



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**TIERRA Y CONSTRUCCIÓN: MATERIAL PARA ACABADO DE PISOS EN LA VIVIENDA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTA**

**AUTOR:**

**DANIELA ELIZABETH CABRERA TORRES**

**DIRECTOR:**

**MSc. ARQ. JOSE FRANCISCO PESÁNTEZ**

**CUENCA – ECUADOR**

## **DECLARACIÓN**

Yo, DANIELA ELIZABETH CABRERA TORRES, declaro bajo juramento que el presente trabajo aquí descrito, es de mi autoría y que los resultados obtenidos son auténticos y originales. Las referencias bibliográficas provenientes de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo responsabilidad académica y legal de los contenidos del presente trabajo de titulación.



---

**DANIELA ELIZABETH CABRERA TORRES**

**0106085657**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del título de Arquitecta, ha sido realizado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and flourishes, positioned above a solid horizontal line.

**MGSC. JOSÉ FRANCISCO PESÁNTEZ**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación dedico a Dios por haberme guiado por el camino del bien.

A mi familia quienes, por ellos, soy quien soy y me encuentro aquí, a mis abuelitos, a mis padres y en especial a mi madre Mónica Torres Pesántez por su apoyo absoluto, consejos, lecciones, comprensión, amor en momentos más difíciles de mi vida y sobre todo por los cada uno de los recursos para la realización de mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a cada uno de mis profesores que formaron mi carrera profesional, a lo largo de mis estudios universitarios, ayudándome a crecer como una persona con valores como el respeto, honestidad y sinceridad. A mi director Mgs. Arq. José Pesántez, quien supo guiar este trabajo de titulación con profesionalismo, responsabilidad y por cada una de las recomendaciones.

Asimismo, a cada una de las personas que estuvieron involucradas en el desarrollo de mi trabajo de titulación:

Ing. William Muñoz

Sr. Mario Lojano

Ing. Fabiola Uday

Ing. Digna Ortega

## INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	10
II.	PROBLEMA.....	10
III.	JUSTIFICACIÓN.....	11
IV.	METODOLOGÍA.....	11
V.	OBJETIVOS.....	12

### CAPITULO 1

1.	RESEÑA HISTÓRICA.....	14
1.1.	Construcción con tierra.....	14

### CAPITULO 2

2.	ANÁLISIS DE CASOS: PISOS DE TIERRA.....	18
2.1.	Piso de tierra en Portland – Oregón.....	18
2.2.	Un piso de tierra en Oakland – California.....	20
2.3.	Un pavimento de arcilla en España.....	20
2.4.	Resumen de análisis de casos similares.....	21

### CAPITULO 3

3.	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	24
3.1.	Localización y recolección de tierra.....	24
3.2.	Estudio de las determinaciones técnicas del suelo.....	26
3.2.1.	Ensayos de Campo.....	26
3.2.2.	Ensayos de Laboratorio.....	28
3.3.	Materiales para la elaboración de un revestimiento.....	31
3.3.1.	Aglomerantes.....	30
3.3.2.	Fibras.....	32
3.3.3.	Sellantes.....	34

### CAPITULO 4

4.	DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN.....	38
4.1.	Dosificación.....	39
4.2.	Preparación de materiales.....	40
4.3.	Estampado.....	40
4.4.	Moldes.....	41
4.5.	Compactado.....	41
4.6.	Pruebas de laboratorio.....	42
4.6.1.	Ensayo a la retracción de la muestra.....	43
4.6.2.	Ensayo de resistencia a la compresión.....	44
4.6.3.	Determinación de la resistencia contra manchas.....	45
4.6.4.	Determinación de la resistencia a los agentes químicos.....	45
4.6.5.	Determinación a la abrasión profunda de baldosas sin esmaltar.....	45

### CAPITULO 5

5.	RESULTADOS.....	47
5.1.	Ensayo de "presencia de arcilla" o "resistencia seca".....	47
5.2.	Contenido de humedad y agrietamiento.....	48
5.3.	Ensayo de lavado.....	48
5.4.	Prueba de "cinta de barro" o "ensayo de consistencia".....	49
5.5.	Determinación de la retracción a la muestra.....	49
5.6.	Ensayo de resistencia a la compresión.....	50
5.7.	Determinación de la resistencia a las manchas.....	51
5.8.	Determinación a los agentes químicos.....	52
5.9.	Determinación de la abrasión profunda de baldosas sin esmaltar.....	52
VI.	RECOMENDACIONES.....	59

VII. CONCLUSIONES .....	55
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	56
IX. ANEXOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 59

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de materialidad.....	19
Tabla 2. Tabla de materialidad.....	20
Tabla 3. Tabla de materialidad.....	21
Tabla 4. Análisis de casos.....	22
Tabla 5. Puntos de extracción del material .....	25
Tabla 6. Resultados Ensayo de limite plástico y líquido en laboratorio.....	31
Tabla 7. Clasificación de fibras naturales.....	32
Tabla 8. Características mecánicas de diferentes fibras naturales y sintéticas .....	33
Tabla 9. Dosificaciones analizadas utilizando distintos aglutinantes .....	39
Tabla 10. Ensayo de "presencia de arcilla" o "resistencia seca" .....	47
Tabla 11. Contenido de humedad y agrietamiento .....	48
Tabla 12. Ensayo de lavado .....	48
Tabla 13. Prueba de cinta de barro .....	49
Tabla 14. Retracción de la muestra .....	49
Tabla 15. Resistencia a la compresión.....	50
Tabla 16. Prueba de resistencia a las manchas.....	51
Tabla 17. Aplicación de agentes químicos .....	52
Tabla 18. Determinación a la abrasión profunda.....	52

### ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Mapa de Distribución Mundial de las Construcciones ejecutadas en Tierra. ....	16
Imagen 2. Pisos colocados en Oregón por Stebivka, M. (2014). ....	19
Imagen 3. Sukita Crimmel, "constructora natural" en la instalación de un piso de tierra.....	20
Imagen 4. Expansión de barro con el uso de una llana.....	21
Imagen 5. Pavimento continuo de forma ecológica .....	21
Imagen 6. Mapa de extracción del material. ....	25
Imagen 7. Gráfico de ensayo según Proterra .....	26
Imagen 8. Gráfico según Proterra .....	27
Imagen 9. Posea de lavado.....	27
Imagen 10. Ensayo de sedimentación .....	28
Imagen 11. Ensayo de consistencia .....	29
Imagen 12. Ensayo granulométrico .....	29
Imagen 13. Preparación de la muestra M5 para ensayo de limite líquido .....	30
Imagen 14. Ensayo de límite plástico .....	30
Imagen 15. Aglomerantes: cal, cemento, goma arábica, poliacetato de vinilo, cola de pez.....	31
Imagen 16. Fibras Naturales: Algodón, cáñamo, paja, yute, cabuya, fibra de coco...32	32
Imagen 17. Sellantes: aceite de linaza, tung, semilla de amapola, cártamo, castor, clara de huevo, melaza, resina poliéster, poliacetato de vinilo. ....	34
Imagen 18. Proceso de estampado.....	40
Imagen 19. Resultado Final.....	40
Imagen 20. Proceso mediante moldes. ....	41
Imagen 21. Prototipo Final.....	41
Imagen 22. Proceso mediante compactado .....	42
Imagen 23. Resultado Final.....	42
Imagen 24. Ensayo de retracción de la muestra .....	42
Imagen 25. Resistencia a la Compresión .....	43
Imagen 26. Aplicación de agente verde.....	44
Imagen 27. Muestras después de limpieza .....	44
Imagen 28. Pulidora y discos abrasivos .....	45

## **RESUMEN**

La tierra como material de construcción forma parte de las costumbres en edificaciones patrimoniales en la ciudad de Cuenca - Ecuador. En la actualidad el afán de rescatar y difundir el conocimiento de estas técnicas ha permitido plantear diferentes soluciones constructivas abordando problemas existentes que demanda la sociedad.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar distintos revestimientos para pisos a base de extractos de tierra cruda con pigmentaciones y fibras naturales, permitiendo analizar la composición, forma y color de la tierra mediante procesos de vertido, compactación y estampado, para la elaboración de una alternativa en la superficie de pisos

El proceso incluye ensayos de campo del material (resistencia seca, contenido de humedad y agrietamiento, lavado, sedimentación, consistencia) y de laboratorio (granulométrico, límite líquido, límite plástico). Los resultados estipulan las diferentes técnicas de fabricación considerando las propiedades de las muestras extraídas y sus dosificaciones dentro de los parámetros normativos y técnicos en base a las normas NTE INEN aplicadas a prototipos en escala que permitan medir su comportamiento físico-mecánico.

La propuesta permitirá la innovación de una alternativa accesible y amigable con el medio ambiente, de manera que garantice la calidad de su elaboración favoreciendo a su autoconstrucción, para la elaboración de revestimientos de pisos.

Palabras clave: MEDIO AMBIENTE, REVESTIMIENTO PARA PISOS, PISOS DE TIERRA, ACABADOS DE PISOS.

## **ABSTRACT**

The soil as a construction material begins with the customs in patrimonial buildings in Cuenca city in Ecuador. Currently, the desire to rescue and disseminate the knowledge of these techniques has allowed us to propose different construction solutions addressing the existing problems that society demands.

The main objective of this researching work is to develop different floor coverings based on extracts of unbaked soil with pigmentations and natural fibers which allows to analyze the composition, shape and color of the soil through processes of pouring, compaction and stamping for the preparation of an alternative on the surface of floors.

The process involved field tests of the material like dry resistance, moisture content and cracking, washing, sedimentation, consistency and also laboratory test such as granulometric, liquid limit and plastic limit.

The results provide the different manufacturing techniques considering the properties of the extracted samples and their dosages within the normative and technical parameters based on the NTE INEN standards applied to prototypes in scale that allow measuring their physical-mechanical behavior.

The proposal will allow to apply the innovation of an accessible and friendly alternative to the environment which guarantees the quality of its elaboration favoring its self construction for the elaboration of floor coverings.

**KEY WORDS:** ENVIRONMENT, FLOOR COVERING, SOIL FLOORS, FLOOR FINISHES.

## I. INTRODUCCIÓN

La tierra como material de construcción tiene sus principios en la antigüedad, en donde ha perdido transcendencia a través del tiempo; debido a la influencia y auge de nuevos materiales introducidos en la época.

Como tradición constructiva en la sierra sur del Ecuador, la tierra forma parte de la cultura andina, pretendiendo con este trabajo rescatar, incentivar y difundir el conocimiento sobre diferentes revestimientos en tierra. Los revestimientos actuales utilizados en bio-construcción, son similares en apariencia y técnica de aplicación a sus homólogos convencionales y al mismo tiempo aportan numerosas ventajas, como: un ciclo de vida ejemplar que genera un impacto ambiental reducido, un buen confort térmico, la protección de paredes contra la humedad y la ausencia de sustancias tóxicas o nocivas para personas, animales y plantas (Melia *et al.*, 2014).

A la vez, al ser un material de bajo costo ayudará a la población ya que el mismo se utilizará como material para acabado de pisos con un valor estético y funcional. La investigación y experimentación del presente trabajo desarrollará una alternativa de prototipos de revestimientos a base de tierra mediante ensayos que cumplan o se basen en normativa INEN y previo a ella el cumplimiento de los ensayos de campo según la Red Iberoamericana Proterra, para garantizar la factibilidad de su aplicación y uso.

## II. PROBLEMA

La tierra como material de construcción ha sufrido un indebido aprecio ante el arribo de nuevos materiales como: hormigón, metal y acero, los cuales poseen mejor acogida debido a sus características, técnicas, tiempo de empleo y costos, considerando a la tierra como un material antiguo.

Se carece de información técnica sobre los procesos constructivos de revestimientos para pisos y por ende la inexistencia de una normativa determinada para la obtención de los mismos; para lo cual se analizará muestras mediante ensayos adecuados en base a la normativa INEN NTE (Limite líquido, limite plástico, resistencia a las manchas, resistencia a agentes químicos, determinación de la profunda).

### III. JUSTIFICACIÓN

Debido al interés de la tierra como material de construcción por sus múltiples propiedades como: color, textura, estructura, porosidad, permeabilidad, se pretende conseguir alternativas constructivas y edificaciones medio ambientales más responsables con el contexto.

Existe también un compromiso medioambiental con el planeta y es preciso concientizar en la necesidad de utilizar materiales alternativos naturales, el cual se pretende utilizar en el espacio interior de viviendas como un revestimiento para pisos, una mirada hacia técnicas del pasado con proyección al presente, es lo que justifica esta propuesta.

### IV. METODOLOGÍA

Una vez recopilada y analizada la información, se procede a la obtención del material en yacimientos naturales, ubicados en la zona austral del Ecuador (Vía Oña – Susudel), en la cual se realizaron diferentes ensayos de campo, para posteriormente ser utilizados en la fabricación de muestras, hasta obtener una dosificación adecuada en base a el análisis de caso realizado.

Seguidamente con el uso de laboratorio (método experimental) se realizó las siguientes pruebas: granulometría, límite líquido y plástico, resistencia a gases químicos y manchas, resistencia a la abrasión.

## **V. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realizar muestras de revestimientos a base de tierra, con pigmentos naturales para pisos con diferentes texturas en interiores de viviendas.

### **Objetivos específicos**

- Revisar bibliografía existente sobre la tierra como material en la construcción a través del tiempo, texturas, barnizados, color e impermeabilizantes compatibles con la tierra.
- Elaborar un prototipo de revestimiento a escala con tres procesos diferentes de elaboración (estampado, vertido, compactado).
- Someter los prototipos a pruebas de laboratorio, para conocer la factibilidad de este revestimiento mediante normas INEN (Limite líquido, limite plástico, resistencia a las manchas, resistencia a agentes químicos, determinación de la profunda).



# CAPITULO 1

RESEÑA HISTÓRICA

## 1. RESEÑA HISTÓRICA

### 1.1. Construcción con tierra.

La tierra es una composición de materia orgánica de roca, arena, arcilla y seres vivos como bacterias, estos varían dependiendo de los diferentes lugares del planeta en el cual se encuentre (Sanchis Mullor, n.d.), es el material más cuantioso y más usado en la antigüedad, por lo que es importante estudiar todos sus beneficios, posee algunas propiedades como; regula la temperatura del ambiente y almacena el calor, disminuye la contaminación ambiental, es reutilizable y es apto para la autoconstrucción.

“La tierra ha sido un material de construcción usado en todos los lugares y en todos los tiempos (Pons, Salvador, & Terremotos, 2001)”, la formación y propiedades de los distintos tipos de muestras extraídas varía de acuerdo la ubicación donde se asientan, éstas pueden presentarse, a la orilla de un río, al pie de una montaña, o al borde de una carretera.

“En el comienzo de la historia de las civilizaciones, el hombre ha utilizado la tierra arcillosa para construir, la misma fue adoptada en el momento que el hombre decidió ubicarse definitivamente en un territorio. *“Según investigaciones realizados por Minke (2008), las técnicas de construcción con tierra vienen de hace más de 9000 años”.*

Existen despojos de arquitecturas de tierra en todos los continentes y en la mayoría de los países del mundo, desde las regiones cálidas y desérticas, hasta los lugares más lluviosos. Desde hace 10.000 años los hombres han construido ciudades, y la tierra cruda ha sido y sigue siendo uno de los principales materiales de construcción empleado por algunas civilizaciones para construir urbes enteras.

Los primeros vestigios de construcción en tierra datan del Neolítico (6.000-10.000 años de antigüedad), y están situados en Mesopotamia entre el Tigris y el Éufrates, en el 3.400 a.C. se encuentran arquitecturas de tierra en Jericó, la ciudad más vieja del mundo (2000 - 1800 a.C.), en Irak con la gran torre de Tak-ekesra del s. VI a.C. y algunos otros ejemplos destacados como el Chan-Chan, capital del reino Chimú, cerca del actual Trujillo (Perú), la ciudad andina más extensa con 20 km<sup>2</sup> construidos con tierra en forma de tobas; también Kano, en Nigeria; Tomboucuto, en Mali y Marrakesh, en Marruecos (Barbeta, 2002).

La tierra a menudo suele verse como un material de construcción empleado en el medio rural, sin embargo, hay una gran cantidad de arquitectura de tierra que se puede encontrar en entornos urbanos, el ejemplo más impresionante la ciudad de Shibam, en Yemen, admirable por sus más de quinientas fincas de tierra que rozan los 30 metros de altura conocida como "la Manhattan del desierto", y es el hogar de los primeros rascacielos del mundo.

