

PINTURA IMPERMEABILIZANTE ECOLÓGICA PARA MEJORAMIENTO DE MUROS
EXTERIORES DE TAPIA PISADA

CRISTIAN ANDRÉS RODRÍGUEZ PRIETO
JEFERSON ALEXANDER PEÑA GUZMÁN



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
BOGOTA D.C.

15 DE NOVIEMBRE DE 2019

**PINTURA IMPERMEABILIZANTE ECOLÓGICA PARA MEJORAMIENTO DE
MUROS EXTERIORES DE TAPIA PISADA**

Pintura ecológica para mejoramiento de muros exteriores de tapia pisada

Cristian Andrés Rodríguez Prieto

Estudiante

Jeferson Alexander Peña Guzmán

Estudiante

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Tecnología en construcciones arquitectónicas

Bogotá D.C.

Contenido

1.	Lista de tablas	
2.	Lista de Figuras	
3.	Resumen.....	3
	Palabras claves.....	3
4.	Abstract	4
	Keywords	4
5.	Introducción	5
6.	Antecedentes	6
7.	Objetivos	8
7.1	Objetivo general	8
7.2	Objetivos específicos.....	8
8.	Formulación del problema	9
8.1	Justificación.....	9
8.2	Hipótesis.....	11
8.3	Enfoque	11
8.4	Alcance.....	11
9.	Marco Conceptual y Teórico	13
10.	Metodología	16

PINTURA ECOLOGICA PARA MUROS DE TAPIA

10.1	Preparación de pintura.....	18
10.1.1	Procedimiento	18
10.2	Modo de uso	20
10.3	Ventajas	20
10.3.1	Sábila y cal.....	20
10.3.2	Tapia pisada	21
11.	Protocolo de pruebas.....	22
11.1	Conocimientos previos.....	22
12.	Tipología y diseño de especímenes.....	23
12.1	Textura de suelo	23
12.2	Prueba de compresión	24
13.	Comparación y análisis de resultados	25
13.1	Fisuración y eflorescencias	25
13.2	Mezcla ideal	30
14.	Laboratorios de impermeabilización.....	32
14.1	Prueba de estanque	32
14.1.1	Materiales y herramientas	33
14.1.2	Procedimiento para el pesaje y secado	34
14.1.3	Resultados y descripción de lo observado	37
14.2	Ensayo prueba de absorción.....	38

PINTURA ECOLOGICA PARA MUROS DE TAPIA

14.2.1	Resultados y descripción de lo observado	40
15.	Conclusiones	42
16.	Recomendaciones	43
17.	Lista de Referencias	44
18.	Anexos	46

1. Lista de tablas

1. Tabla 1. Afabilidades de horno y balanza.....	33
2. Tabla 2. Pesos de tapia y humedad en gramos.....	37
3. Tabla 3. Estándar de permeabilidad.....	40
4. Tabla A 1. Mezcla perfecta y presupuesto.....	46

2. Lista de Figuras

5. Figura 1. Fisuración y humedad por tiempo y clima	10
6. Figura 2. Maderos y unión de la primera sección del encofrado	17
7. Figura 3. Segunda etapa de madero y finalización de encofrado de madera	17
8. Figura 4. Puntillas y tornillos autorroscantes, pisón de madera	17
9. Figura 5. Sal y Cal lista para mezclarse	19
10. Figura 6. Sábila licuada y pintura final	19
11. Figura 7. Alumbre en pasta para preparación de pintura	20
12. Figura 8. Tamizaje de tierra	23
13. Figura 9. Prueba de compresión de tierra húmeda.....	24
14. Figura 10. Distribución de murete con pintura comercial a la izq. Centro sin pintura y der. Con pintura ecológica	25
15. Figura 11. Muretes con problemas de fisuración por poca reparación y adecuación	26
16. Figura 12. A la izquierda pintura impermeabilizante comercial a la derecha pintura ecológica impermeabilizante a base de cal y sábila.....	27
17. Figura 13. Izquierda pintura comercial a la derecha pintura ecológica	27
18. Figura 14. Murete con daño por aguas lluvias en su capa exterior	28
19. Figura 15. Filtración de agua en muretes.....	28

PINTURA ECOLOGICA PARA MUROS DE TAPIA

20. Figura 16. Muretes comercial y con pintura ecológica después de la primera semana	29
21. Figura 17. Murete con pintura ecológica y pintura comercial luego de dos semanas se logra a observar eflorescencias en el comercial y daños por fisuración	29
22. Figura 18. Cantidades y precios establecidos para determinar mezcla ideal de pintura y total para comercialización	30
23. Figura 19. Falencias en la pintura por falta de ingredientes izquierda y a la derecha la proporción de la mezcla no tiene una consistencia adecuada ya que no hay balance en sus componentes	31
24. Figura 20. Horno de secado y muestras de tierra apisonada encofradas	32
25. Figura 21. Bloques de tapia pisada secados en horno durante 4 hrs hasta lograr obtención total de peso seco y balanza de precisión para ensayos	34
26. Figura 22. Bloques de tapia pisada pintados con pintura comercial y ecológica listos para ser pesados y puestos a ensayo	35
27. Figura 23. Bloques pesados en balanza de precisión para determinar el peso seco	35
28. Figura 24. Bloques sumergidos en agua durante 5 minutos para verificación de impermeabilidad	36
29. Figura 25. Bloques son pesados para determinar porcentaje de humedad después de ser intervenidos en agua	36
30. Figura 26. Porcentajes en cuanto a peso de cada tapia y en relación del peso húmedo y porcentaje de humedad	37

PINTURA ECOLOGICA PARA MUROS DE TAPIA

31. Figura 27. Probeta de 100 ml para ensayo de tierra.....	39
32. Figura 28. Agujeros realizados en muretes para inicio de prueba de absorción.....	39
33. Figura 29. Tendencia gráfica del agua siendo traspasada en cada momento de tiempo determinado.....	40
34. Figura 30. Agua que se estanca a medida en que avanza el tiempo en relación de la impermeabilidad que ofrece los dos impermeabilizantes	41
35. Figura A 1. Cantidad en gramos de mezcla ideal de pintura ecológica.....	46
36. Figura A 2. Datos ensayo de absorción	47
37. Figura A 3. Porcentajes de humedad en peso prueba de estanque.....	47

3. Resumen

Este trabajo busca analizar y brindar una solución que minimice las patologías por humedades como son eflorescencias y fisuras, esto en base a los estudios y laboratorios realizados e investigados en el ámbito de la tapia pisada.

Actualmente las pinturas convencionales que son comercializadas en el país se caracterizan por ser altamente tóxicas y contaminantes debido a la alta cantidad de metales pesados que contienen en sus componentes lo que puede ser dañino para la salud de las personas que habiten en estas edificaciones.

La cantidad de sustancias que se conocen en la actualidad que son utilizadas para mejoramiento estético de edificaciones son bastantes, tanto así que generalmente las edificaciones en tierra que son consideradas patrimonio histórico del país han utilizado de estas sustancias para sus fachadas, hechas por artesanos y que lleva con esto una cultura que viene de varios años y que a raíz del tiempo se busca proteger, cuidar y principalmente preservar.

Por tal razón se realiza una pintura sin aditivos tóxicos que contaminen el medio ambiente, preserve edificaciones en tierra y permitan protegerla de bacterias y hongos, ya que estas dañan y afectan la estabilidad de la misma produciendo desplome en ocasiones por no tener un tratamiento a factores de humedad.

Palabras claves: Tapia pisada, humedad, vernácula, estudio, propiedades, eflorescencias.

4. Abstract

This work seeks to analyze and provide a solution that minimizes moisture pathologies such as efflorescence and fissures, this based on the studies and laboratories carried out and investigated in the field of footprint.

Currently, conventional paints that are marketed in the country are characterized by being highly toxic and contaminating due to the high amount of heavy metals that contain in their components which can be harmful to the health of people living in these buildings.

The amount of substances that are currently known that are used for aesthetic improvement of buildings are quite a lot, so much so that buildings on land that are considered historical heritage of the country have generally used these substances for their facades, made by artisans and that It carries with it a culture that comes from several years and that as a result of time seeks to protect, care and mainly preserve.

For this reason, paint is made without toxic additives that pollute the environment, preserve buildings on land and allow it to be protected from bacteria and fungi, since this damage and affect the stability of the same, sometimes collapsing due to not having factor treatment moisture.

