



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

TEMA

**PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE
CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO**

TUTOR

MSc. FLORES GONZÁLEZ FABIÁN ALBERTO

AUTORES

ISRAEL JAMIL RUIZ MUÑOZ

GUAYAQUIL

2022

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Propuesta de mortero a base de Ceniza de cascarilla de arroz para impermeabilización de estructuras de hormigón armado	
AUTOR/ES: Ruiz Muñoz Israel Jamil	REVISORES O TUTORES: MSc. Ing. Flores González Fabián Alberto
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGES: 73
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Cascarilla de arroz, impermeabilizante natural.	
RESUMEN: Esta es una investigación que pretende dar solución a la necesidad de protección contra la humedad de estructuras de hormigón armado especialmente elementos cimentación con un impermeabilizante de origen natural, que es visto como desecho, la cual se procesa inicialmente en un estado de ceniza de la cascarilla de arroz, ofreciendo a la vez una propuesta ecológica, amigable con el medio ambiente y ver el desarrollo del experimento se realizó, y ver los comportamientos de cada uno de los ingredientes utilizados, su trabajabilidad, la maleabilidad, el	

aspecto, y demás factores que da a un prototipo que cumpliera con el objetivo de un producto que es un desecho darle un segundo uso. dado los resultados, para la aplicación de este sobre las estructuras de cimentación (zapatas aisladas, corridas, muros de todo tipo, dados y riostras de hormigón armado) de cualquier edificación en general y principalmente a las viviendas de bajo costo.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
---	-----------------------------

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---------------------	-------------------------------------	--------------------------

CONTACTO CON AUTORES/ES: Ruiz Muñoz Israel Jamil	Teléfono: 0989578391	E-mail: iruizm@ulvr.edu.ec
--	------------------------------------	--

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: MSC. Ing. Milton Andrade Laborde Cargo: Decano Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04)2596500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Nombre: Mg. Dis. María Eugenia Dueñas Barberán Cargo: Sub decana de Arquitectura Teléfono: (04)259 6500 Ext. 209 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec mailto:dordonezy@ulvr.edu.ec
------------------------------------	--

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Tesis

RESUMEN DE RESULTADOS

7%	9%	0%	6%
ÍNDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DE ESTUDIANTES

DETALLE DE RESULTADOS

1	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil <small>Trabajo del estudiante</small>	3%
2	investigafiacr.com <small>Fuente de Internet</small>	1%
3	www.scribd.com <small>Fuente de Internet</small>	1%
4	www.revistagestion.ec <small>Fuente de Internet</small>	1%
5	www.expo2b.es <small>Fuente de Internet</small>	1%
6	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá <small>Trabajo del estudiante</small>	1%

Fecha de emisión: 2023-09-15 10:00:00
Fecha de actualización: 2023-09-15 10:00:00

Fabrizio Rando

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado ISRAEL JAMIL RUIZ MUÑOZ, declaro bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)

Firma:  Firmado digitalmente por:
**ISRAEL
JAMIL RUIZ**

ISRAEL JAMIL RUIZ MUÑOZ

C.I.0922813050

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, presentado por los estudiantes Israel Jamil Ruiz Muñoz como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MSc. Ing. Flores González Fabián Alberto

C.C. 1104839939

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dirijo mi agradecimiento a Dios el divino creador, y a mis progenitores, a mi recordada madre que estaría orgullosa de verme formado profesionalmente, a mi padre que con gran esfuerzo me guió, y me ayudo en todo lo que estuvo a su alcance. Este triunfo lo dedico a mi hija que ha sido mi inspiración para obtener el título profesional que me permitirá escalar en el ámbito laboral, que redundará en el bienestar de mi familia.

Agradezco a mis familiares y a todas aquellas personas que de alguna manera me han ayudado y contribuido con sus consejos para alentarme a culminar la carrera profesional

Un agradecimiento a cada uno de mis profesores que impartieron sus conocimientos y experiencia que han sido los pilares en mi formación profesional.

De manera especial agradezco a mi tutor, que me ha guiado en dirigir la investigación, y sugerir las pruebas a las que ha sido sometido el proyecto, hasta su aprobación definitiva.

Israel Ruiz Muñoz

DEDICATORIA

Es un gran reconocimiento a mis padres el privilegio por haberme dado las herramientas necesarias para culminar los estudios universitarios, que con toda seguridad los llenará de satisfacción al verme realizado como profesional y llenar de orgullo a mis progenitores tanto en el plano terrenal y espiritual.

A mi querida compañera de vida, que me ha brindado apoyo incondicional para obtener este logro personal y a mi apreciada hija Jamileth Ruiz.

Israel Ruiz Muñoz

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Tema.	2
1.2. Planteamiento del Problema.	2
1.3. Formulación del Problema.	3
1.4. Sistematización del Problema.	3
1.5. Objetivo General.	3
1.6. Objetivos Específicos.	3
1.7. Justificación.	4
1.8. Delimitación del Problema.	4
1.9. Hipótesis o Idea a Defender.	5
1.10. Línea de Investigación Institucional/Facultad.	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco Teórico.	6
2.1.1. Antecedentes generales.	6
2.2. Referencias del tema.	12
2.2.1. Modelos de tesis nacionales y extranjeras.	12
2.3. Marco Conceptual	14
2.3.1. Conceptos Y Definiciones Básicas.	14
2.3.2. Tipos de impermeabilización.	19
2.3.3. Sistemas de Impermeabilización.	19
2.3.4. Aplicaciones de la cascarilla de arroz en el sector de la construcción.	21
2.4. Marco Legal	23
CAPÍTULO III	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1 Metodología	28
3.2. Tipo de investigación	28
3.3 Enfoque	28
3.4. Técnica e instrumentos.	29
3.4.1. Técnicas de Investigación de campo.	29

3.4.2. Entrevistas.	30
3.5. Población.	30
3.6. Muestra	31
3.7. Análisis de resultados.	32
3.7.1. Preguntas de la encuesta.	32
3.7.2. Resultados de la encuesta.	32
CAPÍTULO IV	39
INFORME FINAL	39
4.1 Fases del análisis técnico.	39
4.1.1. Mezcla de los componentes para la elaboración de las del impermeabilizante.	39
4.1.2. Ensayo No. 1 y 2	42
4.1.3. Ensayo No. 3 y 4.	43
4.1.4. Ensayo No. 5 y 6.	44
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	54
Ensayo No. 1 – Certificación Laboratorio	54
Ensayo No. 2 – Certificación Laboratorio	55
Ensayo No. 3 – Certificación Laboratorio	56
Ensayo No. 4 – Certificación Laboratorio	57
Ensayo No. 5 – Certificación Laboratorio	58
Ensayo No. 6 – Certificación Laboratorio	59
Encuestas a habitantes de la ciudad de Guayaquil	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gramínea de arroz.....	6
Figura 2. Arrozal en P. Carbo, Guayas.....	7
Figura 3. Cascarilla de arroz recién pilada.....	8
Figura 4. Segregación de provincias donde hay mayor pilado de arroz.....	9
Figura 5. Ceniza para mejorar propiedades de materiales a base de cemento.....	11
Figura 6. Ladrillos fabricados con cascarillas de arroz, que reemplaza parte del cemento empleado en la elaboración de concreto.....	11
Figura 7. Tipos de cimentaciones comunes.....	16
Figura 8. Humedad por capilaridad en muro.....	17
Figura 9. Humedad en cimientos.....	18
Figura 10. Sistema de impermeabilización asfáltico.....	20
Figura 11. Impermeabilización prefabricada en cimentación.....	21
Figura 12. Uso de sílice de ceniza de cáscara de arroz en neumáticos.....	23
Figura 13. Tasa de informalidad y pobreza ciudades principales del país.....	30
Figura 14. Resultados pregunta No. 1.....	33
Figura 15. Resultados pregunta No. 2.....	34
Figura 16. Resultados pregunta No. 3.....	35
Figura 17. Resultados pregunta No. 4.....	36
Figura 18. Resultados pregunta No. 5.....	37
Figura 19. Resultados pregunta No. 6.....	38
Figura 20. Cascarilla de arroz en estado bruto o puro.....	39
Figura 21. Retiro de ceniza de cascarilla de arroz.....	40
Figura 22. Trituración de la ceniza.....	40
Figura 23. Paso de la ceniza por tamiz.....	41
Figura 24. Porción de aloe vera para cristalización.....	41
Figura 25. Vertiendo sábila a cascarilla de arroz.....	42
Figura 26. Preparación y aplicación muestra No. 1 y 2.....	42
Figura 27. Mezcla de cemento, arena y materia prima inicial.....	43
Figura 28. Aplicación de muestra No. 2 (sector-2).....	44
Figura 29. Aplicación de muestra No. 5 y 6.....	45
Figura 30. Dosificación de muestras.....	45
Figura 31. Propiedades físicas en muestras.....	46
Figura 32. Encuesta en sector La Ladrillera.....	60
Figura 33. Encuesta en el Sector La Prosperina.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Molienda o pilado de arroz	8
Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo I, antes de ser curados.	24
Tabla 3. Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo I, después de ser curados.....	25
Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo II, de aplicación en el sitio.	25
Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo II, para recubrimiento de productos prefabricados.	26
Tabla 6 - Resultados pregunta No. 1	32
Tabla 7. Resultados pregunta No. 2	34
Tabla 8. Resultados pregunta No. 3	35
Tabla 9. Resultados pregunta No. 4	36
Tabla 10. Resultados pregunta No. 5	37
Tabla 11. Resultados pregunta No. 6	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Ensayo No. 1 – Certificación Laboratorio.....	54
Ensayo No. 2 – Certificación Laboratorio.....	55
Ensayo No. 3 – Certificación Laboratorio.....	56
Ensayo No. 4 – Certificación Laboratorio.....	57
Ensayo No. 5 – Certificación Laboratorio.....	58
Ensayo No. 6 – Certificación Laboratorio.....	59
Encuestas a habitantes de la ciudad de Guayaquil.....	60

INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como objetivo la elaboración de un impermeabilizante natural, a base del aprovechamiento de la ceniza de cascarilla de arroz para la aplicación de éste sobre las estructuras de cimentación (zapatas aisladas, corridas, muros de todo tipo, dados y riostras de hormigón armado) de cualquier edificación en general y principalmente a las viviendas de bajo costo. El material de estudio tiene el propósito de brindar los mismos beneficios de un impermeabilizante de uso genérico. La investigación pretende dar solución a la necesidad de protección contra la humedad de dichas estructuras con impermeabilizante natural, compuesto con un material fundamental que es visto como desecho, la cual se procesa inicialmente en un estado de ceniza de la cascarilla de arroz, generando a la vez una propuesta ecológica amigable con el medio ambiente.

Para la investigación se recopiló información existente respecto a las propiedades físicas y químicas de la ceniza, luego se enfocó en el desarrollo del impermeabilizante en un laboratorio importante de la ciudad, bajo varias pruebas y ensayos para así establecer diferentes mezclas que son puestas a prueba en los elementos de hormigón armado (plinto y columna), que impida el incremento de humedad en el interior de las estructuras de hormigón a la que es susceptible por su elevada porosidad y propiedades reológicas del mismo.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema.

“Propuesta de mortero a base de ceniza de cascarilla de arroz para impermeabilización de estructuras de hormigón armado.”

1.2. Planteamiento del Problema.

El problema a nivel estructural de cualquier edificación en sus cimentaciones es el poco y casi nulo control que se puede observar a lo largo de su vida útil ya que por sus condiciones y forma constructiva estas se encuentran enterradas y no son fáciles de observar para detectar posibles problemas, en muchos de los casos los aumentos de niveles de humedad pueden ser de origen natural o por intervención humana, que no son predecibles, por eso es importante evitar y minimizar el riesgo de falla estructural como pérdida de cubrimientos y oxidaciones del acero de refuerzo debido a la humedad en las cimentaciones, colocando un impermeabilizante y así garantizar mayor fiabilidad estructural y minimizar los fallos.

El tema de la propuesta surge a partir de conocer los diferentes sistemas de impermeabilización de los cimientos, parte fundamental en toda construcción de edificaciones simples como complejas, dichos impermeabilizantes contienen sustancias que se derivan de componentes químicos, la gran cantidad de huella de carbono en los procesos para obtenerlos hacen que estos productos de uso común y tradicional representen un riesgo tanto para el trabajador como para el ambiente.

Por otro lado, tenemos el manejo de los desechos sólidos producidos por los sectores arroceros del Ecuador, al ser el nuestro un gran productor de arroz generamos una considerable cantidad de desechos como lo es la cascarilla de arroz, misma que no está haciendo aprovechada de forma eficiente de este derivado y no verlo nada más que como desecho o abono, el proyecto plantea atacar las dos problemáticas antes mencionadas, que derivan en una sola como lo es la contaminación ambiental.

Generar un impermeabilizante de origen natural que produzca poco impacto ambiental y que a la vez rinda apropiadamente en los elementos de cimentación es una tarea importante de interpretar y analizar. Tratando también con foco social económico en el cual presentar un producto que sea rentable y no costoso con el usuario final en especial para uso en viviendas con enfoque social.

1.3. Formulación del Problema.

¿Qué tipo impermeabilizante de origen natural servirá para estructuras de cimentación de todo tipo, y que contribuirá al aporte social?

1.4. Sistematización del Problema.

Investigando en el ámbito general, con ayuda del internet, tesis, estudios y capacitaciones, se recolecta un gran aporte bibliográfico y técnico para varias alternativas de productos, escogiendo finalmente la opción más idónea y significativa, en este caso la cascarilla de arroz.

1.5. Objetivo General.

Generar un impermeabilizante de origen natural a base de la ceniza de cascarilla de arroz para recubrimiento de estructuras de hormigón armado.

1.6. Objetivos Específicos.

- Distinguir las beneficios y propiedades de la cascarilla de arroz en el aspecto constructivo y para el beneficio destacado en el presente estudio.
- Determinar los materiales y sus debidas proporciones de las que se obtendrá la dosificación adecuada para la elaboración del impermeabilizante de acuerdo a los estándares de uso.
- Realizar ensayos de laboratorio analizando las reacciones y comparando las diferentes dosis del impermeabilizante.

- Probar el producto terminado con la obtención del resultado deseado, esto es, evitar la capilaridad de las estructuras de cimentación para toda clase de líquido, que a su vez permita el daño del acero de refuerzo en las mismas.

1.7. Justificación.

En el Ecuador, concretamente en la región litoral se caracteriza por su alta producción de arroz misma que se concentra en las apiladoras de este producto, generando gran cantidad de residuos como lo es la cascarilla de arroz. Este material obtenido con regular facilidad servirá para utilizarlas como el componente principal para impermeabilizar a estructuras de cimentación, que por lo general están expuestas a un continuo riesgo de desbordamiento interior, producto del nivel freático (punto máximo de profundidad que alcanzan las aguas subterráneas).

La impermeabilización de una cimentación es el tratamiento en su totalidad químico o a través de revestimientos especiales, con el objetivo de evitar la absorción o penetración de agua en la misma y que con el paso del tiempo pueda crear problemas a toda una edificación. Tomando esto en consideración, se propuso la obtención de este material novedoso, que permita disipar estos problemas, en especial a personas de escasos recursos económicos. Finalmente mencionar que impermeabilizar no es un gasto si no una inversión, ya que busca evitar trabajos futuros que aumentarían el costo final de obra.

1.8. Delimitación del Problema.

Campo:	Educación Superior Pregrado
Área:	Arquitectura
Aspecto:	Investigación Científica
Tema:	Propuesta de mortero a base de ceniza de cascarilla de arroz para impermeabilización de estructuras de hormigón armado.”
Delimitación Espacial:	Guayaquil - Ecuador
Delimitación temporal:	4 semanas

1.9. Hipótesis o Idea a Defender.

La impermeabilización de origen natural mediante aprovechamiento de la ceniza de cascarilla de arroz para recubrir zapatas aisladas, corridas, muros de todo tipo, dados y riostras de hormigón armado. Teniendo en cuenta que las viviendas vernáculas o autóctonas se caracterizan por sus principios de conservación, sostenibilidad y ecología al utilizar recursos naturales disminuyendo costos económicos gracias a su construcción de forma natural con materia prima de fácil obtención debido a la continua siembra de la gramínea.

1.10. Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Para la investigación de tesis de grado se eligió la línea de investigación institucional de la ULVR, dentro de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción correspondiente a la Línea 3. Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Antecedentes generales.

2.1.1.1. El origen del arroz.

El arroz es una planta monocotiledónea de la familia de las poáceas (Poaceae). Es una gramínea de siembra periódica, compuesta de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas formadas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El arroz nos envuelve en un alucinante mundo de misticismo y de diversas creencias urbanas hablando de su origen y de cómo se expandió a través por todo el mundo. Estudiando la historia del arroz vemos que pasa de un lado a otro por el mundo en el lapso de tiempo por causa de las migraciones y las distintas guerras de conquistas. Sin embargo, pese a las diversas transcripciones escritas y habladas existentes sobre el origen del arroz, se estima que el cultivo del mismo se inició hace alrededor de 7.000 años en el Sudeste de Asia, y su constante desarrollo se habría dado en diversos países. Los primeros cultivos aparecen en China hace 5.000 años AC, luego Tailandia 4.500 AC, para luego expandirse a Vietnam, Camboya y al sur de la India. Desde esos territorios se movieron por medio de sus especies originarias hacia otros países del mismo continente: Japón, Pakistán, Corea, Sri Lanka (Hoy Ceilán), Indonesia, Filipinas y Myanmar.