*"En China viven aproximadamente 20 millones de personas en viviendas subterráneas, cuevas que fueron excavadas en suelo limoso. Un ejemplo casi desconocido por la mayoría es que parte de la "Gran Muralla China" (-500 a.C.) de la época Ming, fueron construidos con las técnicas de entramado, tierra, adobe y piedra, dependiendo de los materiales locales" (L. Meraz Quintana).*

Cerca de allí se encuentran las ciudades de Hrapa Mohenjo-Daro (700 a.C.) con edificios de adobe y tierra batida. La construcción con tierra se distribuyó en Europa desde el occidente hacia el oriente por el Egeo, a través de fortificaciones micénicas, en Khiró Kifía, o en el Palacio del Rey Minnos en Cnosos, 2.000 a.C. en Creta, también lo utilizaron romanos y galos en sus edificaciones. En Europa, y a causa de la gran influencia del dominio romano y árabe, el patrimonio de tierra presente es bastante rico; se emplearon todo tipo de técnicas aproximadamente por igual, a excepción

del bahareque como tal, más empleado en Latinoamérica: adobe, tapia, cob, técnicas mixtas (Gonzalo Sánchez, 2012).

*"En México, Centroamérica y Sudamérica existieron construcciones de adobe en casi todas las culturas precolombinas. La Pirámide del Sol en Teotihuacán, México, está construida por 2 millones de toneladas de tierra apisonada y fue construida entre los años 300 – 900. Otra de las técnicas muy utilizadas era la "pared de mano", o "bollos de barro", se utilizaba en la construcción de murallas, para su ejecución se empleaban bolas de tierra sin moldear, que se iban apilando y presionando en tongadas de 80 cm de altura, las cuales se iban superponiendo progresivamente; pero sin duda, las técnicas más utilizadas serían la quincha y el adobe, y un claro ejemplo es la ciudadela de Chan Chan, en Trujillo (Perú), de los siglos IX – XV. La zona monumental, con una extensión de 600 Has, es la ciudad más grande de tierra de la América Precolombina" (Gonzalo Sánchez, 2012).*

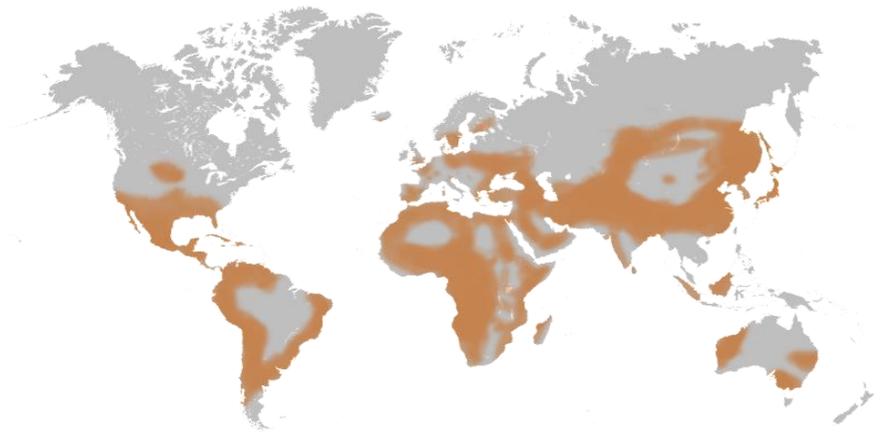
En Ecuador hasta el año 1992 el 57% de las viviendas eran de ladrillo y cemento; y el resto, de materiales alternativos como bloque, caña guadua, adobe, tapial, bahareque, entre otros. La utilización de este material es importante por lo cual se pretende continuar con la investigación y aplicación de tecnologías alternativas y del uso del mismo, de tal manera que los antiguos conocimientos sean renovados y ofrecidos en el mercado actual.

*"La construcción con tierra se ha ido acondicionando a las necesidades y oportunidades del tiempo y del espacio, por lo tanto tiene un largo camino recorrido que le ha posibilitado acumular aciertos y desaciertos. De las tres técnicas que se han identificado y usado: el adobe, bahareque y tapial, es el adobe la más difundida hasta la actualidad, posiblemente por la disponibilidad del material, o por las características como aislante térmico que posee. El uso del ladrillo en el medio local fue desplazando su presencia paulatinamente; hasta el año 2011 fue prácticamente inexistente el empleo del barro en las nuevas construcciones ciudadanas. Su reutilización se ha*

*limitado a trabajos de restauración o de intervención en edificaciones ya existentes y que en muchos de los casos son utilizados por disposición y normativa legal." (Pesántez, González; 2011)*

Todas las culturas antiguas utilizaron la tierra no solo en la construcción de viviendas sino también en fortalezas, obras religiosas, monumentos, edificios agrícolas etc. La larga historia de la construcción con tierra demuestra la resistencia y durabilidad de este material tradicional. En muchas partes del mundo, la construcción con tierra se mantiene vigente como alternativa real para importantes sectores de la población, por su bajo costo, disponibilidad de materia prima y posibilidades de autoconstrucción (Ceballos. 2009).

*Imagen 1 Mapa de Distribución Mundial de las Construcciones ejecutadas en Tierra.*



Fuente: <http://www.terracreto.com/wpcontent/uploads/2014/10/tierra.png>



# CAPITULO 2

ANALISIS DE CASOS

## **2. ANÁLISIS DE CASOS: PISOS DE TIERRA**

El concepto de un “piso de tierra” no es nuevo, casas han sido construidas directamente sobre la tierra durante muchos milenios, en 1625 la mayoría de edificaciones europeas han tenido un suelo de tierra apisonada, los primeros colonos de América de norte vivieron directamente sobre la tierra, como muchas generaciones de nativos americanos que les precedieron.

A lo largo del tiempo, se han perfeccionado edificaciones en tierra por medio de diversas técnicas, que han autorizado comprender saberes remotos, siendo necesario conocer algunos de los casos, considerar ando los materiales empleados para analizar su proceso y dosificación en los revestimientos para pisos.

A continuación, se analiza tres parámetros en los casos similares (materiales, dosificación, terminado), con ello se determinará un método que guiará a mejorar la técnica y ser capaz de aplicarlo en esta alternativa constructiva de revestimiento para pisos.

Luego de una recopilación de información sobre esta técnica se analizaron tres casos a nivel mundial, el primer caso es un piso en Portland-Oregón desarrollado por Reay y Thomson; el segundo ubicado en Oakland-California desarrollado por el Sr. Rowell y la Sra. Farnsworth; y el último caso planteado por Daniel Esmite, maestro constructor en Gea Tierra Uruguay.

### **2.1. Piso de tierra en Portland – Oregón**

Autor: Sukita Reay y James Thomson

Lugar: Oregón – Estados Unidos

Año: 2014

Materiales: se utilizaron materiales como arena, tierra arcillosa, cal aceite de linaza, cera de abejas, pigmento natural y sangre de bueyes.

Herramientas: Pala, paleta, recipientes plásticos, brochas, Bailejo, llana metálica, rodillos.

Dosificación: Se realizaron pruebas con pedazos de diferentes composiciones arcilla: agua, 2:1, 3:1, 4:1, de 2 cm de grosor y 46 cm de diámetro. Cuando estos se secaron, se cepilló y se raspó la superficie y se eligió el caso con menor número de fisuras. Al momento de cepillarse observaron que no se desprendiera mayor cantidad de polvo, porque de ser el caso, significaría que se necesita más cantidad de arcilla.

Con los resultados de la investigación se recomienda el uso de las dosificaciones 2 ½ :1 (2 ½ de arcilla y 1 de agua) o 3 ½ :1 (3 ½ de arcilla y 1 de agua)

En cuanto al uso de la fibra, se empleó paja esta la cortaron con trituradora eléctrica y la tamizaron con malla de 1/8 para eliminar semillas. La cantidad de fibra se midió en porcentaje del total del volumen de la mezcla en secos. La dosificación final es 3:1:1/4 (3 de arena, 1 de arcilla y ¼ de fibra), una vez determinadas las relaciones con el piso final, se puede bruñir, aceitar, engrasar y pulir con cera.

La elaboración de este se realizó con el empleo de pigmentos, incrustaciones cerámicas y pinturas a base de tierra, para la conformación de sus capas de color se utilizaron pinturas con patrones o diseños que se aplicarían directamente en el suelo para posteriormente engrasar y pulir con cera.

Imagen 2. Pisos colocados en Oregón por Stebivka, M. (2014).



Fuente: Earthen Floors por Thomson, J. & Reay, S (2014).

Tabla 1.  
Tabla de materialidad

Suelo	Dosificación	Sellador	Diseño	Acabado
<b>Arena</b>	2 ½		Pigmento	Resina de soja
<b>Arcilla</b>	1	Linaza	Pintura	Cera de Carnauba
<b>Paja</b>	12,5%	Ceniza	Incrustaciones de cerámica	Aceite de oliva
<b>Espesor</b>	1,2 a 5 cm			Semilla de lino

Fuente. Autor

Elaboración: Propia

## 2.2. Un piso de tierra en Oakland – California

Autor: Sr. Rowell y la Sra. Farnsworth

Lugar: California – Estados Unidos

Año: 2007

Materiales: utilizaron materiales como arena, tierra arcillosa, cal.

Herramientas: Pala, paleta, recipientes plásticos, brochas, Bailejo, llana metálica, rodillos.

Dosificación: la elaboración de este piso no posee una dosificación en específico, pero los componentes usados por el Sr. Rowell y la Sra. Fransworth son a partir de: tierra, cal y arena.

Imagen 3. Sukita Crimmel, "constructora natural" en la instalación de un piso de tierra



Fuente: <https://www.nytimes.com/2007/02/08/garden/08dirt.html>

Tabla 2.  
Tabla de materialidad

Suelo	Dosificación	Sellador	Diseño	Acabado
Arena			Pigmento	Aceite de linaza
Arcilla		Linaza	Sangre de buey	Cera de abejas
Fibra		Ceniza		Aceite natural
Espesor		4 – 5 cm		

Fuente: Autor

Elaboración: Propia

## 2.3. Un pavimento de arcilla en España

Autor: Arq. Esther de Mallorca

Lugar: España

Año: 2013

Materiales: Arena a base de diferentes granos, pigmentos naturales, paja, aceite de linaza.

Herramientas: tablas, nivel, llana de madera, llana metálica, brocha.

Dosificación: Este piso se realizó en España a base de arcilla natural, es continuo y de forma ecológica, el mismo por su índice granulométrico resistente, y se presenta como una losa compacta, lisa y brillante.

Se emplea la mezcla ya preparada, se coloca 4 volúmenes de arena base en un recipiente aparte, se le añade los pigmentos naturales que se quiera incorporar, se agregan puñados de paja pasados por un tamiz, de inmediato se pone entre un 5 a 10 % de aceite linaza puro cocido.

Una vez realizada la mezcla se le agrega un volumen de arcilla; Nuevamente se mezcla los materiales, usando un taladro con un gancho en forma de espiral, se coloca agua, para que la mezcla presente una consistencia húmeda.

Se deja secar y luego se vierte una segunda y tercera capa, Para que un piso quede impermeable al agua se recomienda la colocación entre 4 a 5 capas de aceite de linaza.

Imagen 4. Expansión de barro con el uso de una llana.



Fuente: <https://www.mimbrea.com>.

Imagen 5. Pavimento continuo de forma ecológica



Fuente: <https://www.mimbrea.com>.

Tabla 3.  
Tabla de materialidad

Suelo	Dosificación	Sellador	Diseño	Acabado
<b>Arena</b>	4		Pigmento	Aceite de linaza
<b>Arcilla</b>		Linaza	Linaza	
<b>Fibra</b>		Paja		Aceite natural
<b>Espesor</b>		4 – 5 cm		

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 2.4. Resumen de análisis de casos similares

Una vez realizado el estudio de estos tres casos a nivel mundial, se determina que cada uno de estos en cuanto a, materialidad, dosificación y el modo de empleo son similares, para una mejor observación a continuación se presenta un cuadro resumen el cual se tomará como referencia para la elaboración del revestimiento del presente trabajo.

A partir de este análisis, se tomará en cuenta el uso de tierra, arena, cal, paja y aceite de linaza para la elaboración base de las diferentes dosificaciones a ser estudiadas, posteriormente con estudios y propiedades de materiales se tendrá presente el uso de materiales que sirvan como refuerzo de las mismas.

Tabla 4.  
Análisis de casos

Caso	Materiales	Dosificación	Observación
<b>Piso de tierra en Portland - Oregón</b>	Arena	2 ½ 1	Este piso se encuentra dentro de una vivienda. Está expuesto a un alto tránsito de persona
	Arcilla		
	Cal		
	Aceite de linaza		
	Cera de abeja		
	Pigmento natural		
<b>Un piso de tierra en Oakland - California</b>	Sangre de bueyes	No se posee una información exacta sobre la dosificación	La instalación de este piso se realizó en la habitación de
	Arena		
	Arcilla		

<b>Un pavimento de arcilla en España</b>	Arena Paja	4	una vivienda, soporta cargas permanentes
			Se aplicó este tipo de pavimento continuo en el interior de una vivienda

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia



# CAPITULO 3

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

### **3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

#### **3.1. Localización y recolección de tierra**

La recolección de los materiales se realizó de forma manual, mediante el empleo de herramientas como el pico y pala, en el límite de las provincias de Loja y Azuay tomando los puntos de referencia con GPS que ayudara a encontrar su localización y futuros usos (Imagen 6), a cada una de las tierras seleccionadas se realizó ensayos de campo, para evaluar la existencia de arcilla en su suelo, pueden hacerse in situ en corto tiempo para estimar la composición de la tierra y determinar si es aceptable para la mezcla.

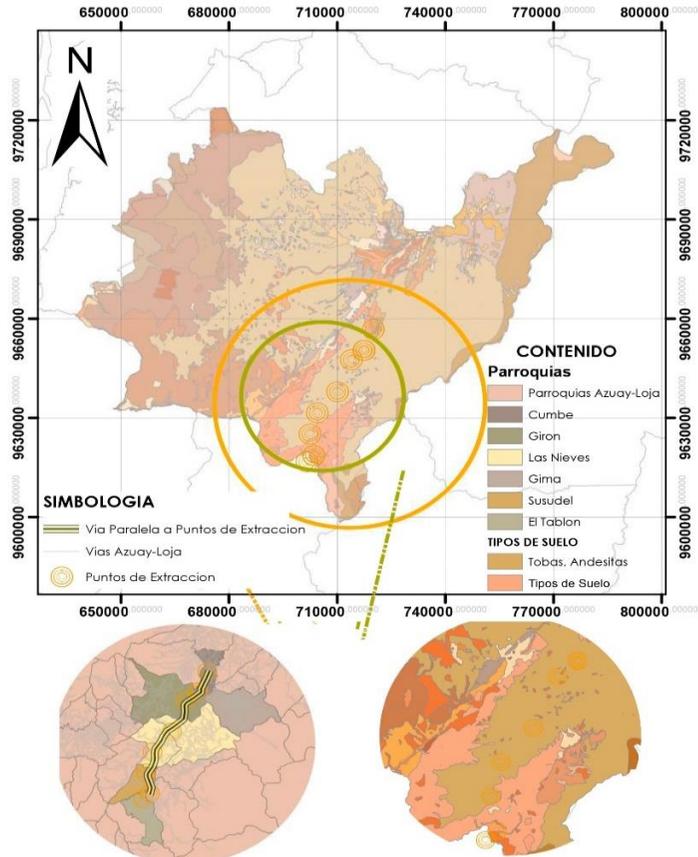
La mayoría de tierras de colores fueron recolectadas de las parroquias de Oña y Susudel, ubicadas en la provincia del Azuay, estas forman parte del inventario de Patrimonio Cultural del Estado; a pesar de ser escenarios cargados de riqueza histórica, paisajística y cultural, relacionada principalmente con su difícil geografía y su vinculación con territorios de poderío económico y social, dado su pasado Cañarí y dominación Inca, estas parroquias han sido poco investigadas en lo referente a su patrimonio intangible, a continuación, se detallará una breve información acerca de estos dos puntos poblacionales importantes en donde se realizó la extracción del material.

##### **Oña y Susudel**

Las parroquias de Oña y Susudel se localizan a 102 Km, al suroeste de la ciudad de Cuenca se ubican dentro de una geografía de grandiosa riqueza paisajística, con una topografía cercada de montañas, pequeños valles y zonas desérticas, que privilegian el paisaje cultural existente. Su paisaje edificado está caracterizado por la presencia de arquitectura vernácula, resultante de conocimientos tradicionales y técnicas constructivas, que adquieren sentido en la interacción permanente entre los habitantes, territorio y sus costumbres que van desde tiempos remotos.

