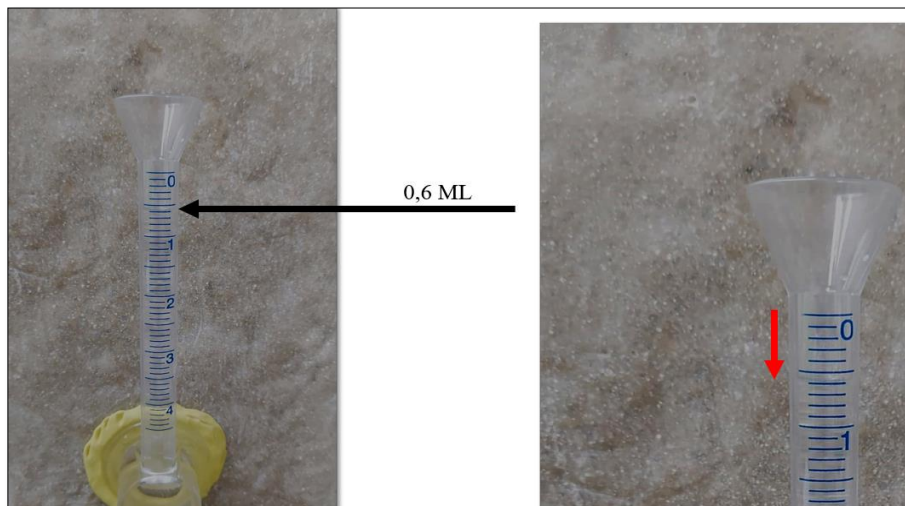


Figura 32: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 4 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,6 ml

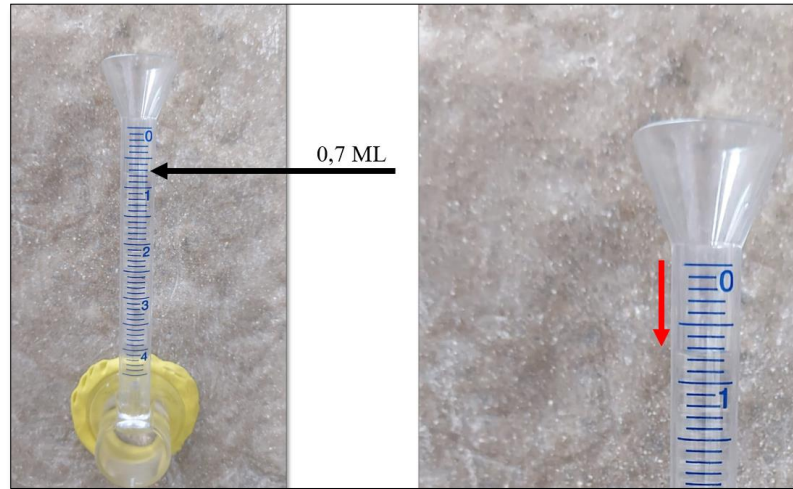


Figura 33: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 4 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 0,7 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 11: Permeabilidad de agua para el Ensayo 4

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0,4 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,6 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	0,7 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,7 \text{ ml} - 0,4 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,3 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0,3 ml** tiene una estimación **Impermeable Relativa**

4.5. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 5)

Tabla 12: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 5)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	466 g
Thinner	550 g
Cal	20 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 466 g de poliestireno expandido, 550 g de thinner y 20 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El quinto ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 34):



Figura 34: Quinto ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.5.1. Observación del Ensayo N.º 5

En este ensayo se utilizó una mayor cantidad de poliestireno expandido y una menor cantidad de cal, de tal manera que se presentó el problema de las burbujas por mayor cantidad poliestireno que el anterior, sin importar que el bloque estuviera enlucido. Además, resulto inflamable.

4.5.2. Resultado del Ensayo N.º 5 mediante el tubo de Karsten

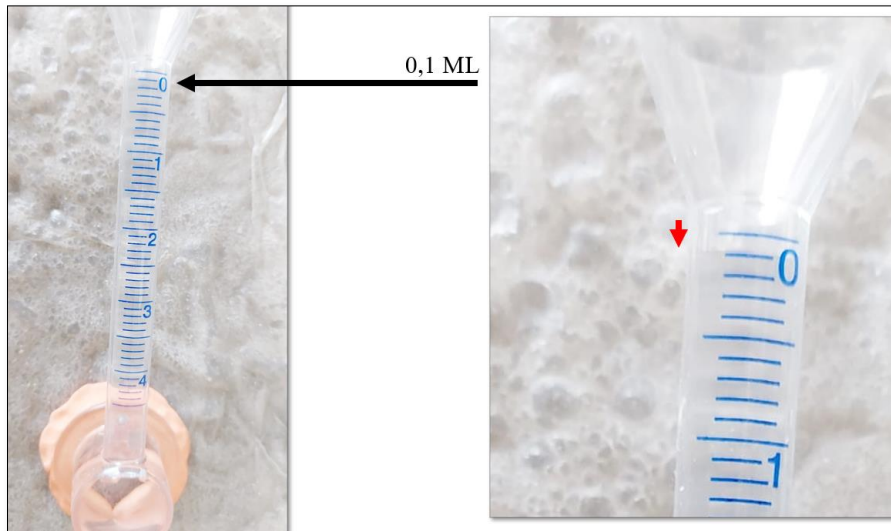


Figura 35: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 5 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0,1 ml