Figura 1. Gramínea de arroz

Fuente: Enalimentos Latinoamérica

2.1.1.2. Aparición de arrozales y la pajilla:

La historia del arroz está rodeada de otra incógnita que tiene correlación con el establecimiento de los primeros arrozales. De acuerdo a varias historias provenientes de España, los árabes fueron quienes iniciaron la instalación de estos primeros arrozales, además de la introducción del arroz a Italia. De lo que no hay duda alguna, es que era un producto de gran valor para la gente de la Edad Media, es así que se suponía un lujo característico en las personas de clase alta de las ciudades. Como ejemplo de ello, se sabía que en Milán el arroz no se sembraba, sino que se transportaba desde Asia a precios demasiado elevados. (Sanchez, 2019).



Figura 2. Arrozal en P. Carbo, Guayas

Fuente: Turismo 593

2.1.1.3. Historia breve del arroz en el Ecuador.

Tiene sus inicios en nuestro país en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX, este cultivo se desarrolló en un principio en las provincias del Guayas, Manabí, y Esmeraldas, con el tiempo este logró extenderse y comercializarse en la región Sierra. Su fase de industrialización es decir la implementación de piladoras (1895) se asentó en Daule, Naranjito y Milagro (Guayas). (Barcia, 2012).

En el Ecuador el cultivo del arroz se realiza tanto en el invierno como en el verano donde se depende mayoritariamente del agua de riego. “El Tercer Censo Nacional Agropecuario del 2002 establece para el rubro arroz, 343.936 hectáreas sembradas en 75.814 unidades de producción, el 80% de las cuales corresponde a propiedades menores

a 10 hectáreas.” El 96% de la superficie cultivada se encuentra en el litoral ecuatoriano y la principal zona arrocera se localiza a 10 metros sobre el nivel del mar. (INEC, 2000).

2.1.1.4. Cascarilla de arroz.

Describiendo primeramente el origen del producto principal diremos que la cascarilla es un subproducto del arroz; en tanto la información resumida revelará como se aprovechó de este insumo a lo largo del tiempo, llegando a ser muy útil actualmente para necesidades diferentes a lo que se acostumbra pero que podrían dar como resultado un cambio importante en el sector energético e industrial general.



Figura 3. Cascarilla de arroz recién pilada

Fuente: Farmagro

Sobre el descascarado de la cascarilla de arroz en el Ecuador, la mayor concentración de estas empresas se encuentra en Guayas, en 2016 habían registradas 17 empresas. En el Gráfico 1 se muestra la segregación de las mayores provincias productoras en el Ecuador.

Tabla 1.

Molienda o pilado de arroz

Molienda o pilado de arroz (C106112)	No. Empresas	No. Empleados
Grande	6	208
Mediana	6	64
Micro	2	7
Pequeña	3	12
Total General	17	291

Fuente: Corporación Financiera Nacional (CFN) Censo 2016



Figura 4. Segregación de provincias donde hay mayor pilado de arroz
 Fuente: Corporación Financiera Nacional (CFN) Censo 2016

2.1.1.5. Primeras consideraciones de la cascarilla de arroz:

La cascarilla de arroz es un producto derivado del proceso de trituración del grano maduro del arroz, es un elemento de uso agrícola que se obtiene de separar el grano de arroz de su cáscara. Como sustancia tiene la propiedad de retener la humedad en invernaderos y/o en macetas.

En la gran mayoría de países que producen el arroz, la cáscara de ésta se utilizaba ampliamente en el campo agrícola como una médula o sustancia. La cáscara de arroz son los caparzones de granos naturales de arroz. Al mismo tiempo de que protegen el arroz durante el tiempo de crecimiento, pueden ser objeto de usos diferentes al agrícola como material de construcción, material de fertilizantes, material de aislamiento, de combustible y en el caso de nuestro estudio, impermeabilizante. El casco de la cascarilla de arroz está formado por materiales duros, incluyendo lignina y sílice de tono blanco azulado. (Sanchez, 2019).

La aventación es el proceso utilizado para separar el arroz de cáscara, se coloca todo el arroz en una cacerola y se lanza en el aire, aprovechando el soplo del viento. Los cascos ligeros se esparcen por el aire, mientras que el arroz pesado cae de nuevo en la sartén. Más tarde, se machaca y una máquina simple llamada piladora se encarga de retirar los cascos. La máquina piladora de arroz fue inventado en Brasil en 1857 (Nunes, 2021). Durante el proceso, los cascos se separan del grano crudo para dejar ver todo el arroz de forma integral, y pasa a ser molido algunas veces más con el fin de eliminar el salvado de capa, resultando finalmente en arroz blanco para el consumo directo.

2.1.1.6. Principales usos de la cascarilla de arroz:

La combustión de la cascarilla de arroz produce ceniza de cáscara de arroz (RHA). La caracterización de la ceniza de cascarilla de arroz RHA, producida en las condiciones de operación fijadas como "standard" en el horno piloto, ha quedado determinada por los siguientes aspectos: análisis químico, molturabilidad (tiempo requerido para alcanzar una finura determinada); análisis granulométrico y determinación de la superficie específica Blaine; determinación del peso específico; análisis cualitativo por difracción de rayos X y espectroscopia de absorción infrarroja; determinación del contenido de sílice reactiva y valoración de su aptitud como adición activa al cemento. (Salas, 2016).

El uso más frecuente de la RHA incluye: productos químicos, mejoradores de suelo, una fuente de silicio, absorbentes para aceites y polvo de aislamiento en las fábricas de acero, soporte de catalizador, repelentes en forma de "vinagre de alquitrán" agente de liberación en la industria de la cerámica, y material de aislamiento. (Sanchez, 2019).

Otros usos: pasta de dientes, elaboración de la cerveza, fertilizantes como sustrato o medio para floricultura ya que permiten el vaciado, logrando retener menos agua y demostrando que las cáscaras de arroz no afectan el crecimiento de las plantas, fuegos artificiales utilizándolo como la carga explosiva primaria en fuegos artificiales esparcidos por el aire, combustible: con adecuadas técnicas se pueden quemar y se utilizan para las máquinas de vapor, incluso para las mismas piladoras, extracción de jugo, fibra alimentaria para mascotas, relleno para almohada terapéutica, aditivo para neumáticos: la empresa norteamericana Goodyear utiliza la ceniza de cáscara de arroz como fuente de aditivos en sus llantas. (Zekoski, 2014).

Como punto un tanto desfavorable es la emanación de grandes cantidades de humo al calcinar directamente las cáscaras de arroz, por lo que una alternativa es la gasificación. Este gas se obtendrá mediante la gasificación de la biomasa producida en la propia planta: la cascarilla de arroz. La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por celulosa y sílice, elementos que ayudan a su buen rendimiento como combustible. (Sánchez Lario, 2017).

2.1.1.7. Beneficio de la cascarilla de arroz aplicada en construcción

En la planta de arroz, la sílice se almacena en la cascarilla, residuo agroindustrial que es incinerado o arrojado a fuentes de agua, lo cual repercute negativamente en el ecosistema. Actualmente, las empresas que generan los residuos optan por quemar el desperdicio en calderas, emitiendo gases al medio ambiente. (Comunicaciones, 2020).



Figura 5. Ceniza para mejorar propiedades de materiales a base de cemento

Fuente: Farmagro



Figura 6. Ladrillos fabricados con cascarillas de arroz, que reemplaza parte del cemento empleado en la elaboración de concreto

Fuente: Periódico UNAL

En ladrillos y mezclas usadas en obras civiles se ha utilizado la sílice y la cascarilla de arroz como componente en el proceso de endurecimiento del cemento, que al ser agregada con agua y aditivos forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación que, una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. El compuesto denominado fibrocemento es un material liviano y resistente usado en la construcción especialmente en sistemas de construcción

liviano, como revestimiento, aislamiento e impermeabilización de numerosas estructuras. Está compuesto de cemento, sílice, carbonato, bentonita, fibras de celulosa y fibras de acetato de polivinilo o polímeros. (Comunicaciones, 2020).

2.2. Referencias del tema.

2.2.1. Modelos de tesis nacionales y extranjeras.

Simba Cumbajín, Edwin (2007) autor ecuatoriano de la tesis titulada “La Impermeabilización En Construcciones Nuevas Y Existentes” expresa que tomando en consideración los avances técnicos y particularmente con la utilización de las impermeabilizaciones en la construcción se ha venido utilizando e innovando con nuevos productos químicos, de nuestro país y de otros países, con el único propósito de mejorar la calidad del mismo, para lograr resultados en el campo de las impermeabilizaciones. (Edwin, 2007).