Keywords: Earth walls, humidity, vernácula, estudy, properties, efflorescence.

5. Introducción

En el siguiente documento se describe las características y propiedades de la pintura ecológica a base de cal y sábila, que están argumentadas por el desarrollo de las muestras que son expuestas a diversos factores climatológicos para evaluar y determinar resultados.

Ya que se evidencia edificaciones en tapia que carecen de un buen manejo de humedad al igual que presentan fisuras, que a raíz del tiempo y/o a la mano de obra poco capacitada en tiempos pasados presentan falencias, se genera una idea la cual es pintura impermeabilizante, de esta manera se brinda una alternativa a las fisuras y problemas en fachadas por eflorescencia teniendo en cuenta la composición de los ingredientes.

Elaborar muestras y un plan a ejecutar propuesto que justifique lo observado y planteado se realiza para determinar valores que apoyen y den veracidad al trabajo por medio de estudios y opiniones de terceros y expertos en este campo.

6. Antecedentes

Desde hace tiempo la construcción en tierra ha tenido mucho auge en el planeta por lo que su utilización ha sido determinante en la historia humana, en gran parte de América, Europa y en especial África la construcción en tapia se desarrollo gracias al aporte que esta brinda y su facilidad para construir.

Para estas épocas pasadas las edificaciones más representativas se desarrollaba de esta manera de ahí que se determine llamarle arquitectura en tierra.

Esta ha sido menospreciada en la arquitectura moderna hasta el punto de ser considerada como una arquitectura de pobres avalada por el poco estudio de las personas que la utilizan y discriminada referente a las nuevas maneras de construir que existen, pero personas a lo largo del tiempo han tratado de reunir información y desarrollar esta arquitectura para demostrar las facilidades y bondades que esta puede brindar en cuanto a sostenibilidad ecológica sin dejar a un lado la economía de cada individuo.

Las pinturas se han desarrollado desde hace centenares en la tierra, desde pintura rupestre en la antigüedad, hasta lo que hoy en día conocemos donde su funcionalidad no solamente se basa en lo artístico y estético, también en todo tipo de industria la utilidad de la pintura en todas sus presentaciones es de gran utilidad, ya sean lavables, impermeabilizantes, selladoras, entre otros que se debe a los polímeros que forman cada capa, que van acorde muchas veces al precio de los compontes e ingredientes.

Pero esto no siempre se ha demostrado que sea accesible a las personas de bajo presupuesto ya que las grandes marcas disponen de pinturas que debido a sus características son inalcanzables, aún cuando la cantidad sea poca como la que se requiere para pintar pared interior.

7. Objetivos

7.1 Objetivo general

Implementar una pintura a base de sábila y cal que busque impermeabilizar y minimizar consecuencias de humedades como eflorescencias en fachadas de tapia pisada.

7.2 Objetivos específicos

Estudiar la aparición de eflorescencia en muros de tapia pisada.

Aplicar la pintura a base de sábila y cal en muretes de tapia para realizar análisis y toma de muestras.

Analizar los componentes de la pintura y su proporción para generar la mezcla ideal a aplicar.

Demostrar por medio de pruebas los beneficios con respecto a otras pinturas que existen en el mercado.

8. Formulación del problema

¿Puede una pintura a base de sábila y cal minimizar fisuras en muros de tapia pisada y humedades como eflorescencias?

8.1 Justificación

Es preocupante que edificaciones que son parte de la construcción vernácula como los son las edificaciones de tapia pisada no tienen un buen tratamientos a falencias que se presentan a raíz del tiempo como lo son humedades y fisuras.

Teniendo en cuenta la falencia que presentan los muros en sus cimientos y cubiertas que provocan filtración de aguas y con esto propagación de humedad. Las eflorescencias se presentan como bacterias y hongos que a su vez están asociadas con la degradación y daños de estructuras a través de sus componentes como los son los materiales que la componen.

Estas están divididas en diferentes clases, que a su vez se presentan por diferentes causalidades que están asociadas al espacio, clima, composición de los materiales y/o características de un sector o lugar. A continuación se describe los tres tipos de eflorescencias más significativas que atacan las fachadas:

Eflorescencia básica

Pseudoeflorescencia

Criptoeflorescencia

Las eflorescencias tienen en general cualidades comunes entre sus tres tipos los cuales son daños estéticos, son causadas por filtraciones de agua o aguas subterráneas, producen capa de sales que se cristalizan y se adhieren al elemento constructivo.

La manera de curar o resanar estas fachadas que son atacadas por estas bacterias y hongos es limpiar la superficie atacada y protegerla.

Estos factores incentivan a generar una pintura orgánica, que no afecta el medio ambiente, que no es toxica y que no contiene metales pesados, la cal es un gran material utilizado en construcción y es una de las maneras como se restauran muros de tierra, la sábila es una barnice para la mezcla ya que brinda una manera de proteger la fachada de bacterias que son causados por condensación, lluvias, nivel freático entre otras.

A continuación se muestra cómo se efectúa las fallas que se intervendrán en las estructuras de tapia pisada:



Figura 1. Cardona, O. (s.f.) Fisuración y humedad por tiempo y clima. Cartilla de reparación y rehabilitación en viviendas de tapia y adobe. Asociación Colombiana de ingeniería sísmica (AIS). Recuperado de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf

8.2 Hipótesis

Se evidencia la necesidad de elaborar y brindar una solución al daño por humedades como son las eflorescencias y fisuras en edificaciones de tapia pisada para su preservación. Teniendo en cuenta que el sistema constructivo de la tapia pisada hace parte de las técnicas de construcción vernáculas, es necesario que la solución planteada sea una que contribuya el medio ambiente y no genera un daño en el ámbito ecológico, mediante la utilización de sábila, componente esencial en la industria, ya que sus ingredientes permiten que su utilización sea cada vez mayor.

8.3 Enfoque

Está direccionado a disminuir fisuras y humedad en fachadas de tapia pisada, causadas por el paso del tiempo y clima, estas no tienen una solución que pueda evitar y mitigar estos factores de daño que sean de bajo costo y pueda mantener y/o cuidar la estética de la vivienda.

8.4 Alcance

Para lograr nuestro objetivo, necesitamos conocer las potencialidades y limitaciones de la materia prima que utilizaremos. También con estudios de campo realizados tanto en el sector constructivo como pruebas de ensayo, se logrará dimensionar el beneficio que se brinda y la

población a la cual nos podemos dirigir, adicional se busca realizar alianzas estratégicas para promover nuestro proyecto y hacerlo conocer ante la comunidad.

9. Marco Conceptual y Teórico

Para Viñuales (2007) refiere que:

La tapia es una antigua técnica en tierra armada, poco tecnificada e investigada, que ha perdurado por años como sistema constructivo y que, a pesar de la modernización y surgimiento industriales de construcción, no muestra indicios de desaparecer (párr. 2).

Pérez (2011) define la pintura como “un material que recubre superficies, su derivación del latín viene del vocablo “pigmenta”, que puede traducirse en pocas palabras como (tinte, pigmento, colorante o tintura)” (párr.1).

Es una sustancia que dependiendo las capas brinda un cubrimiento a una zona específica. En la actualidad hay múltiples tipos de pinturas, barnices, esmaltes, impermeabilizantes entre otros y estos a su vez están compuestos por disolventes, plastificantes y aglutinantes que suelen ser dañinos.

En la construcción y en especial en la Cal, la pintura brinda una ventaja esencial y es su bajo costo, pero se encuentra un gran problema debido a que para interiores no es adecuada por la toxicidad y los componentes de metales pesados que esta contiene, esta es antiséptica y ayuda a eliminar bacterias e insectos.

La gran solidez que da para muros exteriores es el dióxido de carbono. En cuanto a lo que refiere a humedad es excelente ya que en baños es muy utilizada, ya que permite el pasaje de

vapores gracias a eso permite que espacios como cocinas y baños puedan “respirar” con esto hongos y bacterias no se forman en estos espacios.

Patrice Doat, ha investigado la tapia pisada y sus deformaciones, alrededor del mundo, define la tierra y la construcción de tierra como un material infravalorado con poca publicidad, debido a la mala imagen que esta ha presentado hasta ser denominada como inestable, en su libro “Construire con terra” describe sus experiencias en donde evidencia que la falla de la tapia es no tener apoyos y/o un mecanismo que brinde rigidez, también evidencia que el mal encofrado de los muros produce que los muros tengan fallencias.

La Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS) provee un manual para la rehabilitación para viviendas construidas en adobe y tapia pisada, en el cual describen los factores mencionados por Patrice Doat como causantes del deterioro en las viviendas, donde la humedad por filtración de agua se deriva de malos cimientos, problemas en las cubiertas y filtros de tuberías embebidas en la estructura, la más llamativa es la humedad producida por goteo que afecta al muro exterior.

La sábila es una de las plantas que más propiedades brinda a la industria por sus componentes.

Fernandez, (2008) afirma que:

Las causantes de estas manchas (eflorescencias) son la presencia de humedad y las sales solubles que contienen los materiales y que arrastra el agua desde el suelo de donde proviene. El agua disuelve las sales y las arrastra consigo a través del muro. Al evaporarse el agua, las sales, en su mayoría nitratos, sulfatos de calcio y magnesio y carbonatos, cristalizan y se depositan en la superficie del muro (párr. 59).

También comenta que:

Los sectores más afectados por este tipo de problema son aquellos que poseen agua (dura), es decir, con alto contenido de iones de calcio y magnesio debido a que el agua empleada en riego de jardines o utilizada durante la construcción, incrementa la carga de sales que poseen los materiales (párr.60).

Según Ecocosas (2019) plantea la sábila como “la perfección de la naturaleza ya que brinda a la humanidad multitud de utilidades” (párr. 2).

Oscar Garcés graduado de la universidad de Tijuana proporciona una herramienta esencial en la elaboración de esta propuesta, ya que su estudio y registros demuestran que realizar la pintura a base de Sábila y Cal se puede lograr.

10. Metodología

A continuación se muestra las actividades a desarrollar en la investigación y elaboración del prototipo y muestra:

1. Elaboración de prototipos de tapia pisada para realización de pruebas.
2. Hacer pintura con los componentes necesarios para dar con la mezcla optima.
3. Aplicación de pintura por capas a la muestra y realizar toma de datos,
4. A través de la climatología que se presenta en la ciudad mostrar cómo se presenta la humedad en el prototipo realizado.
5. Inspección ocular de eflorescencia en el muro por patología de humedad.
6. Revisión de ensayos realizados en el ámbito local donde se evidencia patología por humedad (eflorescencias y fisuras).
7. Análisis de resultados y pruebas.
8. Interpretación de resultados.
9. Contribución con el cuidado del medio ambiente con la elaboración de una pintura sin contaminantes ni derivados del petróleo.

A continuación se evidencia el proceso constructivo para realizar los muretes de tapia y herramientas utilizadas:



Figura 2. Maderos y unión de la primera sección del encofrado. Elaboración propia.



Figura 3. Segunda etapa de madero y finalización de encofrado de madera. Elaboración propia.



Figura 4. Puntillas y tornillos autorroscantes, pisón de madera. Elaboración propia.

10.1 Preparación de pintura

Se puede constatar que “para la elaboración de pintura orgánica a base de sábila, se sigue el planteamiento de preparación y materiales utilizados en esta mezcla los cuales son los siguientes. (Garces, 2015, p 7).

1. Agua
2. Sábila
3. Cal
4. Sal de mesa
5. Colorante
6. Aceite de coco
7. Alumbre
8. Pala de plástico o madera y colador.

10.1.1 Procedimiento

Extracción de la baba: Se corta las hojas de sábila, se extrae los cristales y la sabia esta se deja reposar durante 12 horas.

Con una licuadora se deja durante tres minutos a licuar para eliminar grumos y filamentos que no permitan la mezcla, luego con un colador se extrae los residuos.

En un recipiente grande con agua se mezcla sal y cal hasta que se desaparezcan grumos y sea homogénea.

Se adiciona la sábila reposada a la mezcla y colorante definido que deseemos.

Se deja reposar 8 a 12 horas para que el producto esté en condiciones de ser utilizado.

Adicional para que sirva como impermeabilizante se agrega aceite de coco y alumbre que ayudara a estabilizar la mezcla y le brindara una mayor consistencia.

Después de tener la pintura y se mezcla durante 15 min.



Figura 5. Sal y Cal lista para mezclarse. Elaboración propia.



Figura 6. Sábila licuada y pintura final. Elaboración propia.



Figura 7. Alumbre en pasta para preparación de pintura. Elaboración propia.

10.2 Modo de uso

Para aplicar se debe verificar que el rodillo o brocha este completamente limpio, la pintura debe agitarse, se debe realizar dos pasadas al muro mínimo ya que de esa manera se garantiza mayor eficacia.

10.3 Ventajas

10.3.1 Sábila y cal:

1. Protección de bacterias
2. Hidratación y flexibilidad
3. Biodegradación y gran impermeabilizante

4. Brindan mayor resistencia a los tapiales.
5. Dependiendo del tipo de cal su fijación y resistencia al agua es mayor.
6. Ayuda a estabilizar muros
7. Mayor resistencia mecánica en muros
8. En lechadas brinda mayor fijación en muros exteriores.

10.3.2 Tapia pisada:

1. Rapidez de construcción
2. Costo mínimo
3. Economía de madera
4. Aislamiento térmico
5. Transformación en abono a la demolición
6. Resistencia al fuego
7. Solidez y durabilidad

11. Protocolo de pruebas

Para determinar los especímenes adecuados y correctos que se deben utilizar y que nos permitirán detallar los índices de humedad de cada murete, se realizaran ensayos específicos que se dataran y graficaran para medir los resultados obtenidos.

11.1 Conocimientos previos

Se logra entender que la tierra funciona como una capa que aísla la temperatura y gracias a esto su contenido de humedad esta en continuo cambio.

La humedad está determinada por la cantidad de agua que es ingresada en una capa, que es abundante o escasa dependiendo del cambio climático y/o de otros factores ambientales muchas veces de manera indirecta.

Se puede constatar por medio de IPE Control (2019) que “el agua que se utiliza en la propia construcción la cual se encuentra dentro de los elementos constructivos puede generar manchas de humedad o eflorescencia de sales”. (párr.3).

También se puede evidenciar que según Fernandez, (2008) “Las eflorescencias, son manchas, generalmente blancas, que aparecen frecuentemente en las superficies de los muros afectados por humedad”. (párr. 58).

12. Tipología y diseño de especímenes

Los especímenes a utilizar están compuestos por muros de tapia pisada y muro de tapia con pintura ecológica a base de sábila y cal. Los muretes se caracterizan de acuerdo a lo descrito por el (Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], 2012), muros totalmente compactos teniendo en cuenta que son elementos monolíticos con una estructura en madera como soporte y modelación del murete, de los cuales se extraerán los especímenes.

12.1 Textura de suelo

Para conocer y determinar la tierra ideal que se utilizara en los muretes se inicia con la extracción de tierra fina apoyándose de una malla de 2 mm para evitar partículas gruesas como se muestra a continuación:



Figura 8. Tamizaje de tierra. Elaboración propia.

12.2 Prueba de compresión

Para comprobar con rapidez la textura del suelo a diferentes profundidades, se realiza la siguiente prueba en pro de terminar la viabilidad de la tierra.

Para lograr comprobar que la tierra que se está utilizando es apta se realiza la siguiente prueba con el fin de dar resultados a lo planteado.

Consiste en humedecer tierra en la mano sin sobrepasarse con mucha cantidad de agua, luego se aprieta la tierra en la mano realizando una bola de tierra, de esta manera se puede analizar y verificar el tipo de suelo con el cual estamos trabajando ya que se puede evidenciar si es apto o no para ser utilizado, se debe garantizar que la tierra dure más de 15 segundos, y que a su vez no se desintegre al ejercerle presión.



Figura 9. Prueba de compresión de tierra húmeda. Elaboración propia.

13. Comparación y análisis de resultados

13.1 Fisuración y eflorescencias

Para determinar la calidad del producto desarrollado se elabora tres muretes con dimensiones de 30x30x10 los cuales se expondrán a condiciones climáticas de sol y especialmente lluvia y frío por condensación que se produce en la planicie Bogotana. Los cuales se detallan a continuación:

- Murete de pintura impermeabilizante comercial.
- Murete sin aplicación.
- Murete con pintura impermeabilizante ecológica.