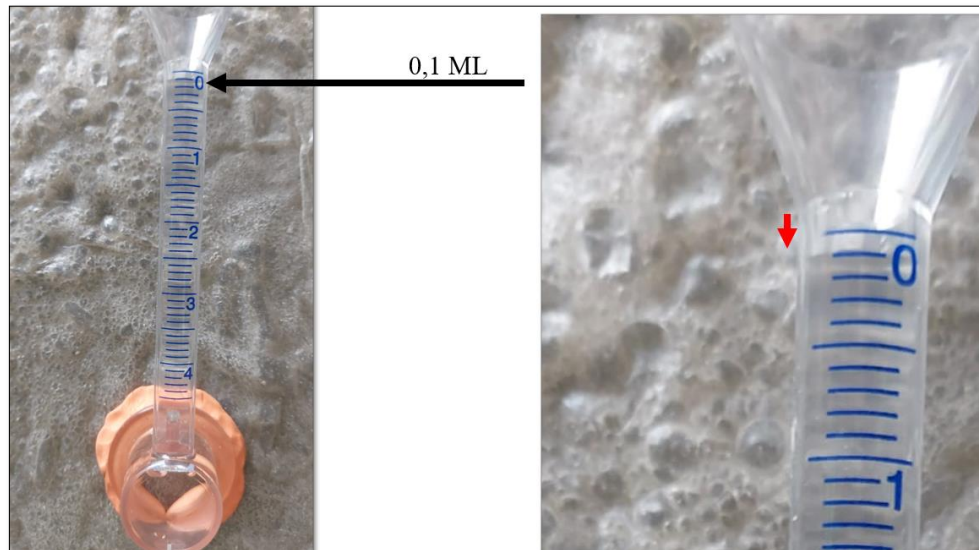


Figura 36: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 5 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,1 ml

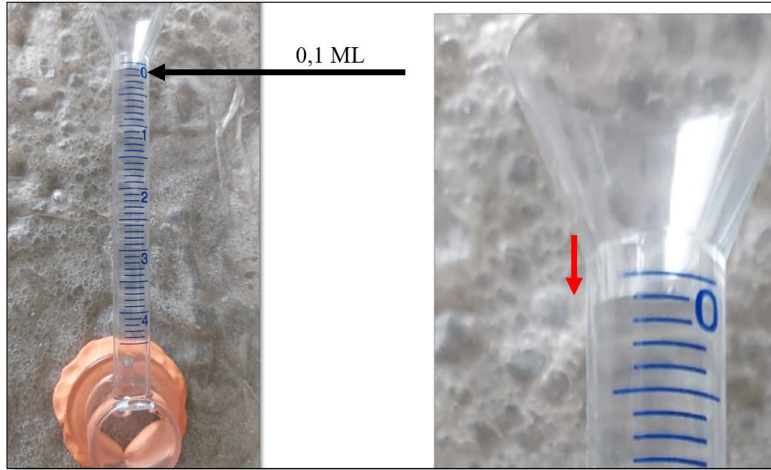


Figura 37: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 5 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 0,1 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 13: Permeabilidad de agua para el Ensayo 5

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0,1 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,1 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	0,1 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,1 \text{ ml} - 0,1 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0 ml** tiene una estimación de **Sin Actividad Capilar**.

4.6. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 6)

Tabla 14: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 6)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	90 g
Thinner	400 g
Cal	40 g

Fuente: Sexto ensayo de agregados

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 90 g de poliestireno expandido, 400 g de thinner y 40 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El sexto ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 38):



Figura 38: Sexto ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023))

4.6.1 Observación del Ensayo N.º 6

En este ensayo se utilizó una cantidad moderada pero no se presentarán tantas burbujas a comparación a los anteriores ensayos. Además, resultado inflamable.

4.6.2 Resultado del Ensayo N.º 6 mediante el tubo de Karsten

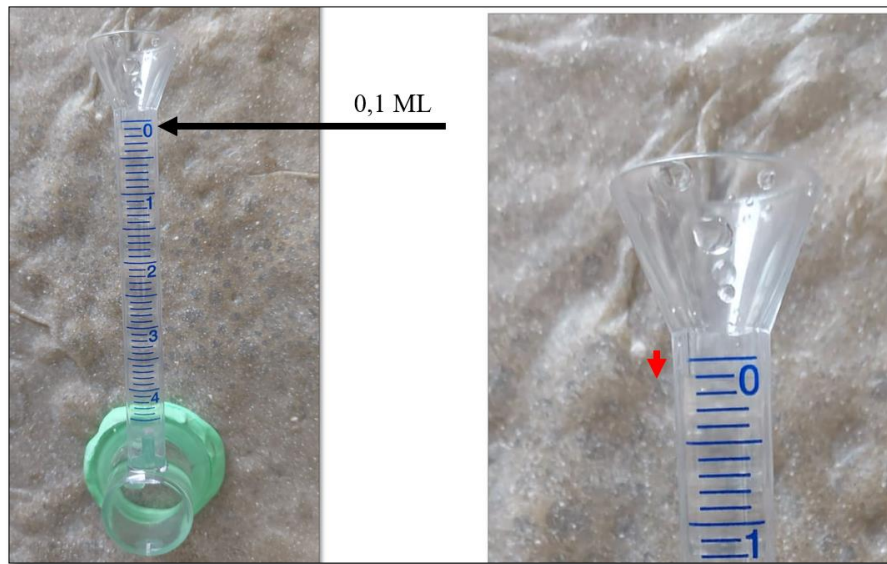


Figura 39: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 6 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0,1 ml