Por ello desde hace muchos años se ha visto la necesidad de impermeabilizar las construcciones, debido a la falta de conocimientos o a la mala aplicación de los productos químicos al momento de construir. La eliminación de la humedad constituye uno de los principales problemas en el campo de la restauración y modernización de viviendas, también desempeña actualmente un papel decisivo en la construcción, esto es válido tanto al tratar de evitar los daños en construcciones nuevas, como el saneamiento de construcciones antiguas (Edwin, 2007).

Los daños por humedad, entre estos la presencia de salitre, hongos, presencia de fisuras en paredes, no solo atacan edificios representativos de los cuales generalmente se informa en la televisión o en los diarios sino también a una gran cantidad de casas residenciales, cuyos dueños tienen dificultades mucho más grandes para acabar con estos problemas. Así el efecto dañino puede provenir de sustancias nocivas gaseosas que se encuentran en la atmósfera de compuestos salinos disueltos en el agua, por lo tanto, vemos que los daños por humedad se producen ya sea por el agua o bien por acción conjunta del agua y sustancias nocivas. (Edwin, 2007).

Fresneda Sánchez, Santiago Andrés (2019) autor colombiano de la tesis “Impermeabilizante Natural A Partir De La Ceniza Cascarilla De Arroz Para Muros En Adobe” expresa que su proyecto investigativo propone desarrollar un impermeabilizante

natural el cual será aplicado inicialmente en unos prototipos de adobe para sus respectivas pruebas, así verificar los resultados y la función del mismo, llegar finalmente a presentar las conclusiones que acceden a valorar el impermeabilizante natural a base de cascarilla de arroz y cumplir con el propósito de implementarlo como material de protección para las viviendas en adobe contra las afectaciones que se ven sometidas por humedad. (Sanchez, 2019).

Dentro del análisis, el investigador sugiere considerar en el momento del diseño de las mezclas, la cantidad de material utilizado de cascara de arroz porque puede provocar porosidad al instante de ser combinada con agua los capilares de la cascara de arroz la absorben, afectando tiempo después la durabilidad de la misma, teniendo en cuenta también que a mayor cantidad de cascarilla, mayor será la aplicación de agua, por lo tanto es importante determinar un término medio en el uso del material. (Sanchez, 2019).

El interés sobre este trabajo se basa en la información que obtiene el documento acerca de la composición física y química de la cascarilla de arroz, métodos de procedimientos y ensayos, obteniendo información valiosa para el proyecto ya que abarca datos específicos de este material en diversos estados y campos en cuanto su uso, aplicación y clasificación entre otros, ayudando a conocer específicamente el material a trabajar. (Sanchez, 2019).

Rodríguez, Carlos (2015) autor ecuatoriano de la tesis “Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil.” Manifiesta en su justificación que El uso constante del concreto en las construcciones modernas ha obligado a los investigadores a buscar el mejoramiento del mismo mediante la creación de aditivos que ayuden a la impermeabilización. (Rodríguez, 2015).

Un ejemplo de aplicación es el caso suscitado en la ciudad de Guayaquil en el km 27 ½ de la vía Daule en los reservorios de aguas duras de Interagua, donde se presentó fisuramiento en el cual se realizaron trabajos de impermeabilización aplicando diferentes tipos de métodos como inyección epóxica, aplicación de mortero de alta resistencia y revestimiento con fibra de carbono. Este fue un trabajo realizado en un área de aproximadamente 3072 m² que comprende 6 reservorios. Los resultados obtenidos hasta el momento son eficientes pero los costos generados fueron altos. (Andrade, 2013).

La necesidad de impedir el paso de la humedad a través del hormigón en construcciones como centros comerciales, industrias, piscinas etc., ha obligado a la investigación de productos que sean más efectivos y que cumplan esta función. El uso del

hormigón tiene sus desventajas, como la permeabilidad, causada por las fisuras debidas a las contracciones generadas por el fraguado. Por tal motivo se necesita el uso de elementos que ayuden a solucionar este comportamiento. El desconocimiento actual de las ventajas en el uso de los aditivos para la impermeabilización ha generado incertidumbre ya que no se han obtenido los resultados esperados. (Rodríguez, 2015).

El uso de aditivos ayudara a minimizar estos efectos que se presentan constantemente, en consecuencia, se está creando productos cada vez más sofisticados para no recurrir a las impermeabilizaciones externas que se ha observado que en el largo plazo incrementan el costo de la construcción. (Rodríguez, 2015).

Rico Hernández, Alma Dolores (2021) autora mexicana de la tesis “Protección Contra La Humedad En Cimentaciones De Vivienda Unifamiliar: El Caso De Una Casa En San Pablo Autopan” expresa en su Metodología que De acuerdo al RCDF, lo primero es identificar el tipo de suelo y las condiciones de cimentación de las construcciones colindantes en cuanto a estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo, así como el diseño y la construcción de la cimentación del proyecto. Observando esas condiciones se hacen evidentes las huellas en las paredes que deja la presencia de humedad, el exceso de salitre y los daños causados a las construcciones. (Rico, 2021).

También investigar si no se hace ningún daño a las obras subterráneas, para mi caso, la vivienda se localiza a 15m de la vía pública, por lo tanto, no existe ninguna causa probable de daños. Sino más bien, fue necesario realizar la introducción de los servicios de agua potable, drenaje y luz pública. Antes de ejecutar la construcción de la vivienda, y una vez reconocido el tipo de suelo del lugar, se llevaron a cabo los trabajos preliminares, como delimitación del terreno, limpieza, deshierbe y abertura de cepas para la cimentación; se realizó la construcción de la cimentación y la colocación de la lámina impermeable de polietileno. (Rico, 2021).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Conceptos Y Definiciones Básicas.

2.3.1.1. Cimentación.

La cimentación son los elementos estructurales encargados de transmitir las cargas de la estructura a los estratos resistentes del terreno, con la finalidad de cumplir con la

capacidad de carga y evitar hundimientos o el volteo provocado por la acción de las cargas horizontales. De hecho, en el libro de “Mecánica de suelos” de Lambe y Whitman, se menciona que “cimentación es todo aquello cuyo comportamiento estudia el ingeniero con el fin de proporcionar un apoyo satisfactorio y económico a una estructura” y esto es así, pues es nuestro deber es brindar seguridad a los usuarios, que puede pertenecer a cualquier sector (público o privado). De acuerdo a las NTC 2017 Cimentaciones, los tipos de cimentaciones se deben determinar con la investigación del subsuelo, mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio, también se deben de tomar en cuenta el tipo de construcción, ya sean ligeras o de medianas de poca extensión y con excavaciones someras (cimentaciones superficiales), o quizá, pesadas, extensas o con excavaciones profundas (cimentaciones profundas). (Rico, 2021).

En general, se puede decir que existen dos tipos de cimentaciones a las cuales podemos clasificar en:

1. Cimentaciones superficiales

- a. Zapata aislada

- b. Zapata corrida

- c. Losa de cimentación

2. Cimentaciones profundas

- a. Muros pantalla

- b. Sustitución

- c. Flotación

- d. Pilotes

Sin embargo, las cimentaciones más comunes para viviendas unifamiliares, son del tipo superficial. (Rico, 2021).

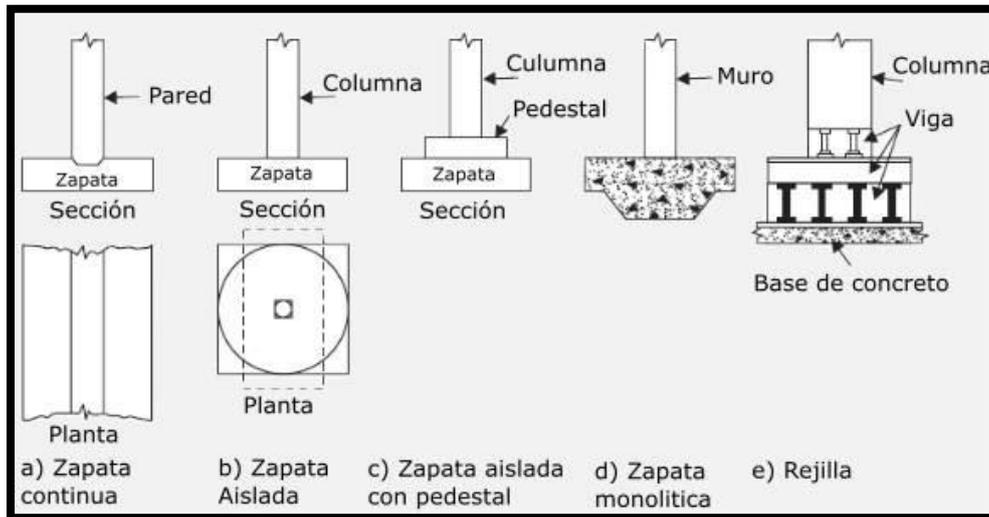


Figura 7. Tipos de cimentaciones comunes

Fuente: Geologíaweb. (s.f.). Cimentaciones superficiales

2.3.1.2. Humedad.

La humedad en las edificaciones es un problema difícil de comprender. Frecuentemente se aplican pinturas, estanqueidades y otros tratamientos a menudo de forma empírica o arbitraria. REPORTE DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS 15 En realidad no es fácil encontrar una definición para “humedad”, por tal motivo se encuentran enumerados los factores que la ocasionan, y de ahí se puede obtener un concepto:

1. Presencia de agua en el concreto utilizado, que puede ser líquida o en forma de vapor. En un ambiente seco no es posible la humedad.