Figura 10. Distribución de murete con pintura comercial a la izq. Centro sin pintura y der. Con pintura ecológica. Elaboración propia.

Se realiza esta comparación para determinar, verificar y analizar los pros y contras que permitirán a la pintura impermeabilizante ecológica validar las bondades que darán sustento a la investigación.

A continuación se evidencia el análisis metodológico por medio de la observación en los muretes.

Día 1: Se evidencia como a raíz del clima los muretes sufren desquebramiento, fisuración e inicios de humedad debido a que no se tiene una alternativa para el cuidado externo de la superficie.



Figura 11. Muretes con problemas de fisuración por poca reparación y adecuación. Elaboración propia.

Día 2: Aplicación de pinturas impermeabilizantes en muretes.



Figura 12. A la izquierda pintura impermeabilizante comercial a la derecha pintura ecológica impermeabilizante a base de cal y sábila. Elaboración propia.

Día 3: Se obtiene el primer resultado esperado, se evidencia que la pintura impermeabilizante comercial en cuanto al manejo de fisuras no tiene gran aporte, a diferencia del murete con pintura ecológica que en un 80% las fisuras han desaparecido.

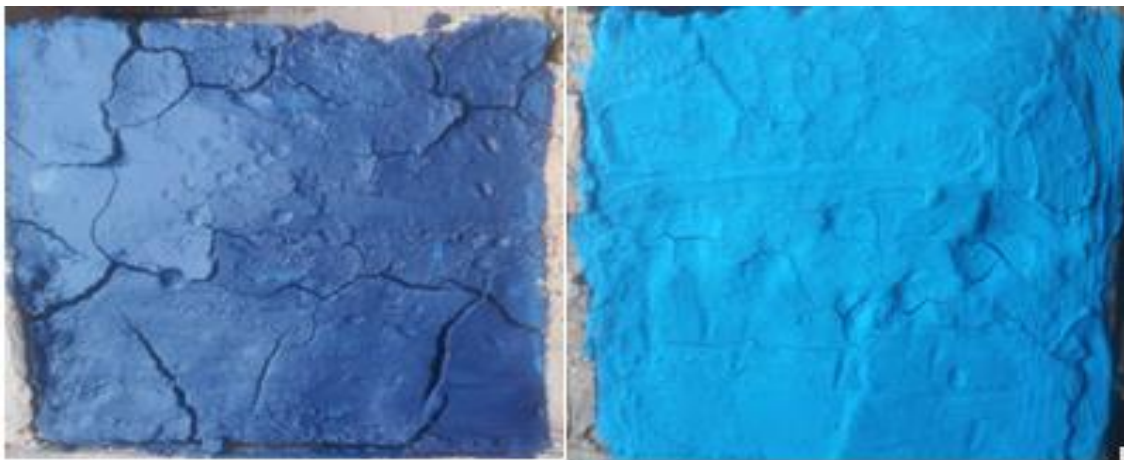


Figura 13. Izquierda pintura comercial a la derecha pintura ecológica. Elaboración propia.

Día 4: El murete sin pintura empieza a deteriorarse debido a la fuerte lluvia no hay un manejo adecuado para prevenir daños por aguas lluvias.

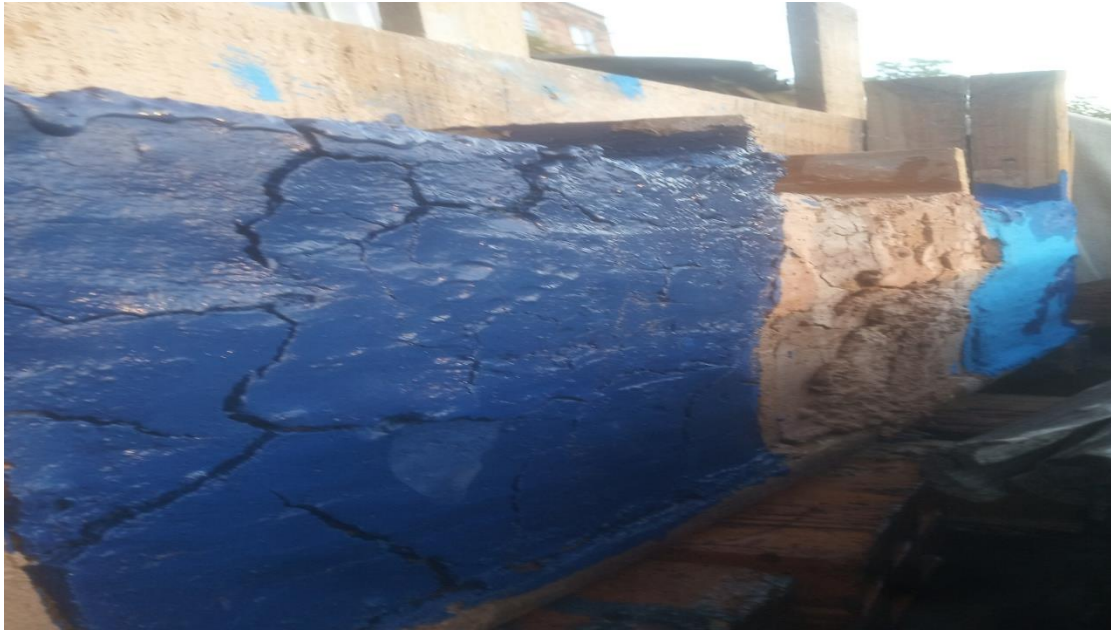


Figura 14. Murete con daño por aguas lluvias en su capa exterior. Elaboración propia.

Día 5: Se evalúa desarrollo después de aguacero en muretes.



Figura 15. Filtración de agua en muretes. Elaboración propia.

Día 7: Se evidencia los primeros indicios de sales en el murete comercial en la parte superior, el murete sin aplicativos se evidencia gran decadencia debido al clima, mientras que el murete de con la pintura ecológica se mantiene son fisuras y sin problemas de humedades.

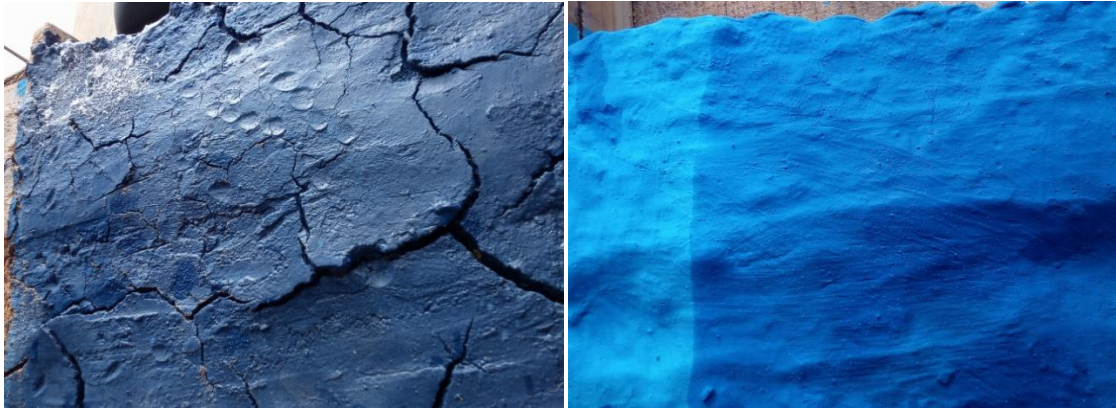


Figura 16. Muretes comercial y con pintura ecológica después de la primera semana. Elaboración propia.

Día 15: Las eflorescencias aparecen con mayor amplitud en el murete comercial, se observó sales cristalizadas en la capa exterior, por otra parte el murete con pintura ecológica se mantiene intacto sin mayores inconvenientes.