La ubicación de los yacimientos de tierra de colores es de amplio conocimiento de los moradores del sector, la gran mayoría de minas se ubican a los alrededores del cantón Oña, en los que se puede nombrar la mina de Putuzhio.

Imagen 6. Mapa de extracción del material.



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

Tabla 5.  
Puntos de extracción del material

Muestra	Contenido			Coordenadas		Altitud (msnm)
	Grava	Arcilla	Limos	Latitud	Longitud	
M1 Blanco	0,00	15,88	84,12	-3.10233	-79.0205	3404
M2 Verde Oliva	0,00	27,03	72,97	-3.15850	-79.0435	3192
M3 Siena	0,00	32,46	67,74	-3.15934	-79.0444	3404
M4 Amarillo Indio	0,00	38,10	61,90	-3.18543	-79.0751	3300

M5	Celeste 	0,00	32,44	67,56	-3.2726	-79.1116	1872
M6	Marrón Pardo 	0,00	51,65	48,35	-3.44743	-79.16823	1872
M7	Rosado 	0,00	32,88	67,12	-3.38872	-79.1777	1872
M8	Anaranjado 	0,00	12,57	87,43	-3.32997	-79.1617	1872
M9	Verde Putushio 	0,00	21,46	78,54	-3.46313	-79.1856	1872
M10	Verde claro 	0,00	17,66	82,34	-3.44743	-79.1682	1872

Fuente: Autor

Elaboración: Propia

## 3.2. Estudio de las determinaciones técnicas del suelo

### 3.2.1. Ensayos de Campo

Según la Red Iberoamericana Proterra consisten en la determinación de las propiedades más importantes de los suelos para su empleo en la arquitectura y construcción con tierra, y los respectivos métodos de ensayo utilizados para su determinación en el laboratorio

#### 3.2.1.1. Prueba de “Presencia de arcilla” o “Resistencia Seca”.

Para la tierra del sector se le agrego una pequeña cantidad de agua y realizo cuatro muestras en forma de esfera, intentando que no se deformen a simple vista al secarse, están se dejaron secar 48 horas, garantizando que no se humedezcan o mojen por lluvias, flujos de agua, etc.

Una vez secas cada una de las muestras se presiona fuertemente entre el dedo pulgar y el dedo índice, en caso de presentar fisuras al menos en una de las muestras se debe volver a formar una esfera con los mismos materiales, secándolo igual que las anteriores, si se vuelve a romper se debe desechar este yacimiento salvo que se mejore con arcilla ver Anexo 1.

Imagen 7. Gráfico de ensayo según Proterra



Fuente: Autor

Elaboración: Propia

### 3.2.1.2. Prueba de contenido de Humedad y agrietamiento.

Es importante controlar adecuadamente el contenido de humedad, para evitar o disminuir las fisuras de secado. La menor dosis de agua que logre activar la arcilla existente, para alcanzar la máxima resistencia seca de los muros, la cantidad de agua requerida no debe pasar del 20% respecto al peso del contenido seco.

Se formó una bola de tierra del tamaño de un puño y se comprimió fuertemente, soltar a una altura de 1.20 m sobre un suelo firme, si la bola de tierra se rompe en 5 pedazos o más, el contenido de humedad es correcto, si se aplasta sin desintegrarse, el contenido de humedad es demasiado alto, y si se desintegra en el piso el suelo es demasiado seco.

Imagen 8. Gráfico según Proterra



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 3.2.1.3. Ensayo de lavado.

Se debe fregar en medio de las manos una muestra de tierra para determinar la consistencia de sus partículas, si se aprecia claramente es una tierra de formación arenosa o gravosa. Si la muestra es pegajosa, no presenta adherencia y es de fácil limpieza es un indicador que la tierra es

rica en limos. Si la tierra es plástica y no hay posibilidad de conseguir la limpieza de las manos sin el uso del agua, esta muestra contiene arcilla.

Imagen 9. Proceso de lavado



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 3.2.1.4. Ensayo de Sedimentación.

La tierra debe ser tamizada previamente para la eliminación de materiales gruesos a través de una malla de 1/8" y también algunas arcillas deben ser pulverizadas para realizar el ensayo.

El ensayo consiste en colocar agua y una muestra de tierra en un tubo de ensayo, agitando la mezcla y después observar que las partículas mayores se asienten al fondo y las más finas se conservan suspendidas. Esta prueba puede proporcionar visualmente un porcentaje aproximado de los contenidos de material que contiene la muestra.

Después de un momento de reposo las partículas de arena comienzan a asentarse, si el agua se cristaliza rápido tiene poca cantidad de arcilla y si permanece turbia por un tiempo puede contener cantidades significativas de arcilla.

Una vez que se ha asentado las capas se puede medir la cantidad relativa de componentes. La división de la altura medida de la capa de arcilla por la altura total del material nos dará el porcentaje aproximado. Si el resultado nos da tierra arenosa, es inadecuada para la elaboración de pisos de tierra, y debería estabilizarse colocando arcilla entre el 25% al 45%. (Saroza, et al, 2008), para mejorar la calidad del material.

En este ensayo se determina la cantidad aproximada del contenido de arcillas de cada una de las muestras, por lo que el material que se deposita en el fondo del recipiente es menor a los otros.

Imagen 10. Ensayo de sedimentación



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 3.2.1.5. Prueba de "Cinta de barro" o ensayo de consistencia.

Se emplea una muestra con una humedad que permita realizar un cilindro de 12 mm de diámetro, en seguida se aplana entre los dedos pulgar e índice, si la cinta alcanza una longitud variable entre 20 y 25 cm, el suelo es arcilloso, por el contrario, si se corta a los 10 cm o menos, significa que tiene poco contenido de arcilla.

Imagen 11. Ensayo de consistencia



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

## 3.2.2. Ensayos de Laboratorio

### 3.2.2.1. Granulométrico:

El análisis granulométrico se realiza a través del tamizaje y está apoyado en la norma NTE INEN 0696 para agregados finos, en el cual se agrupa por nivel de tamaño las partículas que existen en la tierra.

La granulometría separa los granos de tierra en orden del diámetro de sus partículas, las partículas más gruesas se sitúan en las primeras mallas y las más chicas en el fondo, es por esto que las que atraviesan la malla 200 son consideradas arcillas o limos (Anexos).

#### • Materiales y Equipo:

- Muestra de tierra 300 gr
- Balanza digital
- Tamices No.4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200.
- Horno
- Bandeja de metal.
- Cepillo de acero.

- **Procedimiento**

Generalmente se usa el tamizado desde la malla No. 4 hasta la No. 200, se toma una muestra de tierra de 300 gr antes del lavado, se realiza un proceso de secado y se vuelve pesar con el fin de conocer el porcentaje de humedad, la muestra se sujeta a un lavado constante hasta obtener un agua limpia, así se elimina los limos y arcillas existentes, posteriormente se pesa la muestra y se la tamiza durante 10 a 15 minutos, una vez con cada uno de los restantes en los tamices se pesa, finalmente se realiza una tabla de cálculo empleando, la expresión:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Imagen 12. Ensayo granulométrico



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 3.2.2.2. Límite líquido

Se examina el contenido de agua presente en el barro, entre el estado líquido y el plástico, para la determinación del mismo se utilizó la norma NTE INEN 691.

- **Herramientas y materiales**

- Muestra de tierra 300 gr pasada por el tamiz No. 40
- Agua
- Cuchara de Casa grande
- Balanza
- Espátula
- Probeta
- Recipiente
- Horno

- **Procedimiento**

Con la muestra de 300 gr. de tierra seca pasada por el tamiz 40, se agrega agua hasta obtener una masa moldeable, esta se coloca en la Cuchara de Casa grande debidamente calibrada.

Se hace una ranura con la espátula y se somete a un proceso de golpes sucesivos a la muestra hasta que la ranura se cierre a una dimensión de 13mm. Se anota el número de golpes y se recomienda medirlos en intervalos de golpes entre 20 y 25, 25 y 30, 30 y 40 para poder determinar el límite líquido que se realiza a los 25 golpes.

Las muestras extraídas de cada golpe se colocan en recipientes, pesando su peso húmedo; se coloca en el horno durante 24 horas y se vuelve a pesar en seco. Este ensayo se realiza para poder determinar la máxima cantidad de agua que se debe adherir a la mezcla.

Imagen 13.Preparación de la muestra M5 para ensayo de limite líquido



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 3.2.2.3. Límite plástico

Para este procedimiento se emplea el uso del material utilizado en el ensayo de límite líquido, esta prueba consiste en determinar el límite entre el estado plástico y el semisólido.

- **Herramientas y materiales**

- Muestra de tierra 200gr
- Agua
- Balanza
- Espátula
- Probeta
- Recipiente
- Horno

- **Procedimiento**

Se ocupa una muestra de 200gr de tierra seca y se coloca en un recipiente, agregando agua destilada, con aproximadamente 1cm<sup>3</sup> de la misma, se hace girar en una superficie plana, hasta obtener un diámetro de

3mm, doblamos y amasamos nuevamente. Este proceso se lo repite hasta que la muestra se rompa en 0,5 a 1cm.

Se toma una muestra de la misma, se pesa la tierra húmeda y luego se introduce la muestra en un frasco y se lo seca en el horno, posteriormente una vez seca se vuelve a pesar la muestra.

“Si el rollo se parte o desarrolla grandes fisuras antes de alcanzar 3 mm de diámetro la mezcla deberá ser humedecida gradualmente hasta que el rollo se parta solamente cuando haya alcanzado un diámetro de 3 mm” (Minke, 2001).

Imagen 14.Ensayo de límite plástico



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

- **Índice de plasticidad**

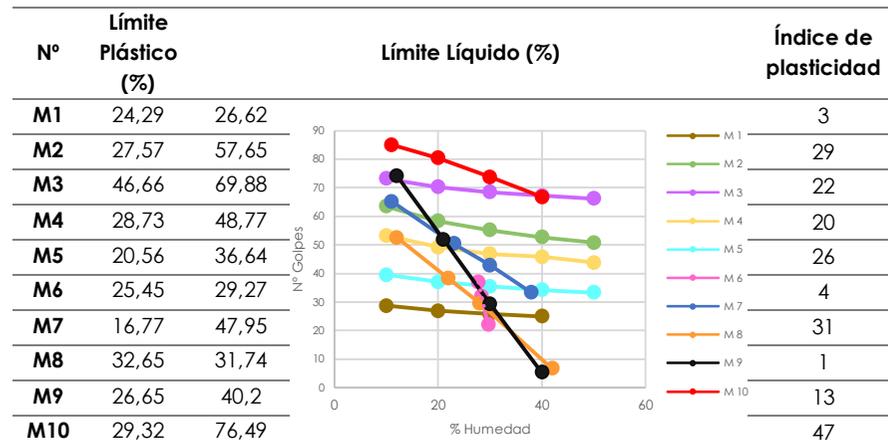
$$IP = LL - LP (\%)$$

LP= Límite plástico

LL= Límite líquido

IP= Índice de plasticidad

Tabla 6.  
Resultados Ensayo de límite plástico y liquido en laboratorio.



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

En los resultados de la tabla se pudo observar que a medida que disminuye la humedad de la muestra de suelo, aumenta el número de golpes y la fuerza de corte va aumentando. La M1 y M6 que presenta menor humedad es la más óptima para el revoque, ya que no presentó fisuramiento y requiere menor cantidad de agua para realizar la mezcla. Mientras que la mezcla M10, M3, M2 y M4 que representó mayor número de golpes, se recomienda agregar arena fina entre un 50% de la mezcla para acentuar su calidad y obtener un mejor resultado en la superficie.

En el resultado del ensayo se pudo observar que la muestra M3 presentó el índice de plasticidad más elevado, por lo que este tipo de tierra al tener la característica de ser muy arcillosa no resulta apropiado para su aplicación en el revoque y debió ser mejorada añadiendo arena.

### 3.3. Materiales para la elaboración de un revestimiento

#### 3.3.1. Aglomerantes.

Los aglomerantes por consolidación proporcionan ayuda a las arcillas en la acción aglutinante que ejercen sobre las partículas inertes del suelo. Es decir, forman cadenas con los limos y arenas para mantenerlas unidas, con lo que se complementa el trabajo de las arcillas.

Imagen 15. Aglomerantes: cal, cemento, goma arábica, poliacetato de vinilo, cola de pez



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

- **Cal**

Es el resultado de la calcinación de piedras calizas, también conocida como carbonato de calcio de fórmula  $\text{CaCO}_3$ . El tipo de cal que se puede conseguir va a depender de la composición de la roca caliza (Otero, 2010).

Es las construcciones en tierra es primordial proporcionar refuerzos a la tracción por las fisuras conocidas que suelen darse.

- **Cemento**

El cemento se usa como estabilizador contra la erosión por agua de lluvia, sobre todo en barros de bajo contenido de arcilla. Mientras mayor es el contenido de cemento.

- **Goma arábica**

La goma arábica se consigue en forma de gránulos los cuales se requiere diluir para su uso, para ello se dosificó una cierta cantidad de agua con goma en una proporción 1:1 respectivamente y se deja reposar durante 12 horas para así conseguir una sustancia más viscosa, obteniendo así un aglomerante con la consistencia requerida.

- **Poliacetato de vinilo o cola plástica**

Adhesivo de gran tenacidad en forma de gel, fabricado a base de homopolímeros de acetato de polivinilo, cargas y aditivos especiales, logrando un adhesivo de gran viscosidad para el encolado de superficies exigentes.

- **Cola de pez**

La cola de pez es obtenida de las vejigas natatorias de ciertos peces, como el esturión, el bacalao, el barbo y la carpa. Es uno de los ingredientes principales en la elaboración de la gelatina, se suele comercializar en formato de hojas transparentes y se utiliza generalmente para dar más consistencia a las gelatinas de carne o de frutas se emplea también como adhesivo natural.

### 3.3.2. Fibras.

Debido a que los barros con alto contenido de arcilla tienden a fisurarse en el secado, estos se rebajan con arena gruesa de 0,6 a 2mm, o gravilla hasta 4mm de tamaño del grano, o con vegetales como cortes de paja, cabuya, fibra de coco, yute, algodón, cáñamo. La adición de fibras reduce

la figuración y aumenta la resistencia, estas no deben ser mayores de 3cm y en el caso de revoques finos no mayores de 0,5cm (Minke, G. 2014)

Imagen 16. Fibras Naturales: Algodón, cáñamo, paja, yute, cabuya, fibra de coco



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

Tabla 7.  
Clasificación de fibras naturales

Clasificación de fibras naturales		
<b>Fibra de semilla</b>	Algodón	Fibra con bordes gruesos, elástica y resistente
<b>Fibras de tallo</b>	Cáñamo	Fibra larga, duradera, suave, conductora de calor y resistente
	Paja	Fibra larga cilíndrica, gruesa, resistente y liviana
	Yute	Fibra larga gruesa y resistente
<b>Fibras de hoja</b>	Cabuya	Fibra larga delgada, resistente y liviana

<b>Fibras de fruto</b>	Coco	Fibra dura de baja conductividad al calor, rigidez y dureza
------------------------	------	---

Fuente: Autor

Elaboración: Propia

Tabla 8.

Características mecánicas de diferentes fibras naturales y sintéticas (Tamayo, 2012, p. 4)

<b>Fibra</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la tracción (MPa)</b>	<b>Módulo de elasticidad (GPa)</b>	<b>Elongación a la fractura (%)</b>	<b>Absorción a la humedad (%)</b>
<b>Algodón</b>	1,5	393 – 773	27,6	7 – 8	8 - 25
<b>Cañamo</b>	1,4	690	35	1,6	8
<b>Paja</b>		14	1,4		
<b>Yute</b>	1,3	393 – 773	26,5	1,5 – 1,8	12
<b>Cabuya</b>	1,3	305,15	7,5	4,96	-

Fuente: Tamayo, 2012

Elaboración: Propia

- **Algodón**

La fibra de algodón es la fibra natural más popular, proviene del fruto que crece alrededor de las semillas de la planta, sus capsulas tienen de 3 a 4 lóbulos que se abren en la madurez, cada uno de estos contiene de 5 a 10 semillas, y a la vez cada una de estas por un gran número de fibras aproximadamente de 10.000 a 20.000 por semilla. Es un material reciclable, biodegradable, buen conductor de calor y buena absorbencia.