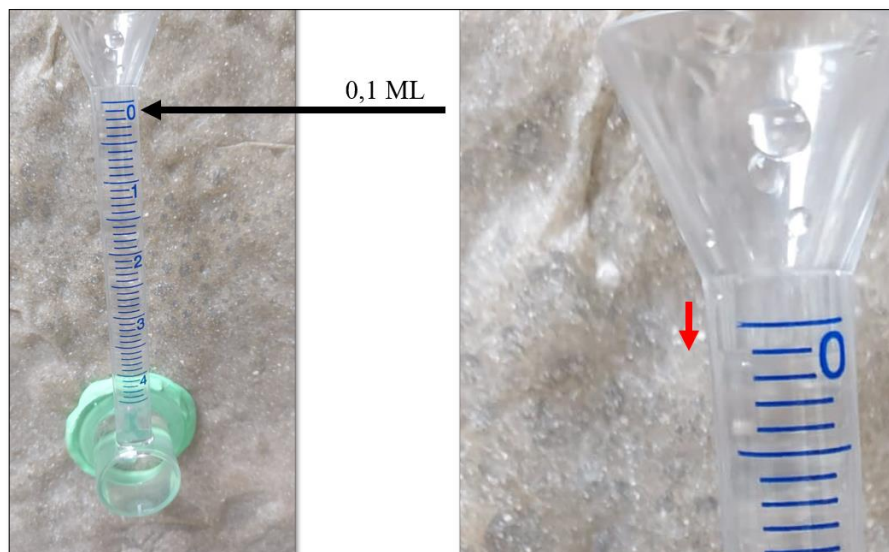


Figura 40: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 6 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,1 ml

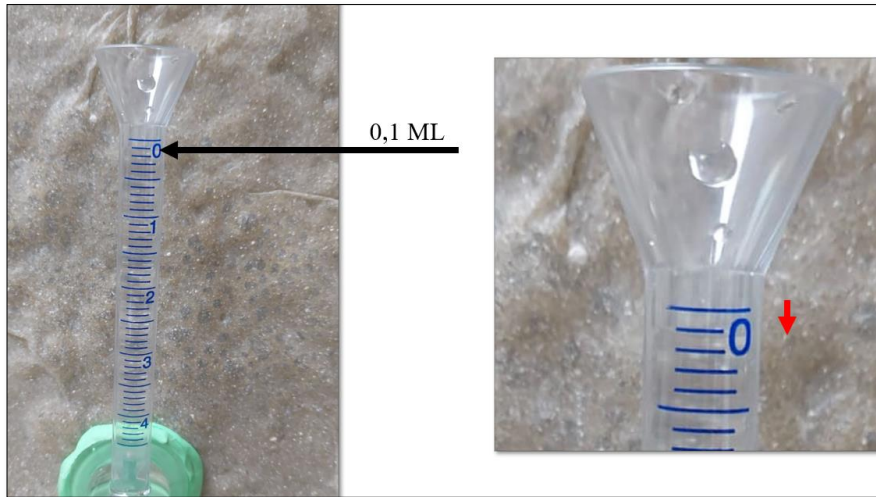


Figura 41: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 6 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 0,1 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 15: Permeabilidad de agua para el Ensayo 6

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0,1 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,1 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	0,1 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,1 \text{ ml} - 0,1 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0 ml** tiene una estimación de **Sin Actividad Capilar**.

4.7. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 7)

Tabla 16: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 7)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	60 g
Thinner	400 g
Cal	100 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 60 g de poliestireno expandido, 400 g de thinner y 100 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El séptimo ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 42):



Figura 42: Séptimo ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.7.1. Observación del Ensayo N.º 7

En este ensayo se utilizó mayor cantidad de Cal y resultó que no se presentaron burbujas de tal manera este ensayo resultó óptimo a comparación a los demás. No resultó inflamable