2. Falta de aislamiento entre el elemento constructivo y el agua. Esta carencia permite que el agua esté en contacto con él y lo deteriore.

3. Presencia de vías de penetración en los elementos constructivos, en forma de aberturas, juntas, grietas y/o poros que permiten la entrada, circulación y difusión del agua en ellos.

4. Imposibilidad o dificultad de secado o eliminación del agua presente que permanece en el interior de los materiales o en su superficie. Por lo tanto, se puede definir

de la siguiente manera, “humedad, presencia de agua líquida o en vapor, existente en el elemento estructural que no cuenta con un aislamiento y que ha encontrado vías de penetración, las cuales han sido imposibles o difíciles de secar” (Rico, 2021).



Figura 8. *Humedad por capilaridad en muro.*

Fuente: Geologíaweb. (s.f.). Cimentaciones superficiales

Desafortunadamente para combatir una patología por humedad, ya sea ésta interna o superficial, primero debe presentarse y debe ser evaluado, realizándose de la siguiente manera:

- Comprobar el estado del elemento o la parte afectada y su acabado.
- Demoler parcial o totalmente el elemento o parte afectada y su acabado, sanearla, lo cual contempla además los contornos.
- Aplicar o colocar el acabado en la zona saneada (Rico, 2021).

2.3.1.3. Tipos De Humedad En Las Viviendas

Como ya se mencionó, todo lo anterior se presenta cuando existe el inmueble y ya es evidente la patología; pero que ocurre cuando apenas se va a construir y todo lo anterior no se ha presentado aún. Es por ello, que se necesitan conocer e identificar las cinco fuentes de humedad:

- A. Humedad por filtración,
- B. Humedad capilar,
- C. Humedad de condensación,
- D. Humedad accidental o de uso, y
- E. Humedad de obra o constructiva.



Figura 9. *Humedad en cimientos*

Fuente: Arkiplus. (s.f.) Cimientos.

Cada una obedece a fenómenos distintos, por lo que no hay un tratamiento universal para ser aplicado. Solo un análisis del caso, donde consideremos el clima, la zona el destino de edificación, el tipo de materiales, el diseño, entre otros factores, que puede ser de acuerdo a un reglamento, como es el caso del RCDF y el uso de las NTC. A continuación, se describen las causas de cada una de las patologías. (Pineda, 2020).

2.3.1.4. Impermeabilización.

Es una operación que consiste en aplicar un método aislador que sirve de protección. Su función específica es la de evitar la infiltración de fluidos en estado líquido hacia la parte interna de cualquier estructura. Una impermeabilización en la parte exterior de una estructura o edificación se realiza como contribución de un método dando paso a uno o varios elementos dependiendo del grado de protección esperado. (Pineda, 2020).

La protección de las edificaciones y estructuras contra la humedad beneficia a la salud, también a la estética de la edificación, ayuda a impedir volver a realizar trabajos en segunda instancia y extiende su vida útil. Todas las edificaciones tienen superficies donde se debe de aplicar impermeabilizante. Esta aplicación da como resultado una buena seguridad en la estructura, y refuerza la salud de quienes habitan en ella. (Pineda, 2020).

2.3.2. Tipos de impermeabilización.

2.3.2.1. Impermeabilización Rígida.

En este tipo de impermeabilización se utilizan materiales que cuando se secan totalmente, se endurecen o rigidizan. En este caso son estucados o Aplanados. (Impermeabilizantes México , 2021).

2.3.2.2. Impermeabilización flexible.

Se clasifica como flexible porque se emplean materiales que son elásticos o de gran deformidad, capaces de absorber movimientos. Ejemplo: Impermeabilizante acrílico. Todas las estructuras o edificaciones tienen zonas que deben utilizarse sistemas de impermeabilización rígida, flexible o combinación de ambas. (Impermeabilizantes México , 2021).

2.3.3. Sistemas de Impermeabilización.

2.3.3.1. Revestimientos líquidos con base poliuretano

Esta solución es aplicada cubriendo la superficie de la cimentación o estructura con un material en estado líquido que al secar forma una membrana de cierto espesor que es la capa para impermeabilización. Este tipo de membranas alcanzan un espesor y elasticidad que contribuye con una mayor garantía de funcionamiento, puesto que tienen una mayor capacidad de absorber movimientos sin depender tanto de armados (refuerzos de fibras que complementan al sistema) y, además, al ser resistentes a la acción de los rayos ultravioleta su duración es mucho mayor. (Girón, 2016).

Éste material se aplica sobre la superficie existente en la terraza (tras un tratamiento de limpieza y preparación adecuado) utilizando rodillos de pintor, o bien aplicado con espátula para dar mayor espesor o también aplicado con pistola. El problema de éste sistema es su supuesta “facilidad” de aplicación que hace que algunos atrevidos se animen a colocarlo ellos mismos sin prestar atención a las especificaciones del fabricante para su utilización o bien no tratan adecuadamente los puntos singulares de las cubiertas, como los sumideros, esquinas o encuentros, que son el principal foco de fallos en la colocación de impermeabilizaciones en cubiertas. Puede ser una solución interesante para cubiertas con muchas esquinas y detalles, pues al formar una membrana continua, si estos puntos están bien resueltos se puede ahorrar gran cantidad de material por desperdicios, cortes y sobrantes para adaptar a esas formas. (Girón, 2016).

Ventajas:

- Resistencia a rayos UV y al tiempo.
- Elasticidad elevada.
- Continuidad de la superficie. No juntas.
- Fácil de aplicar

Desventajas:

- Garantizar espesor mínimo de la membrana.
- Solución puntos singulares.
- Fácil de aplicar (se pone poca cuidado, provocando mal uso) (Girón, 2016).

Otros sistemas importantes de impermeabilización son:

Asfálticos: Son los más utilizados, igualmente con diversas aplicaciones a la variedad de necesidades como climáticas, estructurales, decorativas y de resistencia. Poseen gran adherencia, durabilidad, fácil aplicación, resistentes a los rayos UV y humos industriales.

Acrílicos: Ideal para todas las estructuras secas, recubrimientos pétreos, lugares bajo
inmersión y aplicables en la totalidad de climas con gran durabilidad a comparación del asfáltico sobre agua.



Figura 10. Sistema de impermeabilización asfáltico

Fuente: Lilepicevent blog

Prefabricados: Asfaltos transformados en función a la resistencia y durabilidad reduciendo el tiempo para construcción de la obra aprovechando recursos. Aplicados en la mayoría de las necesidades de impermeabilización. Ejemplo: (Coverply y vitroplay).

Integrales: Adicionados al concreto y al mortero evitando la penetración por capilaridad brindando propiedades plastificantes e impermeabilizantes resistentes a la humedad.



Figura 11. *Impermeabilización prefabricada en cimentación*

Fuente: Rudeco - Construcciones y Reformas

Para estructuras metálicas: Mezcla asfáltica emulsionada con elastómeros aplicado como revestimiento impermeable en frío, sin membrana adicional, ideal para muros, recomendado en clima frío y templado de gran elasticidad y resistencia. (Sanchez, 2019).

2.3.4. Aplicaciones de la cascarilla de arroz en el sector de la construcción.

2.3.4.1. Por sus cualidades puzolánicas.

La presencia de sílice dentro de la estructura de la cascarilla de arroz se conoce desde 1938. No obstante, desde 1934 científicos japoneses ya habían observado que el

silicio es benéfico para el crecimiento normal del arroz. El contenido de sílice presente en diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas, cáscara o vaina) varía entre 2,63 y 13,3%, presentándose en mayor cantidad con respecto a la parte orgánica en la cáscara del grano de arroz. La cascarilla de arroz al ser sometida a calcinación produce una alta cantidad de ceniza, entre 13 y 29% del peso inicial, la cual está compuesta principalmente por sílice, 87-97%, y pequeñas cantidades de sales inorgánicas. Estas sales inorgánicas son impurezas que pueden ser eliminadas utilizando reflujos en medio ácido. Además, la cascarilla de arroz contiene alrededor de un 85% de material orgánico conformado por celulosa, lignina, D-xylose y pequeñas cantidades de D-galactose. Con base en estudios de la sílice obtenida de diferentes plantas y diatomeas, Lanning llegó a la conclusión de que la sílice resultante de la calcinación de la cascarilla de arroz no es exactamente igual al gel de sílice y que ésta se debe clasificar como sílice opalina. (Arcos, 2007).