- **Cañamo**

Se obtiene de la parte interior del tallo, es de forma cilíndrica y posee paredes exteriores gruesas. Su tallo es robusto, erecto estriado longitudinalmente, puede alcanzar los 3m de altura

El cáñamo como material de construcción es un producto ecológico sin ningún tipo de aditivo nocivo para la salud. Su utilización evita el empleo de materias nocivas para el medio ambiente y sus residuos son fácilmente reciclables.

Uno de los usos más innovadores de las fibras de cáñamo en la actualidad es en la construcción, debido a su gran resistencia, flexibilidad, su poder térmico y aislante.

Es utilizado en forma de partículas para fabricar bloques o en forma de lanas para usarlo como aislamiento. Su uso se ha extendido en Francia, Alemania, Canadá y recientemente en España.

- **Paja**

Carece de forma silvestre en los bosques tropicales de las regiones occidentales y oriental, y en mayor abundancia en los declives inferiores de la cordillera occidental. La paja se divide en gruesa, semigruesa, semidelgada y delgada. La hoja tierna es sumamente delgada (0,1 – 0,2mm) y con fibras organizadas en forma de abanico. No tiene un grosor uniforme, la punta es la más delgada.

La construcción con paja es uno de los métodos constructivos más antiguos que se conocen. Combinada con el barro se ha utilizado durante miles de años, es un material práctico, económico, de fácil adquisición, excelentes cualidades acústicas y térmicas, ecológico, y energéticamente óptimo.

- **Yute**

El yute es una de las fibras naturales vegetales más fuertes que existen, se extrae de la corteza de la planta de yute blanco o rojo, que crece en climas tropicales, siendo Bangladesh y Bengala Occidental, en India, los principales productores a nivel mundial.

En los últimos años se han estudiado las aplicaciones del yute en el campo de los materiales de construcción 100% naturales, como una alternativa frente a otros tipos de fibras naturales y sintéticas más cercana al concepto de arquitectura verde.

Entre sus propiedades destacan: su ligereza, su baja conductividad térmica (y por tanto sus buenas propiedades aislantes), no se oxida, tiene una capacidad de absorción de agua moderada, no produce gases tóxicos durante su combustión, es reciclable y biodegradable al cien por cien, y tiene una buena durabilidad.

- **Cabuya**

La cabuya es un producto de una planta de agave, con origen andino muy conocido en el Ecuador y que se encuentra presente en grandes cantidades en el mercado, evidencia característica que la hacen idónea como ingrediente, el uso de este material brinda la posibilidad de superar la capacidad de resistencia a la tensión y con una preparación y empleo adecuado de la tierra puede generar una mejor calidad de revoque eliminando incluso la necesidad de protecciones adicionales como el conocido empañete (Aguirre et al., 2015).

Absorbe bien las vibraciones y el sonido, esta no es solo comercializada por sus buenas propiedades mecánicas, sino también por el aspecto agradable que ofrece a la vista del ser humano. Está clasificada como fibra dura y debido a su origen se utiliza principalmente en cordelería y la fabricación de sogas.

- **Fibra de coco**

Es un sustrato orgánico, natural y renovable, por sus condiciones es utilizado en la ingeniería y arquitectura, en revestimientos, mampostería, concreto resistente y paneles.

Como material de refuerzo se ha considerado dicha fibra por sus mejores características físicas (resistencia a la tensión) y químicas (resistencia a ácidos, sales y álcalis), frente a otras fibras naturales como lo es el caso de la lechuguilla y el vagazo de caña (Roux Gutierrez & Olivares Santiago, 2002).

### 3.3.3. Sellantes

Hoy en día se usan selladores para proporcionar durabilidad y resistencia al agua. El sellado de un suelo de tierra satura la capa hasta 1/2" de profundidad con un sellador que transforma los materiales de tierra cruda resistente al agua. El sellador implica la saturación de la capa superior, esto transforma a los materiales en bruto en una sustancia resistente al agua.

Imagen 17. Sellantes: aceite de linaza, tung, semilla de amapola, cártamo, castor, clara de huevo, melaza, resina poliéster, poliacetato de vinilo.



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

- **Aceite de Linaza**

El aceite de linaza es el más usado, como acabado de madera, o para pinturas a base de aceite. Cabe recalcar que el aceite de linaza crudo también es comestible. Este actúa con el oxígeno en oxidación, se endurece y forma cadena de polímeros fuerte.

El aceite hervido ayuda a purificar. Los aceites que se consiguen en ferreterías y tiendas de artículos de construcción son tratados con agentes de secado químico, que contienen metales pesados, tales como cobalto y manganeso, los que aceleran el proceso de secado.

“Según experimentos de Reay & Thomson (2014), se colocan varias capas de aceite cada vez más finas para que este penetre, sin embargo, Chad Tate, junto a MudCrafters en Colorado, colocó todo el aceite en un período de ocho horas, para que todo se oxide a la vez, esto demostró que no es necesario realizar más disoluciones, la mejor opción es disolver el aceite con un anticoagulante natural”.

- **Aceite de Tung**

El aceite de Tung muy conocido y utilizado en China proviene de la prensa de las semillas del fruto del árbol Tung. Este aceite se endurece al exponerse al aire, y su aspecto final es el de un revestimiento plástico muy duro (Nutriaprieto, 2013).

En sus usos antiguos se destaca la impermeabilización de madera para barcos. Su aplicación se realiza con brocha, pero no puede aplicarse a presión ya que produce alteración en sus propiedades. Según Nutriaprieto (2013), varias investigaciones han descubierto que calentando a 50 grados en una atmósfera libre de oxígeno mejora su viscosidad y la calidad final.

- **Aceite de semilla de amapola**

La semilla de amapola se constituye de 40% a 50% de aceite. Son ricas en grasas insaturadas, un 60% de ácido linolénico, un 30% de ácido oleico y un 3% de ácido linolénico. Se necesitan tostar las semillas para que desprendan su aceite, debido a la falta de información en su extracción nos basamos en el proceso de obtención de aceite de semillas en general. Se parte de semillas preferentemente maduras, que suelen tener 30% más aceite que las semillas verdes.

Puede realizarse a presión o por disolventes; si contiene más del 20% de aceite se realiza a presión, pasándolos por rodillos o sometidos a grandes fuerzas. Si se realiza a gran escala la extracción con disolventes es más económica, especialmente en el aceite de soja, es considerable realizar un proceso de refinado que aclare y elimine olores indeseables.

- **Aceite de cártamo**

Se extrae de las semillas de la planta del mismo nombre. El aceite de cártamo se usa en pinturas en lugar del aceite de linaza, particularmente blanco.

La mejor opción en uso de aceites se verá reflejada en la economía y en su obtención. Según Rob Boleman el uso de disolventes con aceite asegura su colocación.

- **Aceite de Castor**

Se trata de un aceite de origen vegetal, del extracto de una planta de origen indio y africano, de las semillas de un arbusto llamado Ricinus communis. Se extrae por presión en frío, con este método se consigue el más puro aceite de ricino.

- **Clara de huevo**

La clara de huevo ofrece unos impresionantes resultados debido a su pureza del color y durabilidad en el tiempo, ha sido muy empleado para murales, tablas, pergaminos y papeles, pero no es un buen procedimiento para soportes flexibles como telas.

El huevo es una emulsión natural que contiene básicamente agua y grasas, esta emulsión polimeriza (reacciona con el aire) y se convierte en una película sólida, transparente y no soluble en agua, ideal para fabricar pinturas.

- **Melaza**

Residuos de la cristalización final del azúcar por medios físicos. La norma INCONTEC 587 de 1994 define como la miel final o melaza (no cristalizable) al jarabe o líquido denso y viscoso, separado de la misma masa cocida final y de la cual no es posible cristalizar más azúcar por métodos inusuales (INCONTEC, 1994).

Añadiendo melaza el suelo mejora su resistencia a la compresión y se reduce su capilaridad. No obstante, con la humedad se producen hongos, lo que resulta en una complicación muy grande para su aplicación en pisos. Trabaja en suelos limosos y arenosos, en el caso de suelos arcillosos se debe añadir pequeñas cantidades de cal.

- **Resina poliéster**

La resina de poliéster es un compuesto químico termoplástico derivado de la destilación del petróleo. Están clasificadas dentro de la familia de los plásticos, denominados técnicamente polímeros. Tienen una buena resistencia a la compresión térmica, mecánica y química. Su endurecimiento se consigue a temperatura ambiente, mediante la adición de un catalizador (peróxido de mec). Dependiendo de la categoría de la resina, en ocasiones será necesaria la ayuda de un acelerante (octoato de cobalto) para conseguir el endurecimiento adecuado.

- **Poliacetato de vinilo**

Se denomina poliacetato de vinilo al material termoplástico incoloro también conocido como cola blanca. El Poliacetato de Vinilo se utiliza principalmente para la fabricación de láminas, planchas y recubrimiento de suelos. Se utiliza también en el recubrimiento de papel, pinturas, aditivo para el concreto y otros recubrimientos industriales,

La mezcla de bicarbonato con poliacetato de vinilo o pega blanca, puede rellenar grietas en madera, porcelana, etc.



# CAPITULO 4

## DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN

#### **4. DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN.**

En el diseño de un revestimiento para pisos a pesar de no existir una normativa como tal que asegure su resistencia y durabilidad, este debe incluir ciertos lineamientos y criterios que se establecen en las normas NTE INEN (Resistencia a las manchas, resistencia a agentes químicos, determinación de la profunda), para obtener una mejor factibilidad del resultado final.

En términos generales el revestimiento debe ser tan delgado como sea posible, mientras que todavía proporcione fuerza y estructura suficiente, para garantizar su durabilidad, un terminado de piso más fino es de menos trabajo y un secado más rápido, así como un menor peso.

Según Reay y Thomson, el rango recomendado para una capa de acabado de tierra es de 1/2" hasta 2". Una capa delgada de 1/2" es posible sobre subsuelos estables (como una plataforma de concreto o capa de base de tierra). En este caso sobre un armazón de madera, se recomienda al menos 3/4", ya que en una base de madera tendrá más flexibilidad y con el tiempo podría fisurarse.

Se realizan las muestras mediante tres procesos de fabricación: estampado, moldeado, compactado; para obtener la textura o diseño de los diferentes prototipos fueron empleadas herramientas, como: llana dentada, moldes y sellos en forma de hoja, los últimos mencionados pueden ser naturales como artificiales, tiras de madera, entre otras.

Se añade paja de caña cortada entre 3 cm, 5 cm y 10 cm de longitud, entretrejiéndola en varias direcciones para formar una red que facilite la adherencia de la tierra.

En la capa final de las muestras se colocó un sellante para darle mayor estabilidad a la estructura del revestimiento y protegerlo, se utilizó los siguientes productos: aceite de linaza, aceite de castor, resina poliéster, clara de huevo y poliacetato de vinilo y se los aplicó con una brocha en dos capas como mínimo, después de tener lista la superficie.

#### 4.1. Dosificación.

La tierra utilizada, se obtuvo a una profundidad aproximada de 60 cm y fue desprendida de materia orgánica; además el material seleccionado fue tamizado mediante una malla con abertura de 2,38 mm (tamiz N° 8), extrayendo toda partícula gruesa.

Se elaboró 14 muestras con los 10 tipos de tierra extraídas; en algunos casos, es necesario mejorar la consistencia del material añadiendo arena (M4) con dosificación 1:1 (tierra: arena); con el propósito de evitar el fisuramiento y según estudios realizados por Minke, Las dosificaciones estudiadas para identificar la composición más adecuada para la fabricación del revestimiento se realizaron con la estructura de 4 componentes, tierra, aglutinante, cal; posteriormente se agregó agua hasta conseguir una masa homogénea y manejable.

Las muestras se mezclaron con cal hidratada, para permitir proteger el material de la humedad, y permitir la adherencia con otros elementos. La proporción correcta según (Stulz & Mukerji, 1997), puede variar del 3% al 14% por peso seco, dependiendo de la cantidad de arcilla. Se trabajó con cal hidratada, se vierte en el barro en porcentajes que varían del 5 -15%, y se mezcla hasta obtener una sola composición.

Además, se adicionó entre un 10%, 15% y 20% de aglutinantes, entre ellos; poliacetato de vinilo (cola blanca), cemento y goma arábica, con el objetivo de mejorar sus características a la abrasión y erosión que permitan garantizar una mayor adherencia a la superficie en la superficie del piso (tabla 9).

Tabla 9.  
Dosificaciones analizadas utilizando distintos aglutinantes

Dosificación	Tierra		Poliacetato de vinilo (%)	Cemento (%)	Goma arábica (%)	Cal hidratada (%)
	Tipo	Cantidad (%)				
1	M3	75	15			10
2	M1	80	10			10
3	M4	80	10			10
4	M5	75	10			15
5	M6	75	10			15
6	M7	80	10			10
7	M8	80	10			10
8	M9	75	10			15
9	M10	75	10			15
10	M1	85		10		5
11	M5	85		10		5
12	M1	85			15	5
13	M4	80			10	10
14	M5	75			20	5

Fuente: Autor

Elaboración: Propia

#### 4.2. Preparación de materiales.

Se realizó tres prototipos diferentes de terminados para pisos, utilizando para ellos la mejor materialidad analizada (fibras, aglomerantes, sellantes). La construcción de los prototipos se elaboró sobre moldes de madera de 0,75cm x 0,75cm y 0,4cm de alto, los cuales se muestran en la imagen 15, se han seleccionado estas medidas debido a que nos permite la observación del comportamiento de los prototipos, en relación al secado y manejo de materiales.

Se colocó una malla hexagonal para permitir la adherencia de la mezcla con la superficie, posteriormente se realizó una capa base que permite generar la compatibilidad del material propuesto con la superficie, posteriormente sobre ella se establece los diferentes métodos de revestimientos para pisos

#### 4.3. Estampado.

Para la elaboración del primer prototipo se selecciona la dosificación 4 (75% tierra M5, 10% poliacetato de vinilo, 15% cal hidratada), la misma que se encuentra en estado húmedo se procede a verter sobre la base en dos capas; se utiliza paja (3-10cm) en medio de las capas con el fin de que la mezcla no se fisure; se nivela con una llana metálica o un bailejo; para obtener un mejor resultado, se utiliza una esponja para eliminar irregularidades, posteriormente una vez fresca la mezcla, con moldes en forma de hoja elaborados en madera, metal, caucho y otras materialidades se humedecen y se impregnan sobre la muestra, se retira el molde realizando en ella alrededor de 25 golpes, y se deja secar durante tres semanas a temperatura ambiente.

La muestra se empareja con una pulidora de disco #150 eliminando así toda clase de ondulaciones formadas por la retracción del material al secarse; se emplea el disco #80 para dejar lisa la superficie (ver imagen 20), y se procede a colocar el sellante (aceite de castor) en dos capas aplicadas con una brocha, para proteger el material.

Imagen 18. Proceso de estampado



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

Imagen 19. Resultado Final



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 4.4. Moldes

Para el desarrollo de esta alternativa constructiva se realizó, con las muestras de dosificación M1, M3, M4 Y M5 en moldes para la elaboración de bloques de 3cm de alto con formas orgánicas; fabricados de láminas de acero inoxidable, engrasados con aceite para obtener un fácil desencofrado de las piezas, el tiempo de secado de la materia perdura 12 horas.

Posteriormente sobre la base de madera se vierte la mezcla M7 y se colocan los bloques de tierra para unificar el material, siguiendo un patrón y empleando las diferentes cromáticas de la tierra.

El sellante que se empleó en este proceso fue resina poliéster pigmentada con anilina, para la protección de la superficie, obteniendo un revestimiento con un terminado liso y brillante.

Imagen 20. Proceso mediante moldes.



Fuente: Autor  
Elaborado por : Propio

Imagen 21. Prototipo Final



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 4.5. Compactado

El proceso se realizó directamente a base de 80% tierra y 20% de cal hidratada utilizando en esta disposición las muestras M1, M3, M7, M6 y M8, previamente al vertido de la mezcla se remoja la superficie para permitir la adherencia de los materiales.

Una vez con la superficie a base de tierra, para el diseño se emplea separadores permitiendo facilitar y ordenar las tierras, esparciéndolas en dos capas, la tierra para este proceso debe estar húmeda y anteriormente fue tamizada por una malla #4.

Una vez realizado el diseño se procede a compactar, para este se utilizó un pisón mecánico o de madera de 10kg aproximadamente, la tierra se compacta con herramientas manuales utilizando pisones de base cónica, en forma de cuña o de base plana, el apisonado de este tipo requiere de un mayor tiempo (Minke. 2001), el número de golpes dependerá de la persona que realice este trabajo, en este caso oscila alrededor de 20 golpes.

Con la muestra una vez seca después se colocó con la brocha dos capas de aceite de linaza para sellar la superficie.