4.7.2. Resultado del Ensayo N.º 7 mediante el tubo de Karsten

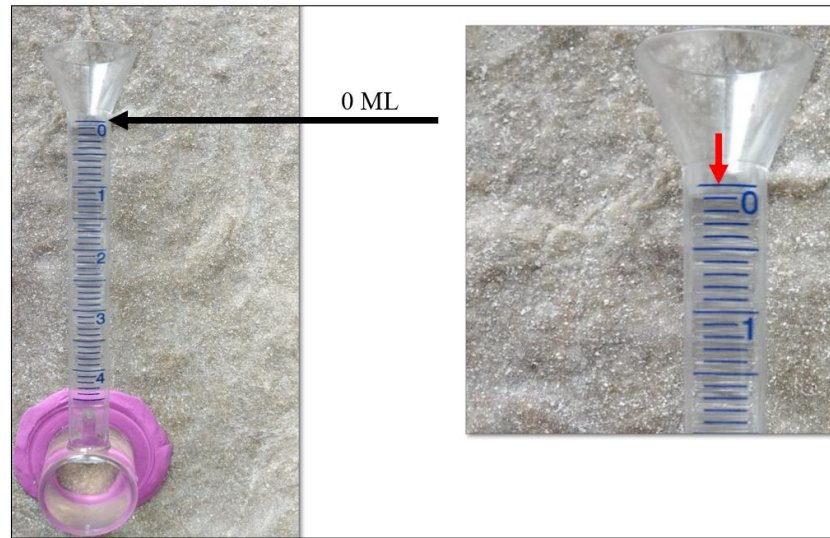


Figura 43: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 7 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 0 ml

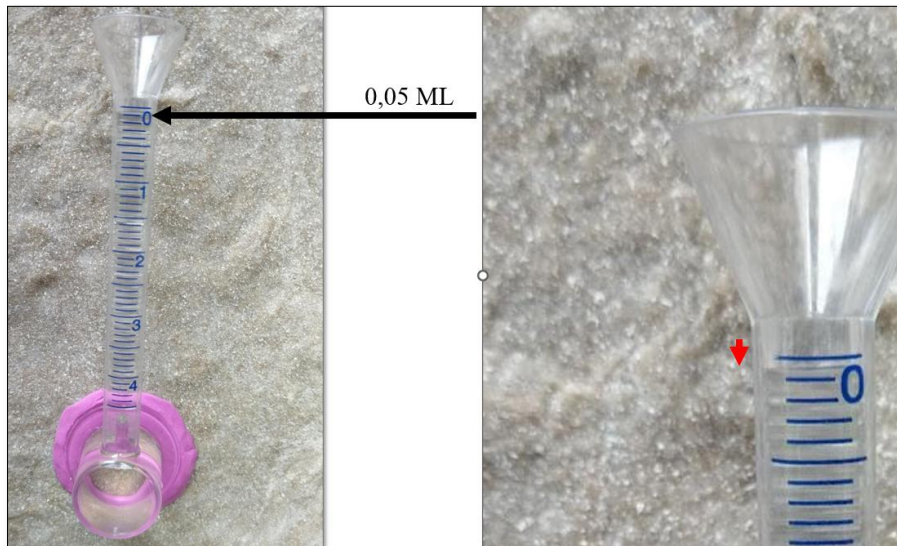


Figura 44: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 7 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 0,05 ml

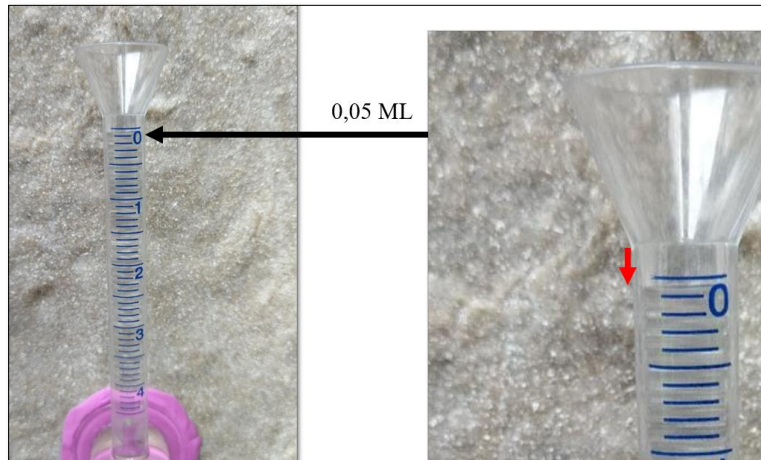


Figura 45: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 7 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 0,05 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 17: Permeabilidad de agua para el Ensayo 7

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	0 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	0,05 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	0,05 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,05 \text{ ml} - 0 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 0,05 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **0,05 ml** tiene una estimación de **Sin Actividad Capilar**.

4.8. Desarrollo del Experimento (Ensayo N.º 8)

Tabla 18: *Diferentes dosificaciones para el impermeabilizante (Ensayo 8)*

Materiales	Cantidad
Poliestireno Expandido	100 g
Thinner	400 g
Cal	200 g

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Se trabajó con las siguientes dosificaciones 100 g de poliestireno expandido, 400 g de thinner y 200 g de cal. En primer lugar, se cortaron en pedazos pequeños el poliestireno expandido para poder utilizar la gramera y por consiguiente se utiliza la gramera con los otros materiales, se mezclaron los materiales en un balde para luego aplicarlos en el bloque.