Dado el fino tamaño de partícula y la alta reactividad de la sílice, la ceniza obtenida de la calcinación de la cascarilla se usa en la industria del cemento y como fuente para la preparación de compuestos de silicio como carburo de silicio, nitruro de silicio, sialones y zeolitas; también se ha empleado en la producción de sílice activada, silicato de sodio, silicato de potasio y silicio grado solar. (Arcos, 2007).

Como la ceniza de sílice es un bioproducto de un compuesto natural, la cascarilla de arroz, requiere de cuidadosos estudios de caracterización para comprender mejor su naturaleza y poder determinar las modificaciones necesarias en el proceso de obtención de sílice para mejorar sus propiedades, entre ellas la de adherencia a la matriz cuando se utiliza como relleno en los materiales compuestos.

En este estudio se analizó la microestructura de la cascarilla de arroz y se determinó la naturaleza de los complejos de silicio que existen en la matriz orgánica, complejos que se constituyen en los precursores de la sílice que se obtiene de la cascarilla. Además, se estudió el efecto del tratamiento químico al que se sometió este desecho agroindustrial, durante el proceso de obtención del SiO₂, sobre las propiedades finales del SiO₂ obtenido. (Arcos, 2007)



Figura 12. *Uso de sílice de ceniza de cáscara de arroz en neumáticos*
Fuente: Motores México (2015).

2.4. Marco Legal

Se toma referencia del Instituto Ecuatoriano De Normalización - Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2 135:98. Productos Derivados Del Petróleo. Impermeabilizantes. Másticos Bituminosos. Requisitos. Primera Edición.

Objeto

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el mástico bituminoso utilizado como impermeabilizante en la construcción y en la industria.

Alcance

Esta norma se aplica a los másticos bituminosos utilizados por aplicación directa como impermeabilizantes en la construcción, pegamentos o recubrimientos de productos prefabricados.

Clasificación

Los másticos bituminosos para impermeabilización de cubiertas, se clasifican en dos tipos:

Tipo I. De aplicación en frío. Son únicamente de base asfáltica, contienen disolventes adecuados de tal manera que su consistencia permita su aplicación a

temperatura ambiente superior a 15°C, siendo su tiempo de curado inferior a 48h. Para aplicar a temperatura inferior a 15°C, se permite un calentamiento al baño María. **NTE INEN 2 135:98**

Tipo II. De aplicación en caliente. Son únicamente de base asfáltica, su aplicación es en el sitio como impermeabilización directa o como recubrimiento de productos prefabricados. **NTE INEN 2 135:98**

Denominación.

Para la denominación de los másticos bituminosos se utiliza la letra M, seguida de un guion y un número romano indicativo del tipo al cual pertenecen según lo establecido en el numeral 4. Por ejemplo, M-I.

DISPOSICIONES GENERALES

Los másticos bituminosos pueden contener disolventes idóneos, plastificantes u otros aditivos.

REQUISITOS

Requisitos específicos.

Requisitos de los másticos bituminosos Tipo I, de aplicación en frío. Másticos antes de ser curados.

Tabla 2.

Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo I, antes de ser curados.

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO I		MÉTODO DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	
Densidad a 25°C		0,90	-	NTE INEN 923
Penetración a 25°C, 100g, 5s	1/10 mm	250	-	NTE INEN 917
Punto de inflamación en vaso abierto Cleveland	°C	35	-	NTE INEN 808
Contenido de cenizas	% m/m	-	30	NTE INEN 1492

Fuente: NTE INEN 2 135. (2017)

Másticos después de ser curados.

Tabla 3.*Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo I, después de ser curados.*

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO I		MÉTODO DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	
Fluencia a 60°C	Mm	-	1	UNE 104-281/4-3
Flexibilidad a 5°C		No debe fisurarse, ni despegarse del soporte		UNE 104-281/3-11

Fuente: NTE INEN 2 135. (2017)

Requisitos de los másticos bituminosos Tipo II, de aplicación en caliente.

De aplicación en el sitio.

Tabla 4.*Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo II, de aplicación en el sitio.*

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO II		MÉTODO DE ENSAYO
		Mín.	Máx.	
Punto de reblandecimiento (anillo y bola)	°C	75	-	NTE INEN 920
Penetración a 25°C, 100g, 5s	1/10 mm	20	70	NTE INEN 917
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min.	cm	3	-	NTE INEN 916
Porcentaje de pérdida por calentamiento, 5 h a 163°C	% m/m	-	1	NTE INEN 924
Fluencia a 65°C	mm	-	1	UNE 104-281/4-3
Contenido en cenizas	% m/m	-	30	NTE INEN 1492

Fuente: NTE INEN 2 135. (2017)

Másticos para recubrimientos de productos prefabricados.

Tabla 5.

Requisitos fisicoquímicos de los másticos Tipo II, para recubrimiento de productos prefabricados.

REQUISITOS	UNIDAD	TIPO II				MÉTODO DE ENSAYO
		Láminas bituminosas de oxiasfaltos		Placas asfálticas		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Punto de reblandecimiento (anillo y bola)	°C	80	-	100	-	NTE INEN 920
Penetración a 25°C, 100g, 5s	1/10 mm	20	65	5	-	NTE INEN 917
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min.	cm	2	-	1	-	NTE INEN 916
Porcentaje de pérdida por calentamiento, 5 h a 163°C	% m/m	-	1	-	1	NTE INEN 924
Contenido en cenizas	% mm	-	30	-	55	NTE INEN 1492

Fuente: NTE INEN 2 135. (2017)

Requisitos complementarios.

La comercialización de los másticos bituminosos empleados en la construcción y en la industria deberá cumplir con lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y su Reglamento vigente.

INSPECCIÓN

Muestreo

El muestreo, inspección y recepción deberán realizarse de acuerdo con la NTE INEN 922.

Aceptación o rechazo

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en el numeral 6 de esta norma, se extraerá una nueva muestra y se repetirán los ensayos en cuestión.

Si en esta segunda ocasión alguno de los ensayos no cumpliera con los requisitos establecidos en el numeral 6 de esta norma, se rechazará el lote correspondiente.

No obstante lo anterior, el vendedor podrá optar por pedir una nueva extracción de la muestra, mediante un árbitro designado de común acuerdo entre las partes.

ENVASADO

Los másticos bituminosos utilizados como impermeabilizantes en la construcción y en la industria, se comercializarán en tambores, láminas, membranas o al granel.

ROTULADO

Cada envase debe presentar un rótulo perfectamente legible que incluya la siguiente información

Nombre o razón social del fabricante.

Marca comercial del producto

Uso, características y modo de empleo del producto.

Contenido neto en unidades del SI

Norma Técnica Ecuatoriana de referencia.

Cada despacho deberá acompañarse de un documento que contenga la información determinada.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Metodología

La Metodología es la ciencia que nos enseña a dirigir determinado proceso de manera eficiente y eficaz para alcanzar los resultados deseados y tiene como objetivo darnos la estrategia a seguir en el proceso. (Cortés, 2004).

La Metodología de la Investigación (M.I.) es aquella ciencia que provee al investigador de una serie de conceptos, principios y leyes que le permiten encauzar de un modo eficiente y tendiente a la excelencia el proceso de la investigación científica. El objeto de estudio de la M.I. Lo podemos definir como el proceso de Investigación Científica, el cual está conformado por toda una serie de pasos lógicamente estructurados y relacionados entre sí. Este estudio se hace sobre la base de un conjunto de características y de sus relaciones y leyes. (Cortés, 2004).

3.2. Tipo de investigación

El propósito de la investigación se la concibe con el método científico en la forma cuantitativa, dirigida a la investigación experimental, en la que se selecciona toda la información relacionada a propiedades, aplicaciones y conceptos, que nos ayudará a concretar las particularidades tanto químicas y físicas de todos los materiales que son parte del presente estudio a fin de fortalecer la hipótesis.

3.3 Enfoque

Comprende todo el proceso investigativo y las etapas y elementos que lo conforman, lo cual implica que cada enfoque tenga características particulares respecto a diversos aspectos de la investigación. Sin embargo, como punto de partida, podemos indicar algunos aspectos que son clave para comprender la comparación de los enfoques cuantitativo y cualitativo de investigación científica (Mata, 2019):

El tipo de realidad que estudia, en el caso de la propuesta es la realidad práctica en el uso de materiales propios de un lugar.