Imagen 22. Proceso mediante compactado



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

Imagen 23. Resultado Final



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 4.6. Pruebas de laboratorio

Después de realizar el proceso de fabricación y determinar si las muestras no se fisuran, se determina su comportamiento a ensayos de compresión, se observó que las dosificaciones #2 (80% tierra, 10% poliacetato de vinilo, 10% cal) y #8 (75% de tierra, 10 de poliacetato de vinilo, 10% cal) son las que presentaron mejor comportamiento. Las muestras con otros tipos de dosificaciones, debido a su alto contenido de arcilla tienden a fisurarse durante el secado, entonces mejoran su calidad con arena y/u otros aditivos(cal).

##### 4.6.1. Ensayo a la retracción de la muestra

Para el presente trabajo de investigación, una vez elaboradas las dosificaciones, se realizó ensayos de retracción de la muestra para comprender el comportamiento al secado del material, se elaboró muestras en tubos de PVC de 7 cm de diámetro y 2 cm de espesor y se las dejo secar por 72 horas consecutivas, midiendo la retracción cada 24 horas.

Cabe recalcar que estas muestras fueron realizadas con tierra tamizada por una malla #8, directamente algunas muestras no presentan fisuras y se muestran compactas, por el contrario, debido a la retracción de otras dosificaciones se deberá agregar a las mismas arena y paja que ayudará a controlar la retracción del material y a formar una estructura más homogénea.

Imagen 24. Ensayo de retracción de la muestra



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 4.6.2. Ensayo de resistencia a la compresión

Los revestimientos realizados con tierra reforzada con estabilizantes, obtuvieron resistencias considerables a su compresión. Para la aplicación del mismo se realizaron muestras con cada una de las dosificaciones en pequeñas probetas cilíndricas de 7 cm de diámetro y 2 cm de alto, debido a que no existe en una norma en específico, basándose así en el espesor de la aplicación final

Debido al comportamiento después del secado de las muestras se ensayaron 10 de ellas las cuales no presentaron fisuras o desprendimiento del material, las muestras ensayadas no se disgregaron, resultando ser consistentes por lo que significa que las arcillas con la arena se están comportando de manera homogénea.

Imagen 25. Resistencia a la Compresión



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 4.6.3. Determinación de la resistencia contra manchas

El ensayo se ejecutó según lo determinado en la norma NTE INEN 2 198:2000.

Las muestras tienen dimensiones de 15 x 28 x 2,5 cm, a estas se le aplicó un agente verde (tríóxido de cromo), se elaboraron 10 muestras, 2 con aceite de linaza, 2 con resina poliéster, 2 con aceite de castor, 2 con clara de huevo y 2 con poliacetato de vinilo, con la finalidad de demostrar cuál de estos sellantes es el más óptimo.

Según la norma se debe aplicar los próximos reactivos:

- Tríóxido de cromo
- Aceite de oliva
- Yodo

Reactivos de limpieza

- Agua caliente (55 +/- 5°C)
- Agente de limpieza comercial, con pH de 9 a 10.
- Sosa caústica.

Se usaron muestras de ensayo limpias, lavadas con agua y posteriormente secadas, para colocar los reactivos a ser analizados.

Se aplicó el agente de mancha verde, de 3 a 4 gotas y se adicionó la misma cantidad de gotas de yodo y aceite de oliva uno en cada muestra, esparcir con una luna de reloj, dejar reposar durante 24 horas.

Posteriormente se procede a limpiar y a clasificar los resultados según el examen visual determinado por la norma.

Imagen 26. Aplicación de agente verde



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

Imagen 27. Muestras después de limpieza



Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 3.6.4. Determinación de la resistencia a los agentes químicos.

Según la norma NTE INEN 2 198, este método se aplica a todo tipo de baldosas cerámicas. El ensayo consiste en la acción de las soluciones de ensayo y calificación visual del ataque después de un periodo definido. Para esto se usó especímenes de tres muestras.

Según la norma se debe aplicar los siguientes reactivos

Reactivos:

- Ácido cítrico.

Otras sustancias utilizadas:

- Café.
- Pasta dentífrica (pasta de dientes)

Reactivos de limpieza

- Agua caliente (55 +/- 5°C)
- Agente de limpieza comercial, con ph de 9 a 10.
- Sosa caustica.

Se debe aplicar las sustancias en el centro de las muestras previamente, lavadas y secas, al mismo se lo deja reposar durante 24 horas, para remover la sustancia se utiliza los reactivos de limpieza comenzando por agua caliente y se limpia durante 5 minutos, si la ocasión lo amerita el procedimiento se alargará con el resto de reactivos.

Los resultados se evidencian visualmente, determinando así el comportamiento de las muestras.

#### 4.6.4. Determinación de la abrasión profunda de baldosas sin esmaltar

Según la norma NTE INEN 2189: Determinación de la abrasión profunda de baldosas sin esmaltar, establece un método para determinar la resistencia superficial a la abrasión de baldosas sin esmalte. Esta se realiza por medición de la huella producida en la cara vista por un disco de rotación.

Para ellos se utiliza una pulidora con discos abrasivos para hormigón de 4", las superficies de los especímenes deben estar limpios y secos.

Este procedimiento se ajusta para utilizar la maquina pulidora marca Skil, con discos abrasivos Norton (#120, #100, #80, #60 y #50) que sirven para aplicación de corte, eliminación de materia sobrante, limpieza y terminación., los mismos que se emplearan durante un determinado tiempo hasta observar si existe desprendimiento del material por la acción abrasiva del disco. Las muestras realizadas con dosificación 1 (80% tierra M1, 10%

poliacetato de vinilo y 10% cal) y paja en su interior, presentaron diferentes conductas a la abrasión al momento de aplicar carga.

Imagen 28. Pulidora y discos abrasivos



Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-638620071-pulidora-lustralijadora-angular-130mm-5-skil-9051-470w-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-638620071-pulidora-lustralijadora-angular-130mm-5-skil-9051-470w-_JM)



# CAPITULO 5

RESULTADOS

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Ensayo de “presencia de arcilla” o “resistencia seca”

El ensayo de “presencia de arcilla” o “resistencia seca” se lo mide por observación, con la ejecución del mismo se determinó el tipo de muestras M3, M4, M6, M7 y M8 debido a que las esferas no se desintegran al momento de realizar el ensayo, por ser un suelo inorgánico con plasticidad y arcilla, pero estas presentan un ligero fisuramiento que se determinan adecuadas para utilizarse como material de construcción, según lo estipulado en la Red Iberoamericana Pro Terra.

Tabla 10.

Ensayo de “presencia de arcilla” o “resistencia seca”

Muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Resultado					
Observación	La bola se desmorona al aplastarla	La bola se desintegra al ser comprimida	La bola no se desmorona	La bola no se desintegra	La bola se desintegra al ser aplastada
Muestra	M6	M7	M8	M9	M10
Resultado					
Observación	La bola no se desintegra	La bola no se destruye con la presión	La bola no se desintegra	La bola se desintegra al ser comprimida	La bola se desintegra al ser comprimida

Fuente: Autor

Elaboración: Propia

### 5.2. Contenido de humedad y agrietamiento

El ensayo de contenido de humedad y agrietamiento indica el tipo de la tierra en función de su propiedad de cohesión; cada uno de las muestras varía dependiendo a su reacción en el momento de realizar un ensayo; las M2, M3, M4, M6, M7, M8, M9, M10 presentan un elevado contenido de humedad y arcilla, ya que se evidenció en la prueba de la caída de la esfera que el material no se desintegra, por el contrario las muestras M1 Y M5 se consideran un material adecuado ya que la tierra parcialmente se disperse en contacto con el piso. No se evidenciaron tierras arenosas, las cuales presentan disgregación total del material.

Tabla 11.  
Contenido de humedad y agrietamiento

Muestra	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	La bola se desintegra en el piso	La muestra se aplasto sin desintegrarse	La muestra no se desintegra	La muestra se aplasto sin desintegrarse	La bola se desintegra en el piso
Muestra	M6	M7	M8	M9	M10
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	La muestra no se desintegra	La muestra se aplasto sin desintegrarse	La muestra no se desintegra	La muestra no se desintegra	La muestra se aplasto sin desintegrarse

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 5.3. Ensayo de lavado

Mediante la aplicación de proceso de lavado observamos que las partículas se sienten claramente en las muestras M1, M5, M9 Y M10, esto indica que cada una de estas tierras contiene arena o grava, mientras que las muestras M2, M7 Y M8 son pegajosas, pero estas pueden limpiarse al momento de secarse quiere decir que la tierra presenta limos, y por ultimo las muestras M3, M4 Y M6 se ven en la necesidad de utilizar agua para la separación de la mismas las manos, la tierra es arcillosa. Se descarta la opción de utilizar las muestras con alto contenido de arcilla (M2, M7, M8)

Tabla 12.  
Ensayo de lavado

Muestra	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	Presencia de arena o grava	Presencia de limos	La muestra es arcillosa	La muestra es arcillosa	Presencia de arena o grava
Muestra	M6	M7	M8	M9	M10
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	La muestra es arcillosa	Presenta limos en su composición	Presencia de limos	Presencia de arena o grava	Presencia de arena o grava

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 5.4. Prueba de “cinta de barro” o “ensayo de consistencia”

Este ensayo relaciona la plasticidad con el tipo de tierra, se puede observar que las muestras, M3, M4, M6, M8 alcanzan mayor longitud al momento de formación de la cinta, por su alto contenido de arcilla, se consideran tierras de alta plasticidad; las muestras M2, M9, M10, son consideradas muestras arcillo-limosa, arenosa o areno-arcillosa ya que posee plasticidad media y las muestras M1, M5, M7 evidencia bastante limo o arena y poca arcilla; sin plasticidad.

Tabla 13.  
Prueba de cinta de barro

Muestra	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	Muestra con contenido de arena, presencia de materia orgánica	Muestra con alto contenido de limos, no presenta ninguna fisura	Muestra con alto contenido de arcilla, no presenta fisuras	Muestra con alto contenido de arcilla, no presenta fisuras	Muestra con contenido de arena, no presenta fisuras
Muestra	M6	M7	M8	M9	M10
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	La muestra es arcillosa	Presenta limos en su composición	Presencia de limos	Presencia de arena o grava	Presencia de arena o grava

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

#### 5.5. Determinación de la retracción a la muestra

La cantidad y el tipo de la arcilla presente en el suelo, representados esencialmente por los minerales arcillosos, son responsables por los movimientos de retracción y expansión, que se observan cuando hay variación de la humedad. En los revestimientos de tierra, los movimientos de retracción y expansión de la arcilla provocan fisuras, que pueden generar lesiones internas y/o superficiales, permitiendo la penetración del agua y la ocurrencia de manifestaciones patológicas que, consecuentemente, contribuyen para la pérdida de resistencia del material y la degradación del muro.

Las dosificaciones M2 y M4 son las que presentan un rango mínimo de retracción (3% - 5%), no se evidencia fisuras en el material, las muestras M1, M3, y M6 su retracción no pasa del 10 %, estas presentan pequeñas fisuras, en M5 y M9 se observó desde las primeras horas realizadas las muestras un fisuramiento.

Tabla 14.  
Retracción de la muestra

Dosificación	24 horas	48 horas	72 horas	Observación
1				La medición de extracción de esta muestra es de 6% no presenta fisuras

2		El porcentaje de retracción es del 3% en relación a la muestra
3		La muestra se reduce un 6% y presenta fisuramiento
4		La muestra se reduce un 4% en volumen y presenta pequeñas fisuras
5		La muestra presenta fisuras desde las primeras horas de elaboración.
6		En cuanto a esta muestra su retracción es de un 6%
9		Se evidencia que existe un 4% de retracción del material sin embargo presenta fisuras

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

## 5.6. Ensayo de resistencia a la compresión

A partir de la norma NTE INEN 488:2009, morteros de 50 mm de arista se realiza el ensayo que mide la resistencia a compresión de morteros, las probetas realizadas con medidas de 2cm de grosor y 7cm de diámetro, se determinó como resultado que las muestras con dosificaciones dos, tres y cuatro, compuestas por tierra, poliacetato de vinilo y cal presentan mejor comportamiento ya que se evidencia desprendimiento del material, las dosificaciones 11 y 12 realizadas con cemento presentaron una baja cohesión del material por lo se disgregaron completamente al actuar una presión. Las muestras realizadas con goma arábica presentaron un resultado resistente a la máxima carga, se evidencio un desprendimiento únicamente en los bordes de la muestra.

Tabla 15.  
Resistencia a la compresión

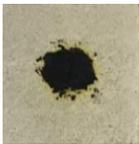
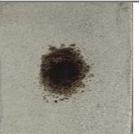
Dosificación	1	2	3	4	7
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	La muestra al ser sometida a la mayor carga se agrieta	Esta muestra se mantuvo compacta hasta la máxima carga establecida	La muestra no presento desprendimiento del material	Se presentó un desprendimiento alrededor de la muestra	La muestra se desintegro en varias partes
Dosificación	10	11	12	13	14
<b>Resultado</b>					
<b>Observación</b>	Esta muestra se desintegro convirtiéndose en polvo	Esta muestra se desintegro convirtiéndose en polvo	La muestra se mantuvo compacta sin embargo de atochó	Se presentó un desprendimiento alrededor de la muestra	La muestra se desintegro en varias partes

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 5.7. Determinación de la resistencia a las manchas

La norma NTE INEN 2 198 ensayo sobre resistencia a las manchas, demostró que el uso de sellantes reacciona de distinta manera, con las condiciones de la norma, se determina que los mejores sellantes a ser utilizados en el prototipo son; La resina poliéster, ya que reacciona de excelente forma al aplicar las soluciones y permite una fácil limpieza, sin embargo el material empleado en grandes dosificaciones genera una película con un brillo y eliminado la porosidad y características de la textura del material, el aceite de Linaza se remueve fácilmente las manchas, pero tiene un mínimo desgaste la superficie; mientras que con la aplicación del aceite de castor su comportamiento en el material se evidencia sobre la superficie una ligera impregnación de mancha.

Tabla 16.  
Prueba de resistencia a las manchas

Sellantes	Reactivos	Sustancias		Observación
		Aplicación	Limpieza	
Aceite de linaza	Aceite de oliva			La mancha se eliminó con agua caliente, la superficie muestra una alteración de color.
	Yodo			La mancha se eliminó con agua caliente, la superficie muestra una alteración de color.
Aceite de Castor	Aceite de oliva			La mancha se eliminó jabón, la superficie muestra una alteración de color.

Yodo			La mancha se eliminó con jabón, la superficie muestra una alteración de color.	
Aceite de oliva			La mancha se limpió con sosa caustica, pero no se eliminó, presenta una alteración de color.	
Clara de huevo	Yodo			La mancha se limpió con sosa caustica, pero no se eliminó, presenta una alteración de color.
Aceite de oliva			La mancha se eliminó con agua caliente, no presento alteración alguna.	
Resina Poliéster	Yodo			La mancha se eliminó con agua caliente, la muestra no presento alteración alguna.
Poliacetato de vinilo	Aceite de oliva			Se presencia desprendimiento del material, no es recomendable
Yodo			No se elimina la mancha por completo, se evidencia desprendimiento del material.	

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 5.8. Determinación a los agentes químicos

El ensayo para la determinación de agentes químicos se aplicó sobre muestras realizadas con las dosificaciones 1, 2 y 3 ya que estas superficies son las que presentaron mejor comportamiento en el proceso de secado, sin mostrar fisuramiento. Se sometió la muestra a la reacción de ácido cítrico, café y pasta dentífrica de manera que las sustancias penetren en ellas para identificar si provoca alguna erosión en el material. Con el uso de pasta dentífrica sobre la muestra que posee aceite de castor, se presentó una erosión sobre la muestra y dejando un pequeño desgaste sobre ella.

Tabla 17.  
Aplicación de agentes químicos

Dosificación	Ácido cítrico	Resultado	Café	Resultado	Dentífrico	Resultado
<b>Aceite de castor</b>		Se presentó cambios al momento de la limpieza, pero con el secado retomó sus propiedades.		No se evidencia erosión del material, la mancha no se eliminó fácilmente		El dentífrico se remueve fácilmente, sin embargo se presentó erosión del material
<b>Aceite de Linaza</b>		La muestra no presenta cambios, es de fácil limpieza.		No se evidencia erosión del material, la mancha se eliminó fácilmente.		No se evidencia erosión y fue de fácil limpieza
<b>Resina poliéster</b>		La muestra no presenta cambios, es de fácil limpieza.		No se evidencia erosión del material, la mancha se eliminó fácilmente.		No se evidencia erosión y fue de fácil limpieza

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia

### 5.9. Determinación de la abrasión profunda de baldosas sin esmaltar

La aplicación de discos de rotación para determinar la abrasión profunda se aplicó sobre cinco muestras elaboradas con la dosificación 2, en base de la norma NTE INEN, se evidenció que mediante un determinado tiempo y la variación de diferentes discos las muestras se desgastan. Se observó que con el uso de los discos #120 y #100 de rotación la muestra no presenta cambio alguno dejando un pulido y terminado más liso; a partir del tercer disco #80 comienza un desgaste de la superficie, como resultado final mediante el uso del disco #50 se observó que la muestra salpica y reduce su volumen, generando una textura más rugosa que evidencia la partícula de tierra.