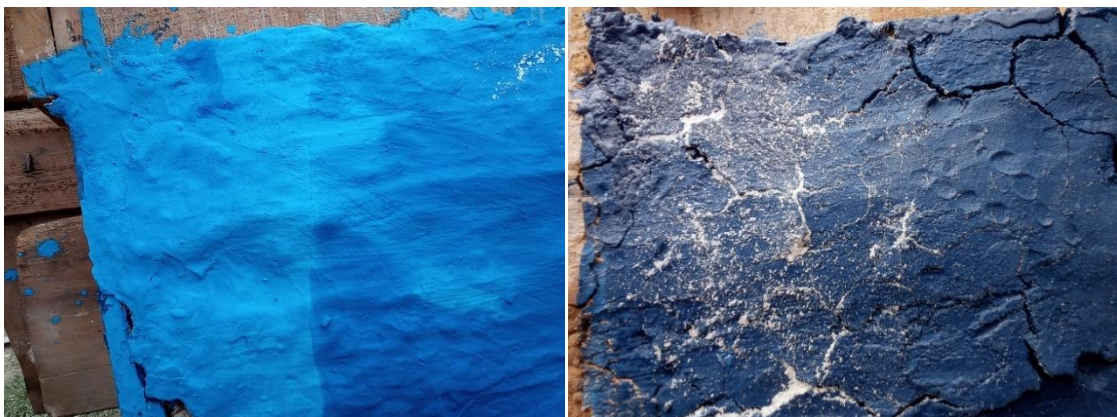


Figura 17. Murete con pintura ecológica y pintura comercial luego de dos semanas se logra a observar eflorescencias en el comercial y daños por fisuración. Elaboración propia.

13.2 Mezcla ideal

Para encontrar la medida exacta que garantice que la pintura tiene un balance en sus componentes y adicional genere veracidad en sus resultados se hicieron varias muestras, analizadas a través del ensayo y error que se evidencia de manera visual al aplicarla.

Adicional se evidencia los valores unitarios en cuanto a precios para elaborar la mezcla que garantice los resultados y la preparación optima para ser comercializada.

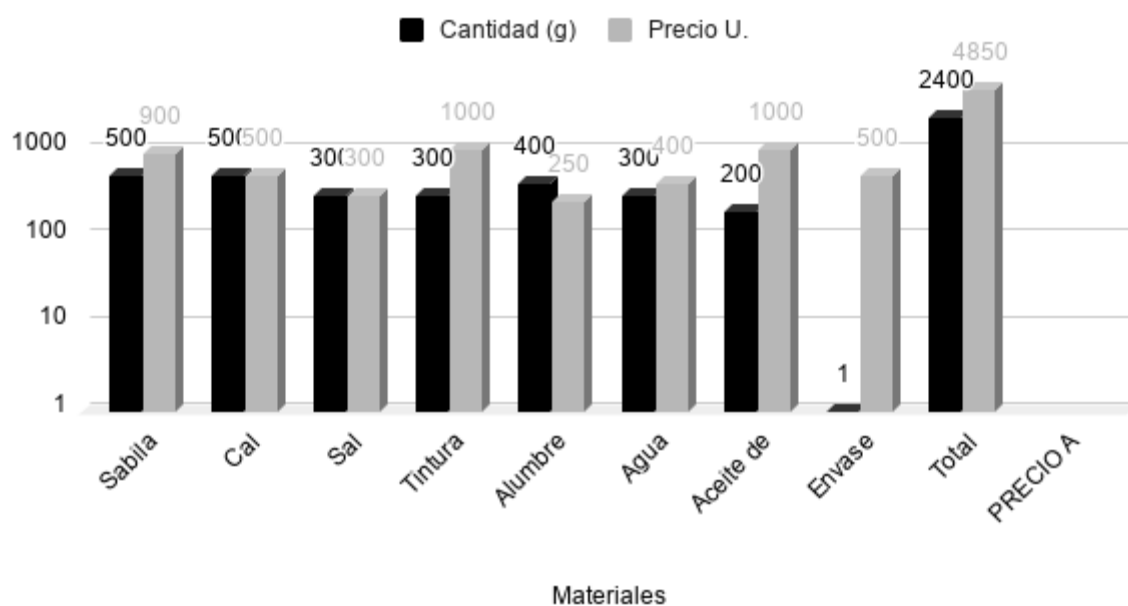


Figura 18. Cantidades y precios establecidos para determinar mezcla ideal de pintura y total para comercialización. Elaboración propia.

Estos valores son analizados y verificados a partir del ensayo y error qué representa la aplicación en la superficie de tierra en la cual se desarrolla el proyecto.

A continuación se muestra el primer ensayo de la pintura aplicada sobre una superficie de tierra, se evidencia que el agarre o sostenimiento de esta no se genera de la mejor manera produciendo desquebramiento y partición al secarse.



Figura 19. Falencias en la pintura por falta de ingredientes izquierda y a la derecha la proporción de la mezcla no tiene una consistencia adecuada ya que no hay balance en sus componentes. Elaboración propia.

14. Laboratorios de impermeabilización

14.1 Prueba de estanque

El objetivo del siguiente método es medir el nivel de agua que es permeabilizada, para esto se realizan dos muestras de tierra apisonada las cuales se dejaron en un horno de secado para luego ser pesadas de esta manera se obtendrá el peso seco de cada una de ellas.

Se aplicara la pintura comercial y la pintura impermeabilizante ecológica hasta que se obtenga un secado total, esta será aplicada por los seis lados de las muestras de tierra para luego ser colocadas en estanque de agua por 5 min. Después de esto se medirán nuevamente las muestras con la balanza de esta manera se lograra evidenciar y anotar el peso del agua que es traspasada a través de las pintura y se obtendrá el peso húmedo en comparación del peso seco.



Figura 20. Horno de secado y muestras de tierra apisonada encofradas. Elaboración propia.

Tabla 1.*Afabilidades de horno y balanza.*

Horno de secado y balanza	
Método de análisis	Directo
Método estándar oficial	Si. Por lo general para determinación de humedad
Tiempo de medición típico	240-480 min
Precisión	Alta
Manipulación	Pesaje diferencial
Mantenimiento	Bajo
Cálculo	Manual o con ayuda de balanza
Documentación del resultado	Manual o balanza e impresora
Intervalo de humedad aplicable	0-100%
Múltiples muestras al mismo tiempo	Si
Zona típica de uso	Control de calidad

Nota: Tomado de Metler Toledo, modificado por Cristian Rodríguez. En el siguiente cuadro se evidencia el motivo de selección de los elementos que ayudaran y participarán para determinar la humedad de especímenes.

14.1.1 Materiales y herramientas

1. Clavos.
2. Recipientes de madera
3. Horno de secado.

4. Balanza con sensibilidad de hasta 0,1 gr.
5. Bolígrafos, lápices.
6. Hoja de datos.
7. Procedimientos

14.1.2 Procedimiento para el pesaje y secado

Se realizan dos bloques de tapia pisada los cuales se dejan secar hasta que queden totalmente secos para esto se introducen en un horno para su secado como se observa en la siguiente ilustración, de esta manera se pesan para obtener su peso seco.



Figura 21. Bloques de tapia pisada secados en horno durante 4 hrs hasta lograr obtención total de peso seco y balanza de precisión para ensayos. Elaboración propia.

Luego se aplica en uno la pintura comercial y en otro la pintura ecológica se pintan totalmente cada uno. Luego se introducen por 5 min en agua para luego pesarlos y determinar cuánta agua en peso ha sido permeabilizada en cada bloque de tapia.



Figura 22. Bloques de tapia pisada pintados con pintura comercial y ecológica listos para ser pesados y puestos a ensayo. Elaboración propia.

A continuación se evidencia el proceso descrito y realizado para obtener datos verídicos y comprobar porcentaje de humedad.

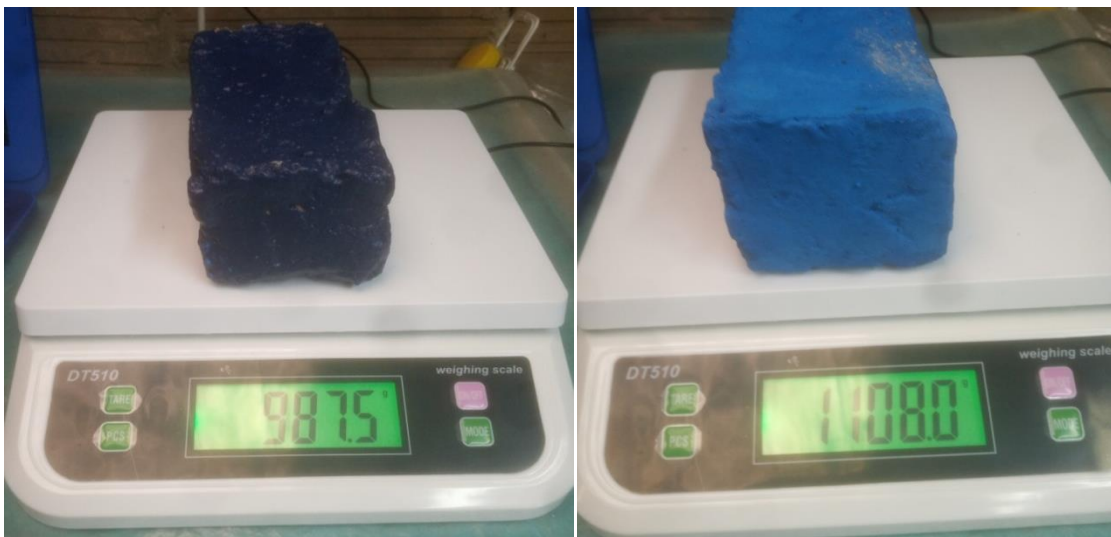


Figura 23. Bloques pesados en balanza de precisión para determinar el peso seco. Elaboración propia.