Se ubicó la mezcla al secado natural para luego de 20 días realizar la prueba de absorción de humedad. El octavo ensayo se puede ver en la siguiente figura (Figura 46):



Figura 46: Octavo ensayo experimental

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

4.8.1. Observación del Ensayo N.º 8

En este ensayo se utilizó mayor cantidad de cal que el anterior ensayo. A simple vista resultado óptimo ya que no presento el problema de las burbujas. No resultado inflamable

4.8.2. Resultado del Ensayo N.º 8 mediante el tubo de Karsten

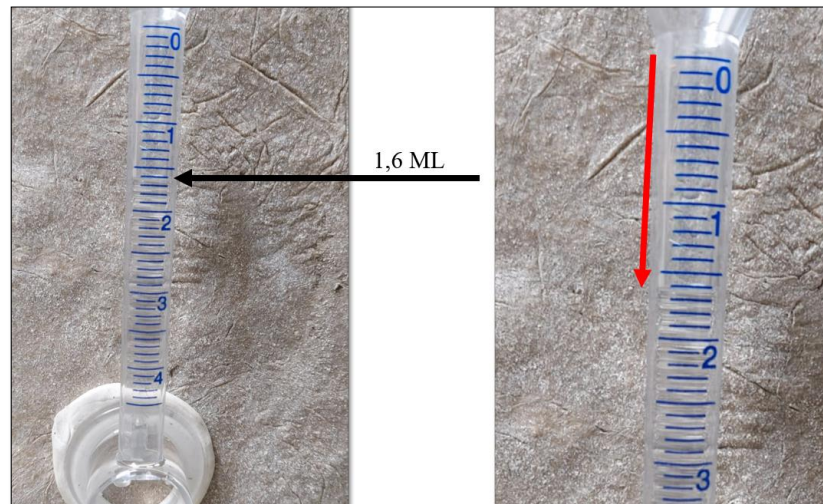


Figura 47: Absorción de agua a los 5 minutos del Ensayo 8 ($Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 5min tuvo una filtración de 1,6 ml

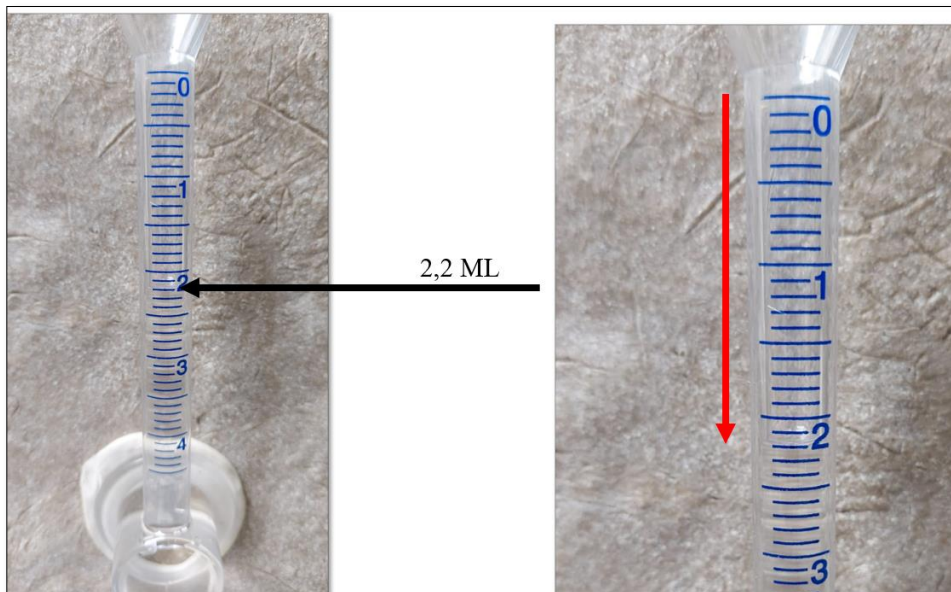


Figura 48: Absorción de agua a los 10 minutos del Ensayo 8 ($Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$)

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 10min tuvo una filtración de 2,2 ml

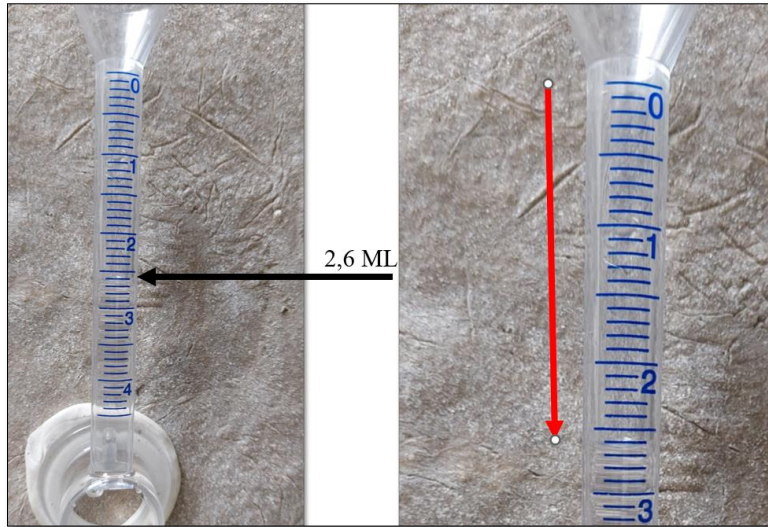


Figura 49: Absorción de agua a los 15 minutos del Ensayo 8 ($Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$)
Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