Tabla 18.  
Determinación a la abrasión profunda

Disco	#120	#100	#80	#60	#50
<b>Resultado dosificación #2</b>					
<b>Observación</b>	Con este, la muestra se pulió prácticamente durante 12 minutos, no presenta desprendimiento de material	La muestra a los 8 minutos no presenta variación alguna, se mantiene lisa y presenta brillo en la superficie	A los 6 minutos la muestra presentó un mínimo desgaste, se presentan pequeños desprendimientos en la superficie	A partir de los 5 minutos, debido a la rotación del disco el material presentó desprendimientos	La muestra en el momento de contacto con el disco se evidenció el desprendimiento del material.

Fuente: Autor  
Elaboración: Propia



RECOMENDACIONES  
CONCLUSIONES

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Dentro del proceso de elaboración se debe tener en cuenta las propiedades de cada una de las muestras extraídas, debido a que por la presencia de arena, limo y arcilla estas no presentan el mismo resultado al mezclar con otros componentes para la elaboración de los prototipos finales.
- Se recomienda determinar varios puntos de localidades de extracción de la materia prima, ya que permitirá la variedad de pigmentaciones a partir del contenido mineral y diversas características del suelo.
- Es recomendable el empleo de fibras naturales en las dosificaciones para la elaboración ya que permitirá obtener un mejor terminado, mejorando la cohesión del material y evita su fisuramiento.
- Se recomienda sellar la superficie del revestimiento de piso para garantizar la calidad y durabilidad del material protegiéndolo de los agentes atmosféricos y su desgaste.

## VII. CONCLUSIONES

- Para elaborar revestimientos de pisos generados a partir de materiales como: tierra, aglomerante, fibras y sellantes, se observó que no existe una normativa específica que determine procesos técnicos de fabricación de revestimientos, sin embargo, existen ensayos y normas INEN en general que se tomaron como referencia para mejorar las características del prototipo. Se promueve mediante este tipo de investigaciones se generen más estudios y aplicaciones de este tipo de revestimiento y generar así una normativa específica con esta práctica constructiva.

- Los diferentes prototipos realizados para en el presente trabajo de investigación, referente a revestimientos de pisos a partir de tierras con pigmentación, evidenciaron que las dosificaciones con mejores resultados fueron con porcentajes 80% de tierra (M1, M4), 10% de poliacetato de vinilo y 10% de cal. Los porcentajes antes mencionados varían dependiendo el tipo de tierra a utilizar.

- Los análisis empleados en los revestimientos de resistencia a las manchas y agentes químicos reaccionaron de manera favorable, siendo factible y aptos para la aplicación de revestimientos a partir de tierras de diversa pigmentación como alternativa, que fomenta promover la innovación y búsqueda de técnicas constructivas ancestrales.

- Los tipos de tierra empleados para la elaboración de los revestimientos se encuentran localizados en el austro del Ecuador, específicamente de Susudel y Oña, donde se puede conseguir una gran variedad de tonalidades de tierras, estableciéndose como lugares de gran potencial, donde se puede extraer la materia prima para futuros usos y aplicaciones con el material.

- Se evaluó la efectividad de incorporar el uso de fibras naturales, debido a sus propiedades mecánicas y de fractura de mezclas de tierra. En la práctica se emplearon cuatro fibras (paja, yute, cabuya, fibra de coco), con un dimensionamiento que oscila entre 3 a 10 cm. Las fibras deben estar libres de semillas, debido a que su uso en la tierra puede durar en secarse.

- La fisuración de retracción por secado fue reducida con la incorporación de arena, fibras (paja), aglomerante (poliacetato de vinilo) y cal, especialmente en las dosificaciones conformadas con la tierra M4 (38,9 % arcilla y 61,10% limos) debido al alto contenido de arcilla que posee.

- La importancia de realizar este tipo de investigaciones recae en el rescate de la arquitectura de tierra en la zona austral del Ecuador, que ha trascendido con el paso del tiempo, sin embargo, ha debido superar los límites sobre su comportamiento mecánico, por lo que resulta importante, enfocar la investigación en potencializar el material como una alternativa constructiva con aportes de innovación actual.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Ceballos Salas, P. (n.d.). Las construcciones en tierra en Ecuador, innovación tecnológica. Revista INVI, p. 2
- Minke, G. (2014). "Manual de construcción en tierra" - La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual
- Minke, G. (2001). Manual de Construcción para viviendas antisísmicas en tierra. Kassel, Alemania: niversidad de Kassel. Minke, G. (2001). Manual de Construcción en tierra. Kassel, Alemania: Fin de Siglo.
- Gonzalo Sánchez, V. (2012). Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos. Retrieved from [http://oa.upm.es/14429/2/TESIS\\_MASTER\\_VANESA\\_GONZALO\\_SANCHEZ.pdf](http://oa.upm.es/14429/2/TESIS_MASTER_VANESA_GONZALO_SANCHEZ.pdf)
- Tamayo, N. A. (2012). Obtención y caracterización de materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibra de cabuya mediante estratificación., 1-246.
- Sanchis Mullor, F. (n.d.). La arquitectura de tierra. Evolución a través de la historia. Universitat Politècnica de València. Retrieved from [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14222/LAARQUITECTURA\\_DE\\_TIERRA\\_EVOLUCI%3N\\_A\\_TRAV%29S\\_DE\\_LA\\_HISTORIA\\_\(DEFINITIVO\).pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14222/LAARQUITECTURA_DE_TIERRA_EVOLUCI%3N_A_TRAV%29S_DE_LA_HISTORIA_(DEFINITIVO).pdf?sequence=1)
- Modern Earthen floors with Sukita Reay Crimmel of from these hands and Claylin. Retrieved from <http://www.strawbaleconference.com/Final%20PDFs%20of%20Presentations/Crimmel%20Claylin%20101.pdf>
- Nutriaprieto. (2013, October 27). Aceite de tung. Tratamiento para madera Retrieved from <http://tectonicablog.com/p=77608>
- Stulz, R., & Mukerji, K. (1997). Materiales de construcción apropiados. Retrieved from <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms00.htmContents>
- Tamayo, N. A. (2012). Obtención y caracterización de materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibra de cabuya mediante estratificación., 1-246.
- NTE INEN 648:99 Baldosas cerámicas, determinación de la resistencia a los agentes químicos.
- NTE INEN 2 189:2000 Baldosas cerámicas, determinación de la resistencia a la abrasión profunda de baldosas sin esmaltado.
- NTE INEN 2 198:2000 Baldosas cerámicas, determinación de la resistencia a las machas.
- Zazanda, N., Gutierrez, S., & Borges, O. (2018). Libro de memorias 18° SIACOT

- Proterra, R. I., Neves, C. M. M., Rotondaro, R., & Rotondaro, R. (2009). TIERRA - PRÁCTICAS DE CAMPO.

- [http://procurementnotices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=109376](http://procurementnotices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376)

## LINKOGRAFIA

- [https://www.nytimes.com/2007/02/08/garden/08dirt.html?pagewanted=all&\\_r=0](https://www.nytimes.com/2007/02/08/garden/08dirt.html?pagewanted=all&_r=0)
- <http://www.mimbrea.com/pavimento-de-arcilla-otra-alternativa-para-suelo-continuo/>
- <http://www.tipos.co/tipos-de-texturas/#ixzz58c9hHFll>
- [https://books.google.es/books?hl=en&lr=lang\\_es&id=hUyeuVdFgk8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=texturas+visuales&ots=za8rcsx5s&sig=gF2PdNdJlp6a10pZprKkzsYGP8#v=onepage&q=texturas%20visuales&f=false](https://books.google.es/books?hl=en&lr=lang_es&id=hUyeuVdFgk8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=texturas+visuales&ots=za8rcsx5s&sig=gF2PdNdJlp6a10pZprKkzsYGP8#v=onepage&q=texturas%20visuales&f=false)
- [http://200.62.146.19/BibVirtual/publicaciones/risi/2010\\_n1/v7n1/a06v7n1.pdf](http://200.62.146.19/BibVirtual/publicaciones/risi/2010_n1/v7n1/a06v7n1.pdf)
- [https://books.google.es/books?hl=en&lr=lang\\_es&id=Q0AW0JSWck8C&oi=fnd&pg=PA20&dq=texturas+visuales&ots=woGia\\_19tD&sig=xtAER8m9gRTnUgMVTehtGmKy6ao#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=en&lr=lang_es&id=Q0AW0JSWck8C&oi=fnd&pg=PA20&dq=texturas+visuales&ots=woGia_19tD&sig=xtAER8m9gRTnUgMVTehtGmKy6ao#v=onepage&q&f=false)
- [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45423/componente45422.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45423/componente45422.pdf)
- <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/7963/MONEDERO.pdf>



ANEXOS



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Tels.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Tels.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azuques)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University  
 Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## IV. ANEXOS

### ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CARRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: BLANCO  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	130.68	130.05	46.55	0.75	
ASTM D-2216	130.49	129.87	47.89	0.75	0.75

### ANALISIS GRANULOMETRICO

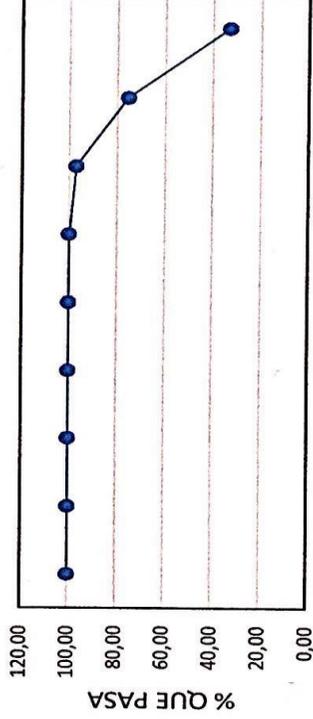
NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:	100.00	
PESO FINAL:	100.00	
ERROR:	0.00%	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0.00	100.00
1.1/2"	0.00	100.00
1"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
No. 4	0.00	100.00
PASA No.4	100.00	

FRACCION FINA		
PESO INIC. HUM.:	500	
PESO INIC. SECO:	496.26	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No. 4		100.00
No.10	14.20	97.14
No.40	122.00	75.42
No.200	332.30	33.04
PASA 200	163.96	

RESULTADOS FINALES:	
GRAVA	0.00
ARENA	66.96
FINOS	33.04

### CURVA GRANULOMETRICA



2" 1.1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200

TAMIZ

*Ivan Riquetti V.*  
 Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
M.Sc. Geotecnia  
Oklahoma State University  
  
Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
M.Sc. Geología y Geotecnia  
Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
UBICACIÓN: CUENCA  
MUESTRA: VERDE OLIVA  
FECHA: SEPTIEMBRE 28 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS		PESO SECO + CAPS		PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
	ASTM D-2216	135,50	130,05	46,46			
NORMAS:	135,72	130,27	46,82	6,53	6,53		

## ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-98

FRACCION GRUESA	
PESO INICIAL:	100,00
PESO FINAL:	100,00
ERROR:	0,00%

TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No. 4	100,00	

FRACCION FINA	
PESO INIC.HUM.:	500
PESO INIC.SECO:	469,37

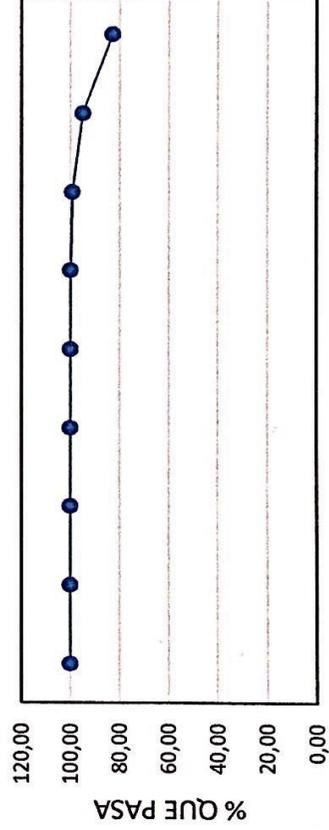
  

TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No. 4		100,00
No. 10	3,00	99,36
No. 40	24,00	94,89
No. 200	80,60	82,83
PASA 200	388,77	

## RESULTADOS FINALES:

GRAVA	ARENA	FINOS
0,00	17,17	82,83

## CURVA GRANULOMETRICA



2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" N° 4 N° 10 N° 40 N° 200

TAMIZ

Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University  
 Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: SIENA  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	120,13	116,91	47,07	4,61	
ASTM D-2216	120,23	117,02	46,21	4,53	4,57

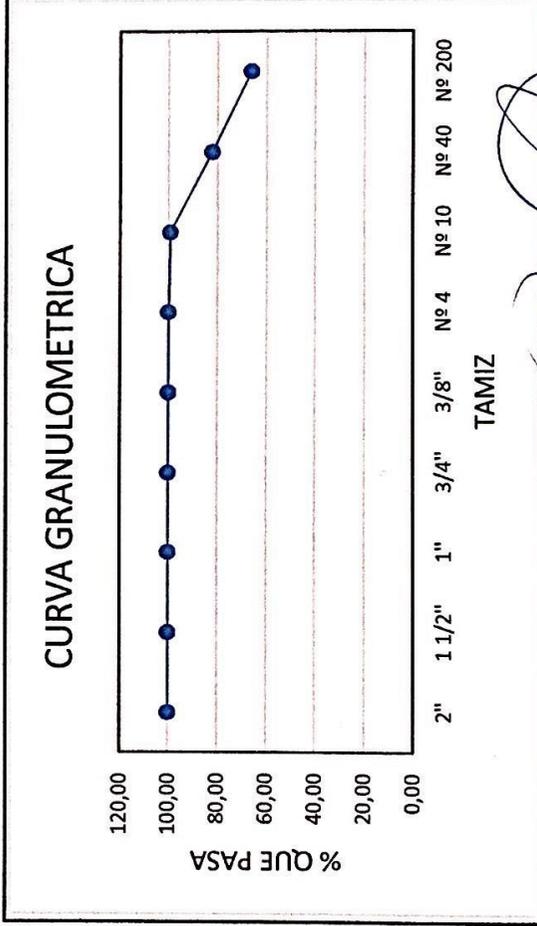
ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
PESO INICIAL:	100,00	PESO INIC.HUM.:	500
PESO FINAL:	100,00	PESO INIC. SECO:	478,14
ERROR:	0,00%		
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA	
No. 2"	0,00	100,00	
1 1/2"	0,00	100,00	
1"	0,00	100,00	
3/4"	0,00	100,00	
3/8"	0,00	100,00	
No. 4	0,00	100,00	
PASA No.4	100,00		

TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	3,40	99,29
No.40	85,70	82,08
No.200	161,80	66,16
PASA 200	316,34	

### RESULTADOS FINALES:

GRAVA	0,00	ARENA	33,84	FINOS	66,16
-------	------	-------	-------	-------	-------





# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: AMARILLO  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR
					MEDIO
NORMAS:	102,46	101,49	47,23	1,79	
ASTM D-2216	102,29	101,46	52,27	1,69	1,74

ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

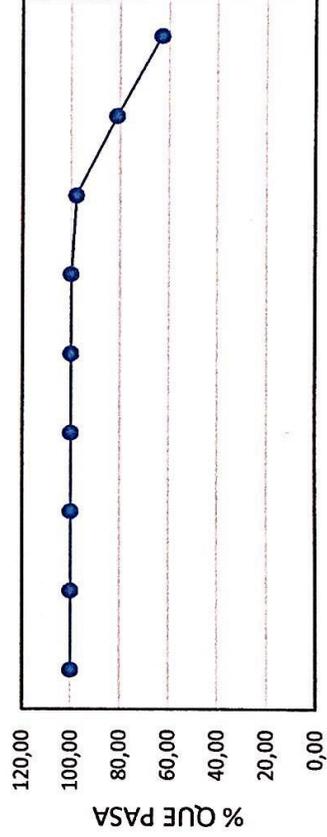
FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:		100,00
PESO FINAL:		100,00
ERROR:		0,00%
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	100,00	