Se evidencia que el bloque de pintura ecológica tiene un peso mayor en comparación al bloque de pintura comercial.

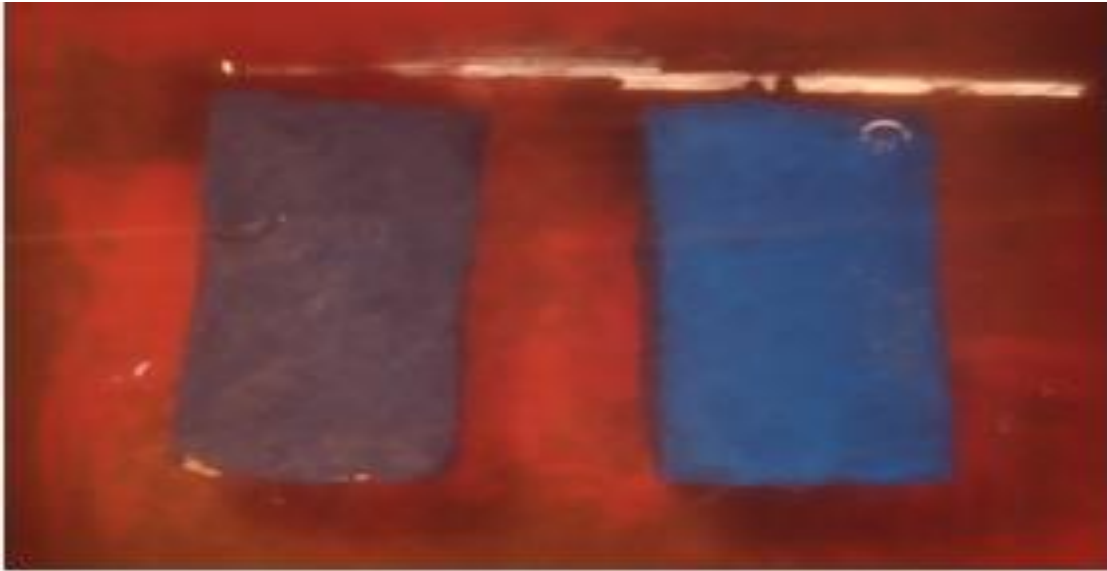


Figura 24. Bloques sumergidos en agua durante 5 minutos para verificación de impermeabilidad. Elaboración propia



Figura 25. Bloques son pesados para determinar porcentaje de humedad después de ser intervenidos en agua. Elaboración propia.

14.1.3 Resultados y descripción de lo observado

Se evidencia que el porcentaje de humedad es mayor en la tapia comercial en comparación de la tapia ecológica aun cuando el tamaño de la tapia ecológica es un poco mayor.

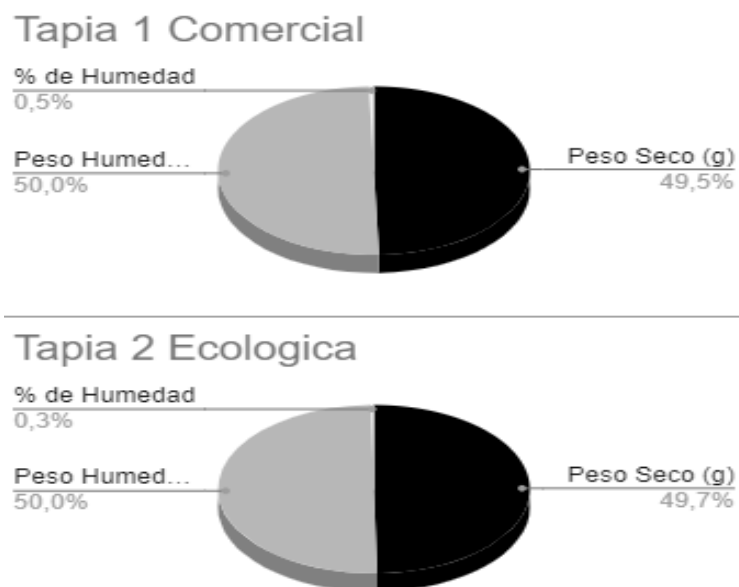


Figura 26. Porcentajes en cuanto a peso de cada tapia y en relación del peso húmedo y porcentaje de humedad. Elaboración propia

Tabla 2

Pesos de tapia y humedad en gramos.

Sujetos de tapia	Peso seco (g)	Peso húmedo(g)	% de humedad
Tapia 1 Comercial	987,5	998	10,5
Tapia 2 Ecológica	1108	1115,5	7,5

Nota: Resultados de peso en gramos de los pesajes realizados. Elaboración propia.

En los resultados evidenciado se puede evidenciar que el peso del murete comercial en cuanto a humedad, es mayor o en comparación al murete ecológico donde la permeabilidad de esta fue expuesta mayormente al ser sumergida en agua, por lo que se puede determinar que la pintura ecológica brindó una mayor impermeabilidad y protegió de mejor manera la tapia para evitar un contenido de humedad mayor.

14.2 Ensayo prueba de absorción

Para este ejercicio en los muretes que son utilizados para verificar fisuras y eflorescencias se reutilizaran.

Se realiza dos agujeros de diámetro de 5 cm y 8 cm de profundidad, uno en cada murete, luego la sección cilíndrica es pintada de acuerdo al murete ya se ha comercial o con pintura impermeabilizante ecológica. Luego después de secarse se llena estos agujeros con 100 ml de agua los cuales son medidos en probetas. Cada media hora a través de una jeringa se va midiendo el agua que va quedando para sacar resultados del agua que permeabiliza en el murete.



Figura 27. Probeta de 100 ml para ensayo de tierra. Elaboración propia.

Como se describe a continuación se evidencia cronometrando el tiempo como una constante para medir la permeabilidad y velocidad en que el agua se va disolviendo a través del murete.

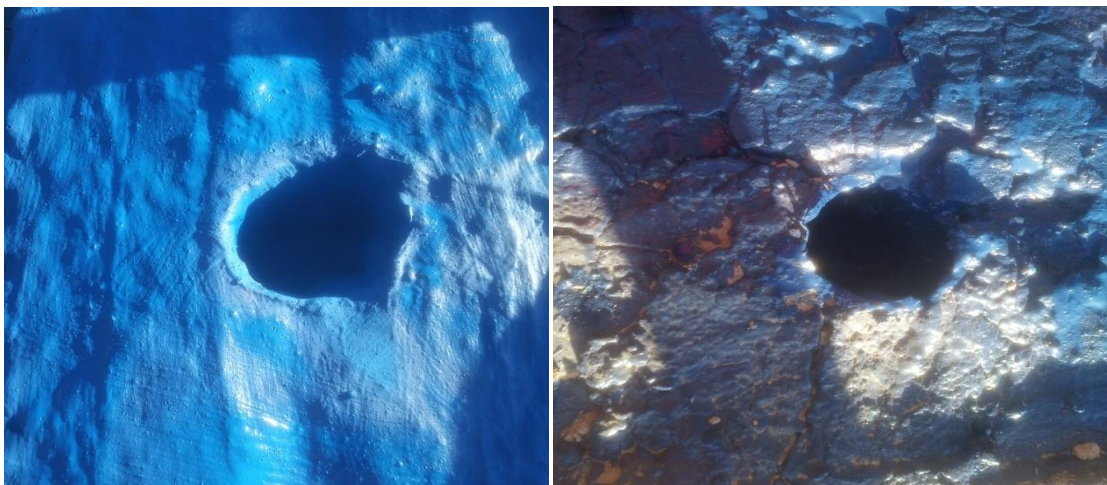


Figura 28. Agujeros realizados en muretes para inicio de prueba de absorción. Elaboración propia.