Las metas de la investigación, que aplicada aquí se enfoca en lograr un producto favorable al ser humano, beneficiando además al factor ecológico.

La lógica del proceso investigativo. En su vocación de generar y poner a prueba teorías, el enfoque cuantitativo asume el proceso investigativo desde una lógica deductiva; es decir, que va de lo general (las teorías) hacia lo particular (los datos) (Mata, 2019). Aquí en nuestro caso, obtenemos fórmulas concretas adaptadas de muestras y trabajos ya realizados en laboratorios de la localidad.

El tipo de datos del estudio de realidades objetivas, propio de la investigación de naturaleza cuantitativa, implica que las metas y la lógica del proceso investigativo se orienten hacia la obtención y análisis de datos sólidos, lo suficientemente confiables como para garantizar que alcanzan a captar la objetividad de la realidad que se investiga. (Mata, 2019).

3.4. Técnica e instrumentos.

A continuación, indicaremos los métodos de recolección de datos utilizados en esta investigación:

3.4.1. Técnicas de Investigación de campo.

La técnica es indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación, La técnica pretende:

- Ordenar las etapas de la investigación.
- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

Se estudiarán dos formas generales: **documental** y de **campo**. La técnica documental permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia. La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

La **encuesta** es una técnica de investigación que se utiliza como instrumento para recopilar información de las fuentes primarias. Lo que sintetiza cada pregunta guarda relación con el resultado de la investigación. El cuestionario es la aplicación de preguntas con alternativas cerradas de respuestas tipo Lickert, con una escala de valoración del 1 al 5 considerando los siguientes parámetros: (Campos, 2018).

5 = Muy de acuerdo

4 = De acuerdo

3 = Indiferente

2 = En desacuerdo

1 = Totalmente en desacuerdo

La encuesta fue realizada en Guayaquil, con personas seleccionadas al azar. Las preguntas y sus respectivos resultados se mostrarán en el punto 3.7.

3.4.2. Entrevistas.

El tipo de entrevista que utilizaremos será investigativo.

3.5. Población.

Con base en el reporte de diciembre 2019 de la ENEMDU, 11,2% de los guayaquileños vive en pobreza. La línea de pobreza se ubicó en \$ 84,82 mensuales per cápita, esto quiere decir que más de 294.000 personas viven por debajo del ingreso mínimo necesario para cubrir sus necesidades básicas.

También existe un porcentaje representativo de personas que se encuentran en la pobreza extrema, aunque no es la peor. La tasa de pobreza extrema en Guayaquil es de 1,4% de la población, pero dada su alta tasa poblacional equivale a que casi 50.000 personas viven con \$ 47,80 per cápita al mes.



Figura 13. Tasa de informalidad y pobreza ciudades principales del país.

Fuente: INEC, ENEMDU 2019

3.6. Muestra

Para el criterio de encuesta, tomaremos una muestra basada en un 12% de 100000 habitantes, de la ciudad de Guayaquil. Esto es 12000 habitantes. Aplicando la Formula.

$n = Z^2 * P * Q * N, e^2 (N - 1) + Z^2 * P * Q$. Donde:

Z.: Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos.

N= Población = 100.000

P= Probabilidad de éxito= 0.5

Q= Probabilidad de fracaso=0.5

P*Q= Varianza de la población= 0.25

E= Margen de error= 5.00%

NC (1- α)= confiabilidad= 95.00%

Z= Nivel de confianza=1.96

En donde:

$n = \frac{114248.91}{558.665}$

$n = 204.$

El total del tamaño de la muestra nos da un resultado de encuesta a 204 personas. Lo propuesto por la formula sería en teoría realizar encuestas a 204 personas, pero debido que es un proyecto de tipo investigativo se tomara una muestra de 40 personas a encuestar.

3.7. Análisis de resultados.

Para la realización del cuestionario nos basamos en los objetivos planteados para la investigación. Las encuestas contenían preguntas cerradas, abiertas y de múltiples opciones.

3.7.1. Preguntas de la encuesta.

- 1.- ¿Cree usted que hay poca información acerca de daños en cimentación?
- 2.- ¿Cree usted que se debe añadir protección adicional a la cimentación?
- 3.- ¿Conoce de los impermeabilizantes y para qué sirven?
- 4.- ¿Tiene algún conocimiento sobre impermeabilización de una cimentación?
- 5.- ¿Ha escuchado sobre los usos de la cascarilla de arroz?
- 6.- ¿Cree usted que hay beneficios de la cascarilla de arroz en la construcción?

3.7.2. Resultados de la encuesta.

Tabla 6.
Resultados pregunta No. 1

Ítem	¿Cree usted que hay poca información acerca de daños en cimentación?	Frecuencia	Porcentaje
1	Totalmente de acuerdo	8	20
	De acuerdo	12	30
	Parcialmente de acuerdo	6	15
	En desacuerdo	7	17.5
	Indiferente	7	17.5
	Ninguna	0	0
	Total	40	100

Fuente: Encuesta a moradores de la ciudad de Guayaquil (2022)
Elaborado por: Ruiz I, (2022)

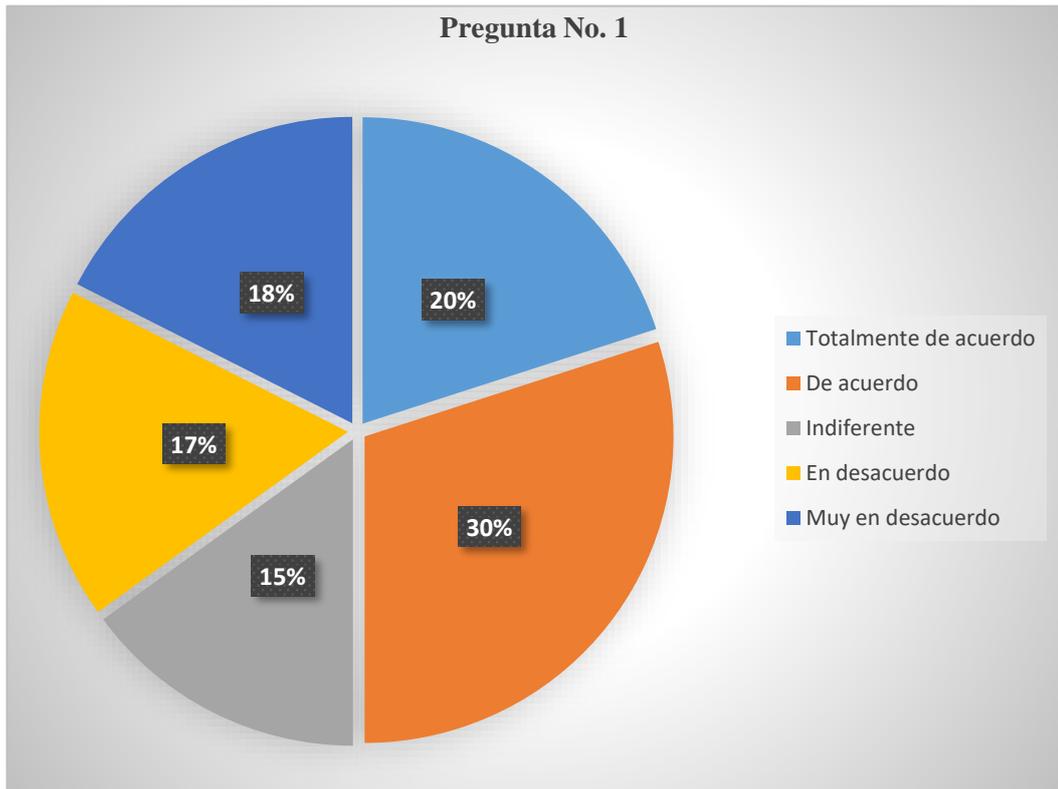


Figura 14. Resultados pregunta No. 1

Fuente: Encuesta a moradores del sector de estudio (2022).

Elaborado por: Ruiz I, (2022)

Análisis: La pregunta fue realizada a moradores quienes construyeron su casa directamente con personal propio. La mayoría lo hicieron los jefes de familia con sus hijos, y algún que otro familiar cercano. La misma va relacionada sobre si se tenía claro el conocimiento sobre daños en casas similares en el sector, y que al construir la propia vivienda debía evitarse a toda costa los daños en su cimentación.

Los resultados nos muestran que un 65% están de acuerdo en la afirmación de que debían considerar el evitar los daños a futuro en su cimentación, el 35% en los epígrafes de desacuerdo, mientras ninguna persona tenía duda alguna de si era necesario o no pensar en reforzar su estructura base. Eso nos da la pauta para plantear la siguiente pregunta, que es básicamente bajo el mismo criterio de la primera, pero que nos ayudara a desarrollar nuestros objetivos en la investigación.