FRACCION FINA		
PESO INIC.HUM.:		500
PESO INIC.SECO:		491,46
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	9,80	98,01
No.40	92,10	81,28
No.200	182,40	62,89
PASA 200	309,06	

### RESULTADOS FINALES:

GRAVA		FINOS
0,00	ARENA	62,89
	37,11	

### CURVA GRANULOMETRICA



2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200  
 TAMIZ

*I. Riquetti V.*  
 Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Telfs.: 2247-645 0985773834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: CELESTE  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	125,60	124,27	46,28	1,71	
ASTM D-2216	125,61	124,30	45,19	1,66	1,68

ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

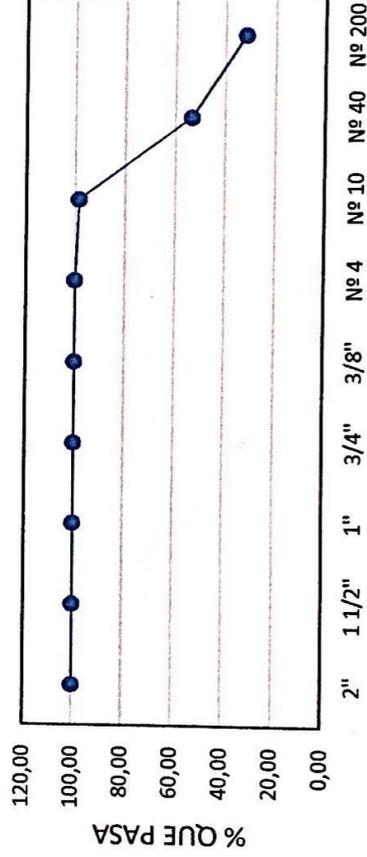
FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	PESO INIC.HUM.:	PESO INIC.SECO:
2"	0,00	500	491,74
1 1/2"	0,00		
1"	0,00		
3/4"	0,00		
3/8"	0,00		
No. 4	0,00		
PASA No.4	100,00		

TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	6,90	98,60
No.40	229,80	53,27
No.200	335,10	31,85
PASA 200	156,64	

### RESULTADOS FINALES:

GRAVA	0,00	ARENA	68,15	FINOS	31,85
-------	------	-------	-------	-------	-------

### CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ

2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200

*Ivan Riquetti V.*  
 Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
M.Sc. Geotecnia  
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
M.Sc. Geología y Geotecnia  
Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
UBICACIÓN: CUENCA  
MUESTRA: MARRÓN  
FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	NORMAS:	PESO HUM + CAPS		PESO SECO + CAPS		PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
		ASTM D-2216	124,32	120,85	45,63			
		124,73	121,18	46,16	4,73			4,67

### ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA	
PESO INICIAL:	100,00
PESO FINAL:	100,00
ERROR:	0,00%

FRACCION FINA	
PESO INIC.HUM.:	500
PESO INIC.SECO:	477,68

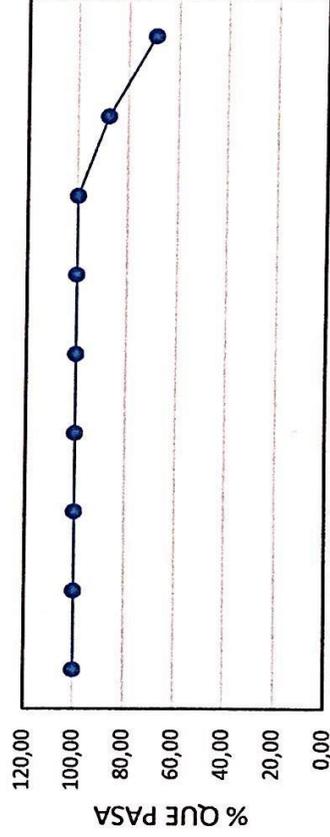
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	100,00	

TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	0,90	99,81
No.40	59,00	87,65
No.200	147,40	69,14
PASA 200	330,28	

### RESULTADOS FINALES:

GRAVA		FINOS
0,00	ARENA 30,86	69,14

## CURVA GRANULOMETRICA



2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200  
TAMIZ

Ing. Iván Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL - Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University  
 Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: ROSADO  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS		PESO SECO + CAPS		PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
	No.	%	No.	%			
NORMAS: ASTM D-2216	137,61	134,42	134,19	47,38	3,66	3,56	3,61
	137,30	134,19	46,82				

## ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

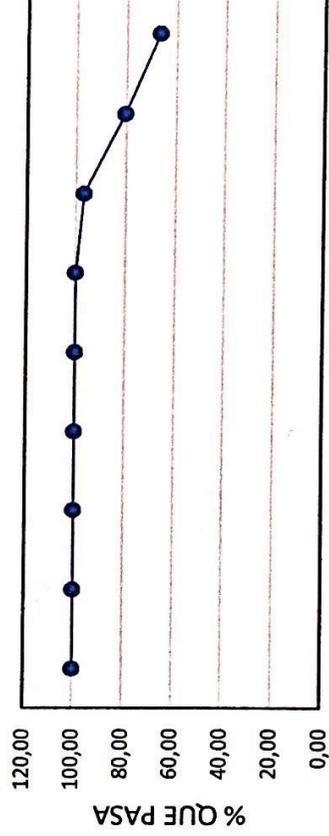
FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
PESO INICIAL:	100,00	PESO INIC. HUM.:	500
PESO FINAL:	100,00	PESO INIC. SECO:	482,57
ERROR:	0,00%		
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA	
2"	0,00	100,00	
1 1/2"	0,00	100,00	
1"	0,00	100,00	
3/4"	0,00	100,00	
3/8"	0,00	100,00	
No. 4	0,00	100,00	
PASA No.4	100,00		

TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	15,00	96,89
No.40	94,70	80,38
No.200	161,30	66,57
PASA 200	321,27	

## RESULTADOS FINALES:

GRAVA	0,00	ARENA	33,43	FINOS	66,57
-------	------	-------	-------	-------	-------

## CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ

2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" N° 4 N° 10 N° 40 N° 200

*I. Riquetti V.*  
 Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: ANARANJADO  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	115,44	113,96	45,43	2,16	
ASTM D-2216	115,86	114,45	48,78	2,15	2,15

## ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

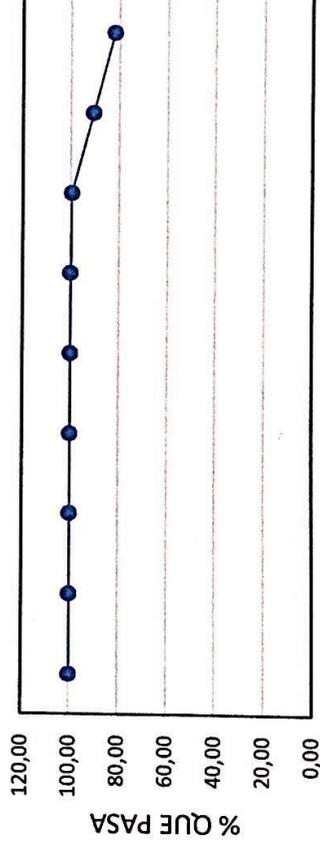
FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO
2"	0,00	No.4	100,00
1 1/2"	0,00	No.10	99,63
1"	0,00	No.40	90,70
3/4"	0,00	No.200	88,00
3/8"	0,00	PASA 200	401,46
No. 4	0,00		
PASA No.4	100,00		

FRACCION GRUESA		FRACCION FINA	
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO
2"	0,00	No.4	100,00
1 1/2"	0,00	No.10	99,63
1"	0,00	No.40	90,70
3/4"	0,00	No.200	88,00
3/8"	0,00	PASA 200	401,46
No. 4	0,00		
PASA No.4	100,00		

## RESULTADOS FINALES:

GRAVA	ARENA	FINOS
0,00	17,98	82,02

## CURVA GRANULOMETRICA



2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200  
 TAMIZ

*Ivan Riquetti V.*  
 Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
 Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
 Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
 Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
 M.Sc. Geotecnia  
 Oklahoma State University  
 Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 M.Sc. Geología y Geotecnia  
 Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
 SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
 UBICACIÓN: CUENCA  
 MUESTRA: VERDE AGUA  
 FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
	134,31	133,18	46,93	1,31	

### ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

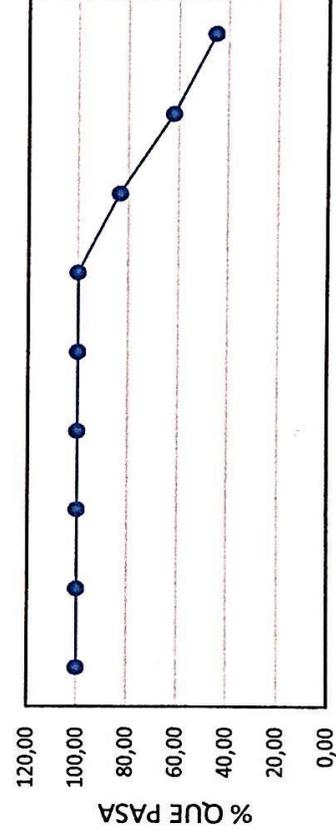
FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:	100,00	
PESO FINAL:	100,00	
ERROR:	0,00%	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	100,00	

FRACCION FINA		
PESO INIC.HUM.:	500	
PESO INIC.SECO:	493,25	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	82,40	83,29
No.40	188,20	61,84
No.200	271,20	45,02
PASA 200	222,05	

### RESULTADOS FINALES:

GRAVA		FINOS
0,00	ARENA	45,02
	54,98	

## CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ

2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200

*Ivan Riquetti V.*  
 Ing. Ivan Riquetti V.



# LABORATORIO DE SUELOS

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)

Ing. Iván Riquetti V.  
M.Sc. Geotecnia  
Oklahoma State University  
  
Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
M.Sc. Geología y Geotecnia  
Universidad de Cuenca

## ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS UNIVERSITARIA  
SOLICITADO POR: DANIELA CABRERA  
UBICACIÓN: CUENCA  
MUESTRA: VERDE MUSGO  
FECHA: SEPTIEMBRE 26 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR
					MEDIO
NORMAS:	123.74	117.07	46.83	9.50	
ASTM D-2216	123.60	116.89	46.88	9.58	9.54

## ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

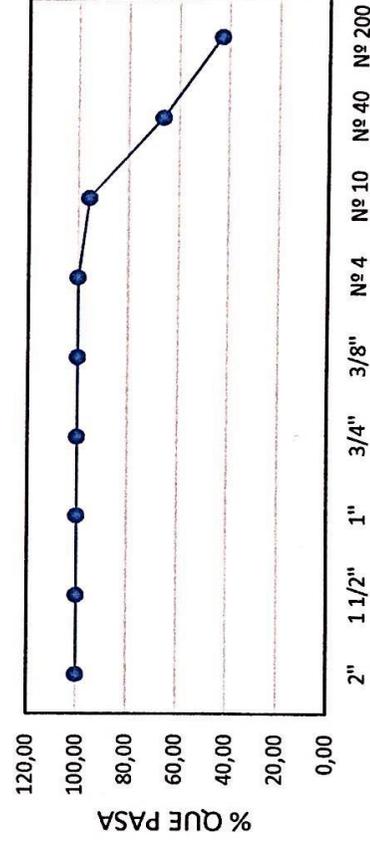
FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:	100.00	
PESO FINAL:	100.00	
ERROR:	0.00%	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	100.00
1"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
No. 4	0.00	100.00
PASA No.4	100.00	100.00

FRACCION FINA		
PESO INIC.HUM.:	500	
PESO INIC.SECO:	456.45	
TAMIZ	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100.00
No.10	19.10	95.82
No.40	154.80	66.09
No.200	259.90	43.06
PASA 200	196.55	

## RESULTADOS FINALES:

GRAVA	ARENA	FINOS
0,00	56,94	43,06

## CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ

2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" No. 4 No. 10 No. 40 No. 200

Ing. Ivan Riquetti V.



**ENSAYOS DE CLASIFICACION**

<b>PROYECTO:</b>	DETERMINACION PROPIEDADES DE MATERIAL
<b>SOLICITADO POR:</b>	SRTA. DANIELA CABRERA
<b>UBICACIÓN:</b>	CUENCA
<b>MUESTRA:</b>	1 (COLOR GRIS)
<b>FECHA :</b>	MAYO 15 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	0,00	0,00	0,10	0,00	
ASTM D-2216	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00

**ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88**

FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:		1.000,00
PESO FINAL:		1.000,00
ERROR:		0,00%
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	1.000,00	

FRACCION FINA		
PESO INIC.HUM.:		500
PESO INIC.SECO:		500,00
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	0,00	100,00
No.40	0,00	100,00
No.200	0,00	100,00
PASA 200	500,00	

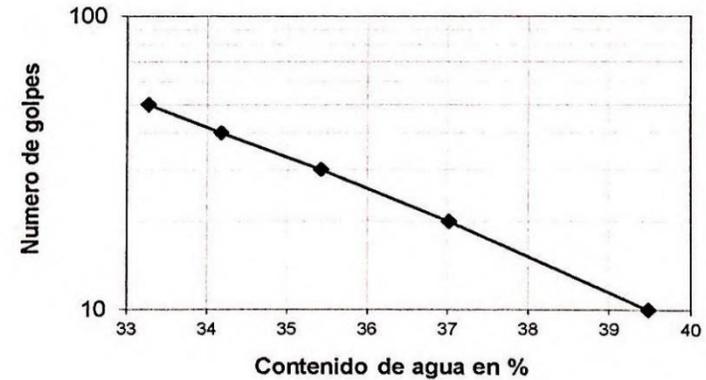
RESULTADOS FINALES:					
LL=	36,64	GRAVA=	0,00	SUCS=	
LP=	20,56	ARENA=	0,00	AASHTO=	
IP=	16,07	FINOS=	100,00	IG=	

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Ivan Riquetti V.

LIMITE LIQUIDO	GOLPES	+ CAPS	+ CAPS	CAPSULA	DE AGUA
NORMAS:	10	66,80	61,34	47,51	39,48
ASTM D-423	20	66,66	61,06	45,93	37,01
AASHTO T-89	30	66,82	61,97	48,28	35,43
	40	66,73	61,86	47,61	34,18
	50	66,67	61,66	46,60	33,27
	LIMITE LIQUIDO:				36,64

LIMITE PLASTICO	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	LIMITE PLASTICO
NORMAS:	12,14	11,29	7,15	20,53	
ASTM D-424	12,17	11,30	7,12	20,81	
AASHTO T-90	12,41	11,52	7,17	20,46	
	12,38	11,48	7,08	20,45	20,56

**GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO**



# LABORATORIO DE SUELOS

Ing. Iván Riquetti V.  
M.Sc. Geotecnia  
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
M.Sc. Geología y Geotecnia  
Universidad de Cuenca

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)



## ENSAYOS DE CLASIFICACION

<b>PROYECTO:</b>	DETERMINACION PROPIEDADES DE MATERIAL
<b>SOLICITADO POR:</b>	SRTA. DANIELA CABRERA
<b>UBICACIÓN:</b>	CUENCA
<b>MUESTRA:</b>	2 (COLOR VERDE)
<b>FECHA:</b>	MAYO 15 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	0,00	0,00	0,10	0,00	
ASTM D-2216	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00

### ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:		1.000,00
PESO FINAL:		1.000,00
ERROR:		0,00%
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	1.000,00	

FRACCION FINA		
PESO INIC.HUM.:		500
PESO INIC.SECCO:		500,00
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	0,00	100,00
No.40	0,00	100,00
No.200	0,00	100,00
PASA 200	500,00	

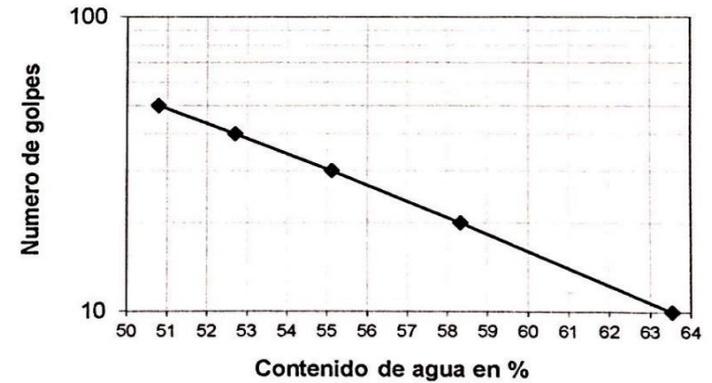
RESULTADOS FINALES:					
LL=	57,65	GRAVA=	0,00	SUCS=	
LP=	27,57	ARENA=	0,00	AASHTO=	
IP=	30,08	FINOS=	100,00	IG=	

Ing. Ivan Riquetti V.