14.2.1 Resultados y descripción de lo observado

A continuación se denotan los resultados obtenidos y la elaboración a partir de cada 0.30 minutos en el cual se toman valores en pro de analizar el porcentaje de permeabilidad que es traspasado.

Tabla 3

Estándar de permeabilidad.

Agua/min	0	30	60	90	120	150	180
Comercial	100	60	30	14	3	0	0
Ecológica	100	80	50	30	17	7	0

Nota: Estándares de tiempo en comparación de permeabilidad de agua por murete. Elaboración propia.

Para determinar los valores que se evidencian en el cuadro anterior fue necesario realizar medición del contenido de agua que aun quedaba por permeabilizar el exterior del agujero.

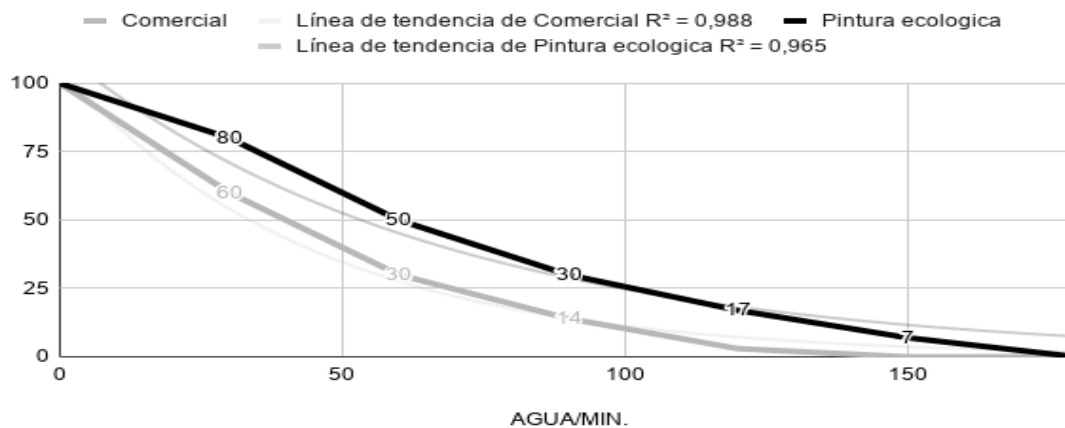


Figura 29. Tendencia gráfica del agua siendo traspasada en cada momento de tiempo determinado. Elaboración propia.

El R2 que se logra evidenciar en la anterior grafica describe una tendencia que se da por cada 50 minutos hasta que el agua que se está manteniendo en el agujero de cada murete es absorbida en su totalidad.

Se puede evidenciar y lograr obtener resultados precisos que detallan que por 50 minutos la impermeabilidad que ofrece la pintura ecológica es mayor en comparación del impermeabilizante comercial, se logra observar que el agua que se logra retener en cada media hora es mayor en comparación de la pintura comercial.

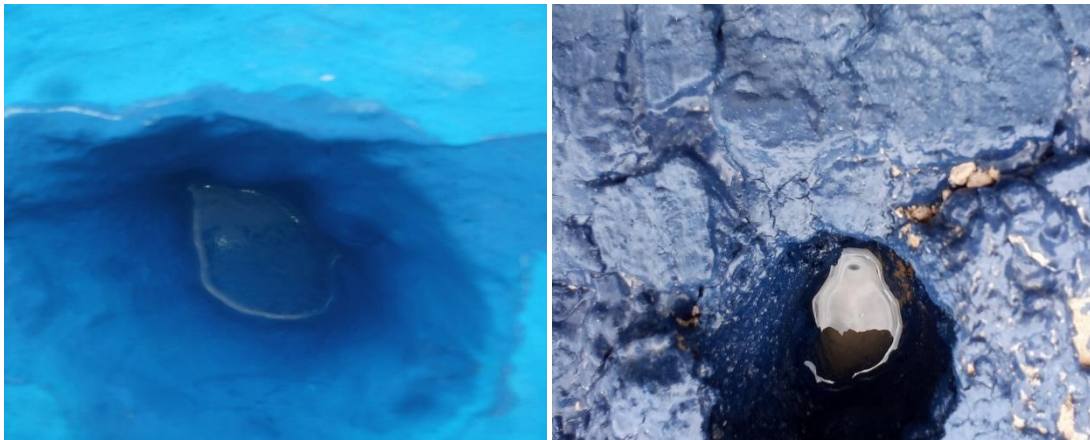


Figura 30. Agua que se estanca a medida en que avanza el tiempo en relación de la impermeabilidad que ofrece los dos impermeabilizantes. Elaboración propia.

15. Conclusiones

Como resultado de la investigación a raíz del análisis y de los datos estadísticos que son presentados y demostrados a través de los ensayos, guías y opiniones de terceros y expertos, es posible demostrar y sintetizar datos explicativos y correlativos de este trabajo. En el cual se muestra que si es posible generar una pintura impermeabilizante orgánica sin componentes tóxicos y metales pesados.

Los daños por fisuración son eliminados en un 90% esto gracias al aporte de la cal que es una de las principales maneras de reparación de muros en tierra.

La sábila que entre de sus muchas ayudas, los ingredientes que la componen permiten que el muro o fachada exterior respire y no deja que bacterias y hongos se afiancen y generen daños.

La aplicación en muretes y bloques de tapia pisada brindaron los datos necesarios en cuanto a cantidad y calidad que debe tener cada componente que ha sido utilizado en la realización de la pintura impermeabilizante, ya que determino por medio de ensayos la mezcla perfecta que se debe tener para lograr impermeabilizar y pintar las fachadas sin que la pintura tenga falencias.

Todo esto sumado permite que los daños por humedades como lo son eflorescencias y fisuras sean minimizados, las personas que habitan el inmueble tengan una mejor calidad de vida y su precio sea un gran aliciente en comparación de otras pinturas comerciales.

Gracias a lo consultado y descrito determinar que la pintura impermeabilizante ecológica a base de cal y sábila brinde soluciones a lo anteriormente descrito y que tiene un gran éxito

porque las consultas realizadas son precisas y detallan las afabilidades de cada ingrediente que la integran.

16. Recomendaciones

Antes de utilizar la pintura esta debe ser agitada para que los componentes sean unificados y la pintura tenga mayor eficacia.

Al aplicar la pintura en la fachada se debe realizar dos capas para que el efecto sea mejor, después de 30 minutos se debe realizar esta acción.

La sección a pintar antes debe ser limpiada de manera que las impurezas que tengan como elementos o agentes externos no sea vean involucrados de manera negativa.

Cada tres años se debe aplicar una nueva capa sobre la anterior para que la impermeabilización sigue teniendo efecto sobre la fachada y de esta manera los agentes externos como los insectos, bacterias y cambios climáticos no provoquen daños a la estructura.

17. Lista de Referencias

- Ángel, C. y Sánchez, C. E. (1990). *Actualidad colombiana. Construir con tierra*. Tomo II (pp. 175- 248). Bogotá: Fondo Rotatorio Editorial.
- Becerra, Pérez, Villalba, J. *Diagnóstico de patologías, caracterización mineralógica y estructural de la tapia pisada del paredón de los mártires (bien de interés cultural colombiano) para trabajos de restauración*. (Geólogos, Arquitecta). Universidad Santo Tomás.
- Cardona, O. (s.f.) Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. *Antecedentes de la tapia pisada, históricos, fallas en la construcción y elaboración de tapias, tipos de construcción en tapia*. Colombia.
- Corradine, A. (1989). *Historia de la arquitectura colombiana*. Volumen: “Colonia 1538-1850”. Biblioteca de Cundinamarca. Bogotá: Escala.
- Degradación producida por eflorescencias en fachadas*. (Generalitat Valenciana). Instituto valenciano de la edificación.
- Curotto, J. (2008). *Humedad proveniente del suelo en edificaciones*. Universidad de Chile, facultad de ciencias físicas y matemáticas, departamento de ingeniería civil.
- Gallego, J. (s.f.). SENA Servicio Nacional de aprendizaje. *Albañilería en Restauración de Edificaciones. Módulo: Recuperación de elementos y características arquitectónicas*. Colombia Regional Caldas.
- Garcés, O. (2015). *Investigación de pintura ecológica a base de sábila*. Universidad tecnológica de Tijuana.
- Generalidades (s.f). *Textura del suelo*. Recuperado por http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s00.htm#top

IPE Control. (2019). *Patologías de humedades: 4 causas de su aparición*. Recuperado por <https://ipecontrol.com/patologias-de-humedades/>

P. Doat, A. Hays, H. Houben, S. Matuk, F. Vitoux (1990). *Construir con tierra, TOMO 1*. Fondo rotatorio editorial ENDA América Latina.