El tubo indica que a los 15min tuvo una filtración de 2,6 ml

Los datos mencionados anteriormente serán colocados en la siguiente tabla para tener los valores ordenados y proceder a realizar la fórmula para absorción de agua

Tabla 19: Permeabilidad de agua para el Ensayo 8

Ensayo de permeabilidad de agua	
Coefficiente de absorción de agua	Impermeabilizante No Tradicional
$Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$	1,6 ml
$Ab_{\text{agua}} 10 \text{ min}$	2,2 ml
$Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min}$	2,6 ml

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

Después de tener los datos de absorción de agua durante los siguientes tiempos 5,10,15 minutos se aplicará la fórmula mencionada anteriormente para obtener nuestro valor de absorción de agua en 10 minutos

$$Ab_{\text{agua}} = Ab_{\text{agua}} 15 \text{ min} - Ab_{\text{agua}} 5 \text{ min}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 2,6 \text{ ml} - 1,6 \text{ ml}$$

$$Ab_{\text{agua}} = 1 \text{ ml}$$

Según los resultados obtenidos el grado de permeabilidad en función del agua (Ver Tabla 3) es **1 ml** tiene una estimación de **Mediana Permeabilidad y Baja Permeabilidad**.

5. Análisis de Resultados

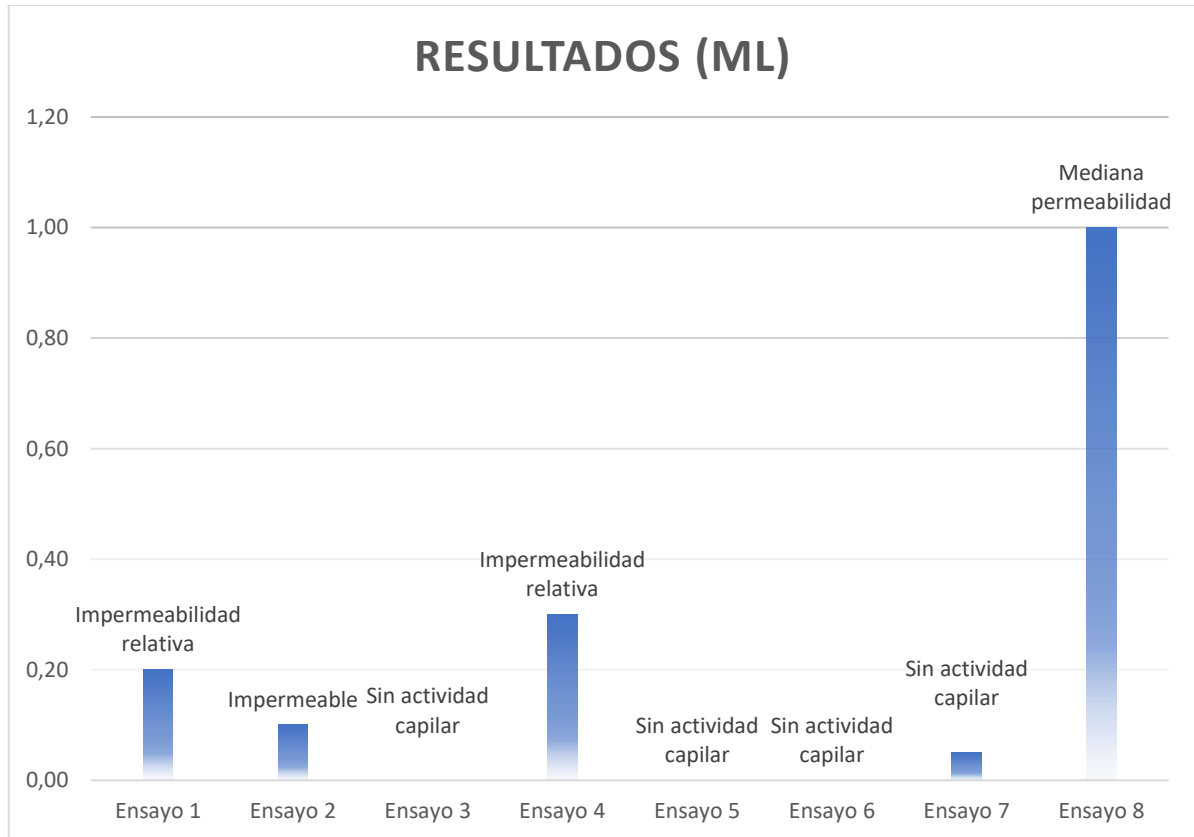


Figura 50: Análisis de Resultados

Elaborado por: Carrasco M. & Remache J. (2023)

- **Ensayo 1:** Impermeabilidad relativa, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 54.55%, Cal 18.18% y Poliestireno 27.27%.
- **Ensayo 2:** Impermeable, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 57.14%, Cal 14.29% y Poliestireno 28.57%.
- **Ensayo 3:** Sin actividad capilar, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 63.55%, Cal 4.67% y Poliestireno 31.78%.
- **Ensayo 4:** Impermeabilidad relativa, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 71.79%, Cal 10.26% y Poliestireno 17.95%.
- **Ensayo 5:** Sin actividad capilar, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 53.09%, Cal 1.93% y Poliestireno 44.98%.