LIMITE LIQUIDO	GOLPES	+ CAPS	+ CAPS	CAPSULA	DE AGUA
	10	69,75	61,54	48,62	63,54
	20	69,79	61,27	46,66	58,32
NORMAS:	30	69,61	61,52	46,84	55,11
ASTM D-423	40	69,27	60,96	45,19	52,69
AASHTO T-89	50	69,55	61,77	46,45	50,78
				LIMITE LIQUIDO:	57,65

LIMITE PLASTICO	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	LIMITE PLASTICO
	12,55	11,40	7,18	27,25	
NORMAS:	12,44	11,30	7,22	27,94	
ASTM D-424	12,43	11,28	7,14	27,78	
AASHTO T-90	12,32	11,20	7,10	27,32	27,57

### GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



# LABORATORIO DE SUELOS

Ing. Iván Riquetti V.  
M.Sc. Geotecnia  
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
M.Sc. Geología y Geotecnia  
Universidad de Cuenca

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)



## ENSAYOS DE CLASIFICACION

<b>PROYECTO:</b>	DETERMINACION PROPIEDADES DE MATERIAL
<b>SOLICITADO POR:</b>	SRTA. DANIELA CABRERA
<b>UBICACIÓN:</b>	CUENCA
<b>MUESTRA:</b>	3 (COLOR AMARILLO)
<b>FECHA:</b>	MAYO 15 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	VALOR MEDIO
NORMAS:	0,00	0,00	0,10	0,00	
ASTM D-2216	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00

### ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:		1.000,00
PESO FINAL:		1.000,00
ERROR:		0,00%
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	1.000,00	

FRACCION FINA		
PESO INIC. HUM.:		500
PESO INIC. SECO:		500,00
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	0,00	100,00
No.40	0,00	100,00
No.200	0,00	100,00
PASA 200	500,00	

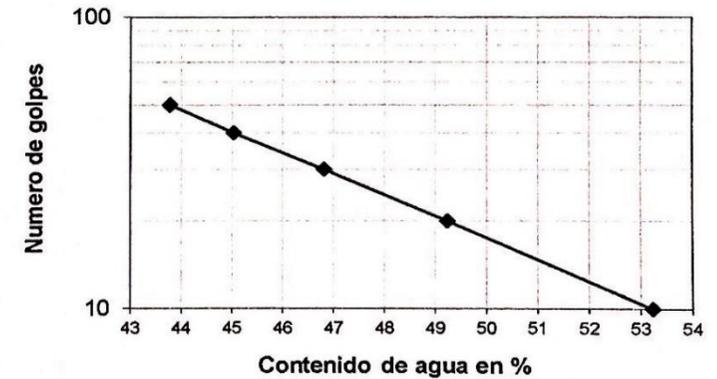
RESULTADOS FINALES:			
LL=	48,77	GRAVA=	0,00
LP=	28,73	ARENA=	0,00
IP=	20,04	FINOS=	100,00

Ing. Ivan Riquetti V.

	GOLPES	+ CAPS	+ CAPS	CAPSULA	DE AGUA
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	10	70,09	62,01	46,83	53,23
	20	70,49	62,84	47,30	49,23
	30	70,40	62,55	45,78	46,81
NORMAS:	40	70,10	63,48	48,78	45,03
ASTM D-423	50	70,29	63,22	47,07	43,78
AASHTO T-89					
				LIMITE LIQUIDO:	48,77

	PESO HUM + CAPS	PESO SECO + CAPS	PESO CAPSULA	CONTEN DE AGUA	LIMITE PLASTICO
<b>LIMITE PLASTICO</b>	12,41	11,21	7,05	28,85	
NORMAS:	12,26	11,11	7,11	28,75	
ASTM D-424	12,56	11,35	7,15	28,81	
AASHTO T-90	12,38	11,20	7,06	28,50	28,73

### GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



# LABORATORIO DE SUELOS

Ing. Iván Riquetti V.  
M.Sc. Geotecnia  
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
M.Sc. Geología y Geotecnia  
Universidad de Cuenca

Fray Marchena y Av. Loja (Urb. Antonio Borrero V. lote 29)  
Telfs.: 2385-371 0999773004 (PRINCIPAL: Cuenca)  
Av. Oriente y 3 de Noviembre (Sector San Francisco)  
Telfs.: 2247-645 0985713834 (SUCURSAL: Azogues)



## ENSAYOS DE CLASIFICACION

<b>PROYECTO:</b>	DETERMINACION PROPIEDADES DE MATERIAL
<b>SOLICITADO POR:</b>	SRTA. DANIELA CABRERA
<b>UBICACIÓN:</b>	CUENCA
<b>MUESTRA:</b>	4 (COLOR ROJO)
<b>FECHA :</b>	MAYO 15 DEL 2018

CONTENIDO DE AGUAS	PESO HUM	PESO SECO	PESO	CONTEN	VALOR
	+ CAPS	+ CAPS	CAPSULA	DE AGUA	MEDIO
NORMAS:	0,00	0,00	0,10	0,00	
ASTM D-2216	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00

### ANALISIS GRANULOMETRICO NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88

FRACCION GRUESA		
PESO INICIAL:		1.000,00
PESO FINAL:		1.000,00
ERROR:		0,00%
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
2"	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	100,00
1"	0,00	100,00
3/4"	0,00	100,00
3/8"	0,00	100,00
No. 4	0,00	100,00
PASA No.4	1.000,00	

FRACCION FINA		
PESO INIC. HUM.:		500
PESO INIC. SECO:		500,00
TAMIZ No.	PESO RET ACUMULADO	% PASA
No.4		100,00
No.10	0,00	100,00
No.40	0,00	100,00
No.200	0,00	100,00
PASA 200	500,00	

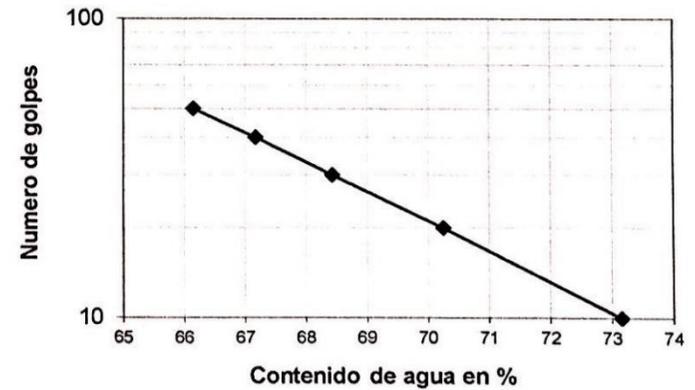
RESULTADOS FINALES:					
LL=	69,88	GRAVA=	0,00	SUCS=	
LP=	46,66	ARENA=	0,00	AASHTO=	
IP=	23,22	FINOS=	100,00	IG=	

Ing. Ivan Riquetti V.

LIMITE LIQUIDO	GOLPES	+ CAPS	+ CAPS	CAPSULA	DE AGUA
		10	65,80	57,49	46,13
	20	65,76	57,85	46,59	70,25
NORMAS:	30	65,78	57,76	46,04	68,43
ASTM D-423	40	65,29	57,31	45,43	67,17
AASHTO T-89	50	65,32	57,70	46,18	66,15
LIMITE LIQUIDO:					69,88

LIMITE PLASTICO	PESO HUM	PESO SECO	PESO	CONTEN	LIMITE
	+ CAPS	+ CAPS	CAPSULA	DE AGUA	PLASTICO
	11,73	10,27	7,15	46,79	
NORMAS:	11,56	10,15	7,12	46,53	
ASTM D-424	11,65	10,23	7,17	46,41	
AASHTO T-90	11,59	10,15	7,08	46,91	46,66

### GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

TESIS	TIERRA Y CONSTRUCCIÓN; MATERIAL PARA ACABADO DE PISOS EN LA VIVIENDA
PRACTICA	ENSAYO DE DETERMINACION A LOS AGENTES QUIMICOS
DOCENTE	ARG. JOSE PESANTEZ
AUTOR	DANIELA ELIZABETH CABRERA TORRES
PROFESOR ASISTENTE	ING. DIGNA ORTEGA

### 1. INTRODUCCIÓN

La fabricación de baldosas cerámicas ha experimentado cambios considerables y continuos en los últimos años. Los procesos actuales de fabricación de estos materiales son altamente innovadores y su fabricación está totalmente automatizada, lo que lleva consigo una elevada calidad y productividad.

Se analizarán muestras de revestimientos de tierra para según la normativa INEN NTE 648:2000, la cual detalla el procedimiento y parámetros a seguir para obtener los requisitos básicos que debe cumplir una cerámica (pavimento de tierra).

### 2. OBJEIVO

Determinar la resistencia a los agentes químicos de los revestimientos de tierra elaborados con fibras naturales , impermeabilizados con tres productos diferentes.

### 3. METODOLOGIA

Consiste la aplicación de reactivos u otras sustancias sobre de la superficie de la muestra (ácido cítrico, café, pasta dentífrica ), y calificación visual del ataque después de un periodo de 24 horas.

### 4. MATERIALES

- Recipiente de plástico
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Varilla de vidrio
- Franela
- Espátula

### 5. REACTIVOS (SUSTANCIAS DE ENSAYO)

- Ácido cítrico
- Café
- Pasta dentífrica
- Agua destilada
- Metanol

### 6. EQUIPOS

- Balanza analítica
- Estufa

#### 7. PROCESO

El proceso consiste de los siguientes pasos:

- Lavar las muestras y secar con una franela.
- Aplicar la sustancia la ensayar durante 24 horas.
- Examinar y calificar.



#### 8. RESULTADOS OBTENIDOS

Con las condiciones de la norma INEN NTE 648:2000, se determina que los sellantes a hacer utilizados en nuestros prototipos:

- Resina poliéster reacciona de muy buena forma al aplicar las soluciones.
- Aceite de linaza solo se puede utilizar en revestimientos de pisos para viviendas, pero cumple de forma mínima los requisitos.
- Aceite de castor tiene un comportamiento medio, con la primera solución respondió bien, con la segunda y tercera tuvo una variación en las muestras, pero igual se utilizará en los prototipos.

#### 9. CONCLUSIONES

Con el ensayo realizado se determina que la resina poliéster es la más óptima para ser aplicado en los pavimentos de tierra ya que al aplicar las tres soluciones (ácido cítrico y pasta dentífrica y café), no sufre ningún tipo de alteraciones.

Mientras que los impermeabilizantes Aceite de castor y Aceite de linaza sufren alteraciones y descomposiciones al ser sometidos con las soluciones de ensayo.

#### 10. RECOMENDACIONES

Utilizar el equipo de protección adecuado en laboratorio químico.  
Trabajar con los reactivos de acuerdo a lo estipulado en la norma INEN NTE 648:2000

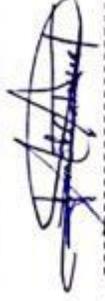
#### 11. BIBLIOGRAFIA

- NTE INEN 648: 2000 Determinación de la resistencia a los agentes químicos.

#### 12. FIRMA DE RESPONSABILIDAD

  
ING. DIGNA ORTEGA

Ing. Digna Ortega  
Responsable de laboratorio químico



Daniela Elizabeth Cabrera Torres  
Estudiante

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

TESIS	TIERRA Y CONSTRUCCIÓN: MATERIAL PARA ACABADO DE PISOS EN LA VIVIENDA
PRACTICA	ENSAYO DE DETERMINACION A LAS MANCHAS
DOCENTE	ARG. JOSE PESANTEZ
AUTOR	DANIELA ELIZABETH CABRERA TORRES
PROFESOR ASISTENTE	ING. DIGNA ORTEGA

### 1. INTRODUCCIÓN

En este caso se analizarán muestras revestimientos de tierra para pisos según la normativa NTE INEN 2 198:2000, la cual detalla el procedimiento y parámetros a seguir para obtener los requisitos básicos que debe cumplir una cerámica (pavimento de tierra).

### 2. OBJETIVO

Determinar la resistencia a las manchas de los revestimientos de tierra elaborados impermeabilizados con cinco productos diferentes.

### 3. METODOLOGIA

Se debe mantener la cara vista en contacto con diversas soluciones (tríóxido de cromo y aceite de vaselina), durante 24 horas, sometiendo a continuación las superficies a cinco métodos de limpieza (agua caliente, agua más jabón, líquido fuerte, sosa caustica, acetona), y finalmente examinándolas para detectar cambios irreversibles de aspecto.

### 4. MATERIALES

- Recipiente de plástico
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Luna de reloj
- Varilla de vidrio
- Probetas
- Franela
- Espátula

### 5. REACTIVOS (SUSTANCIAS DE ENSAYO)

- Tríóxido de cromo 40g
- Aceite de vaselina 100g
- Aceite de oliva
- Yodo
- Jabón líquido
- Sosa caustica

### 6. EQUIPOS

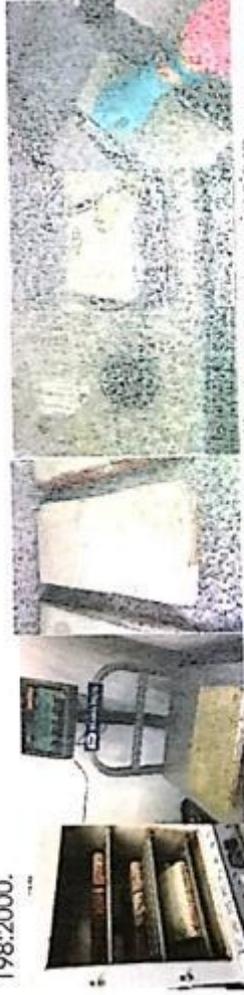
- Estufa

- Balanza

## 7. PROCESO

El proceso consiste de los siguientes pasos:

- Lavar las muestras con metanol y secar con una franela.
- Colocar en la estufa a 110 °C hasta mantener una masa constante.
- Enfriar a temperatura ambiente y pesar cada una de las muestras.
- Sumergir las muestras en el vaso de precipitación con la sustancia Aplicar el agente de mancha verde (tríóxido de cromo + aceite de vaselina), de 3 a 4 gotas.
- Adicionar 3 o 4 gotas de yodo o aceite de oliva.
- Esparcir con una luna de reloj, dejar reposar por 24 horas.
- Limpiar de acuerdo a los procesos según la norma NTE INEN 2 198:2000.
- Clasificar los resultados según el examen visual determinado por la norma NTE INEN 2 198:2000.



Muestras seleccionadas, peso, aplicación de SUSTANCIAS Y REACTIVOS



Resultados

## 8. RESULTADOS OBTENIDOS

Con las condiciones de la norma INEN NTE 198:2000, se determina que los sellantes a hacer utilizados en nuestro prototipo son:

- La resina poliéster reacciona de muy buena forma al aplicar las soluciones y la limpieza es muy simple.
- Aceite de linaza se remueve fácilmente las manchas, pero se desgasta la superficie del piso.
- Aceite de Castor tiene un comportamiento medio ya que para este se aplicó la limpieza con sosa caustica.

## 9. CONCLUSIONES

Con el ensayo realizado se determina que la resina es el más óptimo para ser aplicado en los revestimientos de tierra ya que al colocar la mancha y dejar secar durante 24 horas, se limpia de forma fácil; agua caliente. Las manchas en el aceite de linaza se remueven con agua y jabón, pero sufren alteraciones en su superficie.

Mientras la mancha en el sellante aceite de castor se tiene que utilizar sosa caustica.

#### 10. RECOMENDACIONES

Utilizar el equipo de protección adecuado en laboratorio químico.  
Trabajar con los reactivos de acuerdo a lo estipulado en la norma NTE INEN 2 198:2000

#### 11. BIBLIOGRAFIA

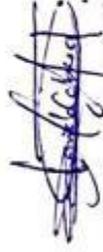
- Norma NTE INEN 2 198:2000 Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia a las manchas.

#### 12. FIRMA DE RESPONSABILIDAD



Ing. Digna Orfega

Responsable de laboratorio químico



Daniela Elizabeth Cabrera Torres  
Estudiante



PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO  
INSTITUCIONAL

Yo, **Daniela Elizabeth Cabrera Torres** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0106085657. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **"TIERRA Y CONSTRUCCIÓN: MATERIAL PARA ACABADO DE PISOS EN LA VIVIENDA"** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 12 de febrero de 2019

F: .....  
Daniela Elizabeth Cabrera Torres  
C.I. 0106085657