Pérez, J. y Merino, M. Publicado: 2011. Actualizado: 2014.

Definicion.de: Definición de pintura. Recuperado por (<https://definicion.de/pintura/>).

Practicas de suelo. Practica 7, D. (2019). *Protocolo GLOBE para medir la temperatura y la humedad de los suelos*. Recuperado por <https://studylib.es/doc/178069/protocolo-globe-para-medir-la-temperatura-y-la-humedad-de...>

Reserved, M. (2019). *Determinación del contenido de humedad*. Recuperado por https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Laboratory_weighing/moisture-content-determination.html

Viñuales, G. (2007). *Tecnología y construcción con tierra*. APUNTES vol. 20, núm. 2, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, conicet, Argentina.

18. Anexos

Google drive, hojas de cálculo de google.

Tabla A 1.

Mezcla perfecta y presupuesto.

Materiales	Cantidad (g)	Precio U.
Sábila	500	900
Cal	500	500
Sal	300	300
Tintura	300	1000
Alumbre	400	250
Agua	300	400
Aceite de coco	200	1000
Envase	1	500
Total	2400	4850

Cantidades de cada material utilizado para la mezcla en precio unitario y en gramos para obtener 1000g. Elaboración propia.

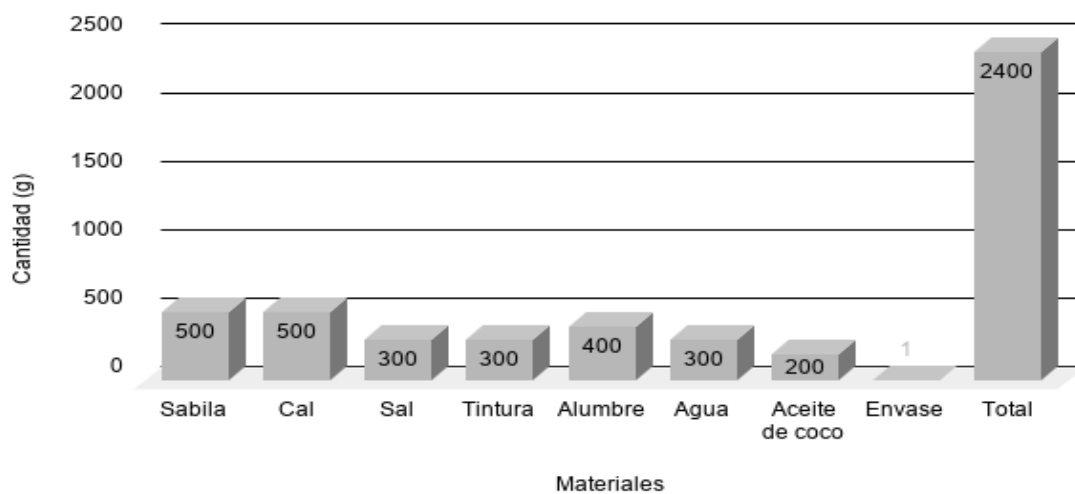


Figura A 1. Cantidad en gramos de mezcla ideal de pintura ecológica. Elaboración propia.

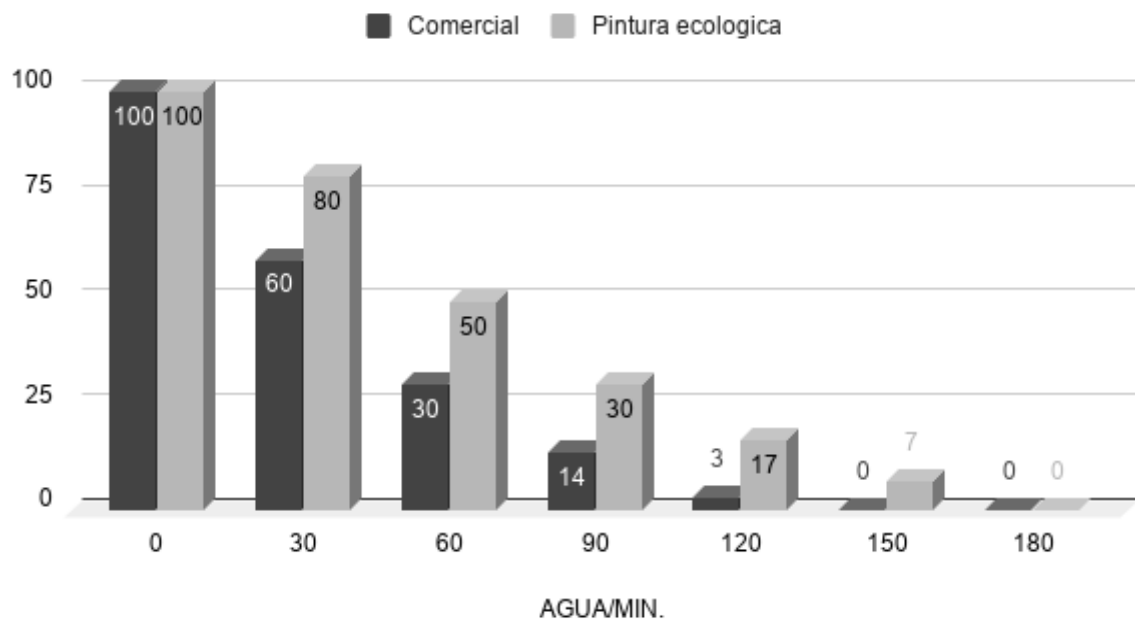


Figura A 2. Datos ensayo de absorción. Elaboración propia.

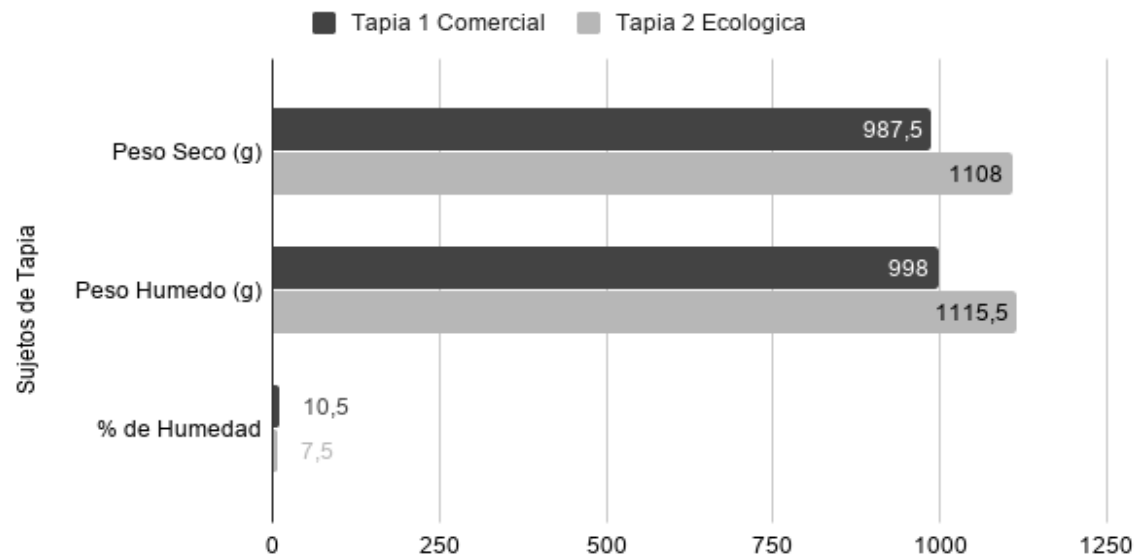


Figura A 3. Porcentajes de humedad en peso prueba de estanque. Elaboración propia.