- **Ensayo 6:** Sin actividad capilar, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 75.47%, Cal 7.55% y Poliestireno 16.98%.
- **Ensayo 7:** Sin actividad capilar, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 71.43%, Cal 17.86% y Poliestireno 10.71%.
- **Ensayo 8:** Mediana permeabilidad, el porcentaje de los elementos fueron, Thinner 57.14%, Cal 28.57% y Poliestireno 14.29%.

CONCLUSIONES

- Los materiales utilizados para la elaboración del impermeabilizante fueron: thinner, cal y Poliestireno expandido. El Thinner ayuda a disolver el Poliestireno, y la cal permite estabilizar los dos elementos antes mencionados. En el proceso de experimentación se pudo evidenciar que, si se aplicaba un mayor porcentaje de poliestireno que cal, este tenía una reacción en la cual se hacían burbujas de aire, por esta razón se optó por aumentar el porcentaje de cal en comparación del thinner en consecuencia de esto ya no se formaban las burbujas de aire.
- En todos los ensayos se usó un mayor porcentaje el Thinner. A partir del Ensayo N.º 1 hasta el Ensayo N.º 6, el Poliestireno expandido se empleó en mayor cantidad en comparación con la cal. Estos al ser sometidos a fuego resultaron inflamables ya que la llama se extendió por todo el impermeabilizante. A su vez los ensayos 7 y 8, al contrario de los ensayos anteriores la cal se usó con mayor cantidad comparado con el Poliestireno y al ser sometidos a fuego solo quedó hollín y no resultaron inflamables. Pero el ensayo 8 al llevar más cal disminuyó su capacidad de impermeabilidad por lo que usar mucha cal no es recomendable.
- Con la Figura 50 se puede interpretar que los ensayos obtuvieron resultados óptimos ya que sus valores se encuentran desde Permeabilidad mediana hasta Sin actividad capilar. Finalmente, el ensayo con mejor resultado fue el **Ensayo N.º 7**, ya que, según la figura 50, el producto tuvo como resultado (Sin Actividad Capilar) que casi no hubo penetración de agua en el impermeabilizante. Además, que el impermeabilizante no es inflamable en comparación a los ensayos anteriores, ya que se realizó una prueba donde se sometió al fuego y no se prendió.

RECOMENDACIONES

- Para la realizar los ensayos es necesario contar con los materiales esenciales como son; gramera, espátula, thinner, poliestireno expandido, cal.
- Al momento de aplicar el impermeabilizante se debe tener la superficie limpia
- Se recomienda utilizar mayor cantidad de cal para evitar que se formen burbujas en el impermeabilizante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Salazar, Daicy Paola, Rodríguez Verdugo, & Fernanda del Rosario. (2021). DSpace Universidad Indoamerica: Diseño de UN manual técnico constructivo con mantos de hormigón para la impermeabilización de las losas Y cubiertas inaccesibles en la parroquia de Izamba Canton Ambato. Retrieved from <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2520>
- Ariel Espinoza, & Miguel Soto. (2018, April 15). Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en vivienda de autoconstrucción, popular y de interés social. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/303326283_CHARACTERIZACION_TECNICA_A_ECONOMICA_PARA_LA_IMPLEMENTACION_DE_IMPERMEABILIZANTES_NATURALES_EN_VIVIENDA_DE_AUTOCONSTRUCCION_POPULAR_Y_DE_INTERES_SOCIAL
- Beneficios de la impermeabilización. (2021, January 28). Retrieved from <https://www.abellanpintors.com/beneficios-de-la-impermeabilizacion/>
- Beneficios de los Impermeabilizantes. (2018, March 12). Retrieved from <https://elsauz.com/beneficios-de-los-impermeabilizantes/>
- Caltek. (2021, December 29). ¿Que es la Cal? Y sus funciones. Retrieved from <https://caltek.com.co/funciones-de-la-cal-hidratada/>
- Carlos Wagner M. (n.d.). El tubo karsten. Retrieved from https://www.academia.edu/33686777/EL_TUBO_KARSTEN
- Cosinga Pérez, Anthony Bryan Gómez del Águila, & Rodolfo Andrés. (2017). Análisis comparativo del costo estructural de UN edificio empleando losas aligeradas con

- poliestireno expandido versus ladrillo de Arcilla. Retrieved from <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3719>
- DANOSA. (2022, July 28). Glasdan 30 P elast. Retrieved from <https://www.danosa.com/es-co/producto/glasdan-30-p-elast/>
- EcoUltravioleta. (2021, June 9). ¿POR Que Cal Y no cemento? — EcoUltravioleta. Retrieved from <https://ecoultravioleta.coop/por-que-cal-y-no-cemento/>
- FANOSA. (2020, September 1). Todo Lo Que debes saber sobre el Poliestireno Expandido (EPS). Retrieved from <https://blog.fanosa.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-poliestireno-expandido-eps>
- Fernández, C. S. (2018, February 28). Ensayo de permeabilidad en fachadas tubo en L o tubo RILEM. Retrieved from <https://www.patologiasconstruccion.net/2012/11/ensayo-de-permeabilidad-en-fachadas-tubo-en-l-o-tubo-rilem/>
- INNOVAR. (2019, October 15). Reparaciones locativas Y remodelaciones. Retrieved from <https://reparacionesyconstrucciones.com/impermeabilizar.html>
- La Cal en la construcción. (2021, November 7). Retrieved from <https://www.arkiplus.com/la-cal-en-la-construccion/>
- LEY ORGÁNICA DE ECONOMÍA CIRCULAR INCLUSIVA. (2020). LEY ORGÁNICA DE ECONOMÍA CIRCULAR INCLUSIVA. Retrieved from <https://www.zonalegal.net/>
- Lizette Arthuz-López, & Walter Pérez-Mora. (2019, September 16). Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial | Informador Técnico. Retrieved from https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1638

- MAPEI. (2021, September 25). Impermeabilizante: Tipos, ventajas Y aplicaciones en superficies. Retrieved from <https://www.mapei.com/mx/es-mx/blog/detalles/articulos/2021/09/25/impermeabilizante>
- Miriana Gonçalves, José Dinis Silvestre, Jorge de Brito, & Raul Gomes. (2019, July 24). Environmental and economic comparison of the life cycle of waterproofing solutions for flat roofs. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710218310787>
- Mostrador, E. (2019, July 22). Plumavit: ¿POR Que es de los plásticos Que mas problemas ambientales genera? Retrieved from <https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2019/07/22/plumavit-por-que-es-de-los-plasticos-que-mas-problemas-ambientales-genera/>
- MYCAL. (2021, October 20). Retrieved from <https://mycal.com.pe/la-cal-en-la-construccion-y-su-aplicacion/>
- Olga Lyapidevskaya. (2019, May 29). Waterproofing material for protection of underground structures. Retrieved from https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/23/e3sconf_form2018_02008/e3sconf_form2018_02008.html
- ONU. (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- Ortín Rull, Gabriel; Lleal, Joan; Valdivieso Coca, Eva; Sala, Daniele. (2020). Protección E impermeabilización con Cal en la restauración de edificios de albañilería. Retrieved from <https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/1759>

PINTORES INDUSTRIALES. (n.d.). CARACTERÍSTICAS DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO. Retrieved from <https://www.raipintores.com/blog/poliestireno-expandido>

PINTUCO. (2020, September 11). Aplica pintura impermeabilizante para atacar la humedad. Retrieved from <https://pintuco.com.pa/blog-pintuco/aplica-pintura-impermeabilizante-para-atacar-la-humedad/>

Poliestireno expandido. (2004, July 22). Retrieved June 28, 2022, from https://es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno_expandido

Poliestireno Expandido: Que es Y Como se hace. (2022, 3). Retrieved from <https://knauf-industries.es/poliestireno-expandido-que-es-y-como-se-hace/>

Significados. (2021, January 6). Investigación experimental. Retrieved from <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>

Tecnol Basics. (2021, October 22). Retrieved from <https://tecnol.es/shop/tecnol-basics/es/blog/post/que-saber-antes-impermeabilizar.html#:~:text=Un%20buen%20impermeabilizante%20es%20aquel,en%20terrazas%2C%20cubiertas%20y%20suelos>

Tipos de impermeabilizantes - Todo Ferreteria. (n.d.). Retrieved from <https://todoferreteria.com.mx/tipos-de-impermeabilizantes/>

Trujillo Molina, & Joel David. (2018, March 12). Repositorio digital UCSG: Desarrollo de Una manta para impermeabilización de cubiertas usando desechos de construcción Y materiales naturales. Retrieved from <https://201.159.223.180/handle/3317/10134>

Tutivén Hidalgo, & Baque Ortega. (2020). Fabricacion de un impermeabilizante a partir de plastico PET,PEAD y materiales tradicionales para uso en el area de la construccion. Retrieved from repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4020

- Valero Fajardo Carlos Luis. (2021). Repositorio digital ULVR: Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del Canton Vinces. Retrieved from <https://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4636>
- Villena Ccorpa, & Cynthia Rocio. (2019, December 16). "IMPERMEABILIZACIÓN TRADICIONAL en el MANTENIMIENTO de LOSAS ALIGERADAS en la CIUDAD de HUANCAVELICA". Retrieved from <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3340>
- Yiwang Bao, Jianghong Gong, & Danyu Jiang. (2018, January 15). Polymer-modified cement waterproofing coating and cementitious capillary crystalline waterproofing materials: Mechanism and applications. Retrieved from <https://www.scientific.net/KEM.726.527>
- ¿Como evitar las FILTRACIONES de AGUA en TECHOS? (2022, January 10). Retrieved from <https://okhumedades.com/evitar-filtraciones-de-agua-en-techos/>
- ¿Cuáles son los usos de la Cal en la construcción? (2021, April 13). Retrieved from <https://www.horcalsa.com/blog/cuales-son-los-usos-dela-cal-en-la-construccion/>
- ¿Que es el poliestireno expandido Y Como tratarlo? (2017, 4). Retrieved from <https://ecosiglos.com/que-es-el-poliestireno-expandido-y-como-tratarlo/>