Tabla 7.
Resultados pregunta No. 2

Ítem	¿Cree usted que se debe añadir protección adicional a la cimentación?	Frecuencia	Porcentaje
2	Totalmente de acuerdo	15	37
	De acuerdo	10	25
	Parcialmente de acuerdo	2	5
	En desacuerdo	5	13
	Indiferente	4	10
	Ninguna	4	10
	Total	40	100

Fuente: Encuesta a moradores de la ciudad de Guayaquil (2022)
Elaborado por: Ruiz I, (2002)

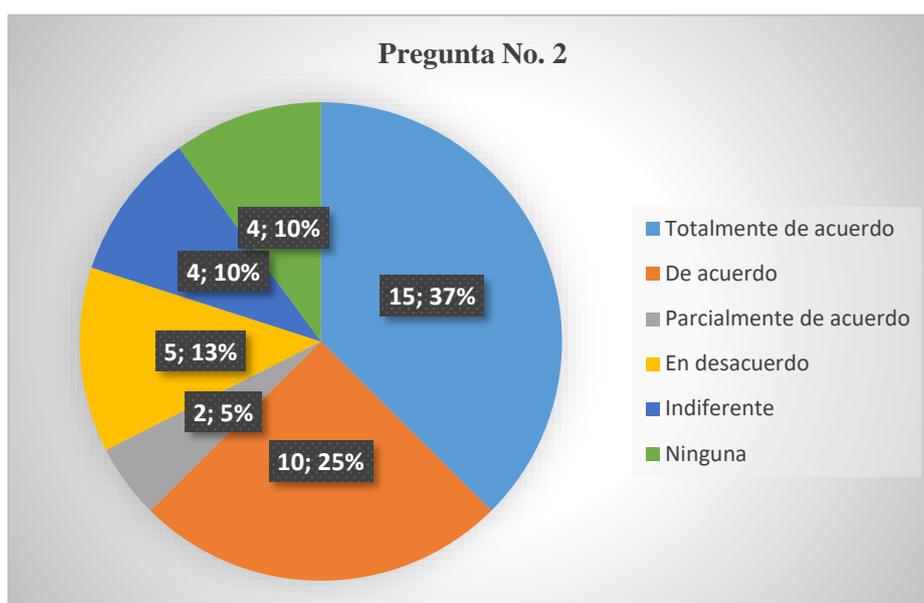


Figura 15. Resultados pregunta No. 2

Fuente: Encuesta a moradores del sector de estudio (2022).
Elaborado por: Ruiz I, (2022)

Análisis: Los resultados nos muestran algo similar de la primera pregunta, puesto que el 67% están desde totalmente a parcialmente de acuerdo, mientras que el 18% está en desacuerdo, un 10% en indecisión, o que no recuerda haber realizado un refuerzo adicional en las cimentaciones, y un 10% indica que definitivamente no lo hizo.

Tabla 8.
Resultados pregunta No. 3

Ítem	¿Conoce de los impermeabilizantes y para qué sirven?	Frecuencia	Porcentaje
3	Totalmente de acuerdo	12	37
	De acuerdo	7	25
	Parcialmente de acuerdo	6	5
	En desacuerdo	2	13
	Indiferente	4	10
	Ninguna	9	10
	Total	40	100

Fuente: Encuesta a moradores de la ciudad de Guayaquil (2022)
Elaborado por: Ruiz I, (2022)

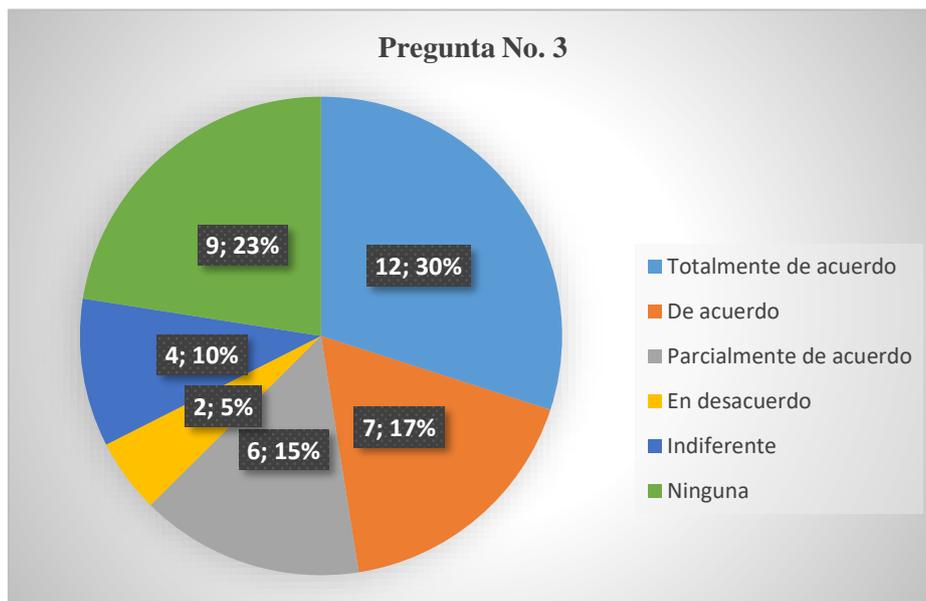


Figura 16. *Resultados pregunta No. 3*

Fuente: Encuesta a moradores del sector de estudio (2022).
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

Análisis: Aquí se puede considerar una ventaja menor de quienes conocen lo que es una impermeabilización. Quienes ni siquiera han escuchado el término son bastante considerables (10%) tomando en cuenta la globalización de muchos productos en la actualidad.

Tabla 9.
Resultados pregunta No. 4

Ítem	¿Tiene algún conocimiento sobre impermeabilización de una cimentación?	Frecuencia	Porcentaje
4	Totalmente de acuerdo	5	12
	De acuerdo	4	10
	Parcialmente de acuerdo	3	7
	En desacuerdo	8	20
	Indiferente	3	8
	Ninguna	17	43
	Total	40	100

Fuente: Encuesta a moradores de la ciudad de Guayaquil (2022)
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

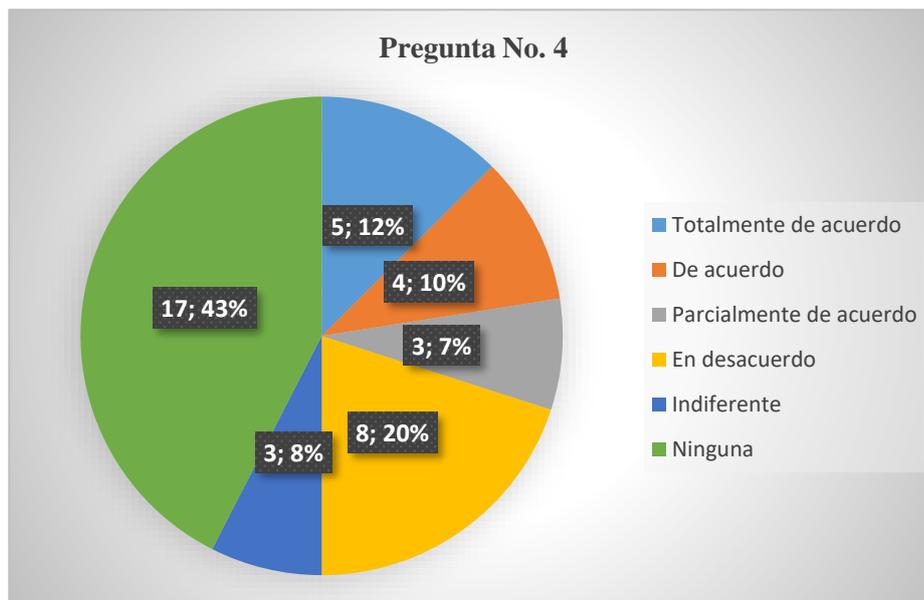


Figura 17. *Resultados pregunta No. 4*

Fuente: Encuesta a moradores del sector de estudio (2022).
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

Análisis: Si en la pregunta No. 3 hubo un resultado negativo en mayor medida, aquí podemos observar una mayoría de esta en relación a quienes se pronunciar a favor de conocer algo sobre impermeabilización de cimentaciones. Algo entendible, dado que la pregunta va concatenada a la anterior. En todo caso, quienes no conocen nada al respecto estaría en un 71%.

Tabla 10.
Resultados pregunta No. 5

Ítem	¿Ha escuchado sobre los usos de la cascarilla de arroz?	Frecuencia	Porcentaje
5	Totalmente de acuerdo	6	15
	De acuerdo	1	2
	Parcialmente de acuerdo	0	0
	En desacuerdo	11	27
	Indiferente	9	23
	Ninguna	13	33
	Total	40	100

Fuente: Encuesta a moradores de la ciudad de Guayaquil (2022)
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

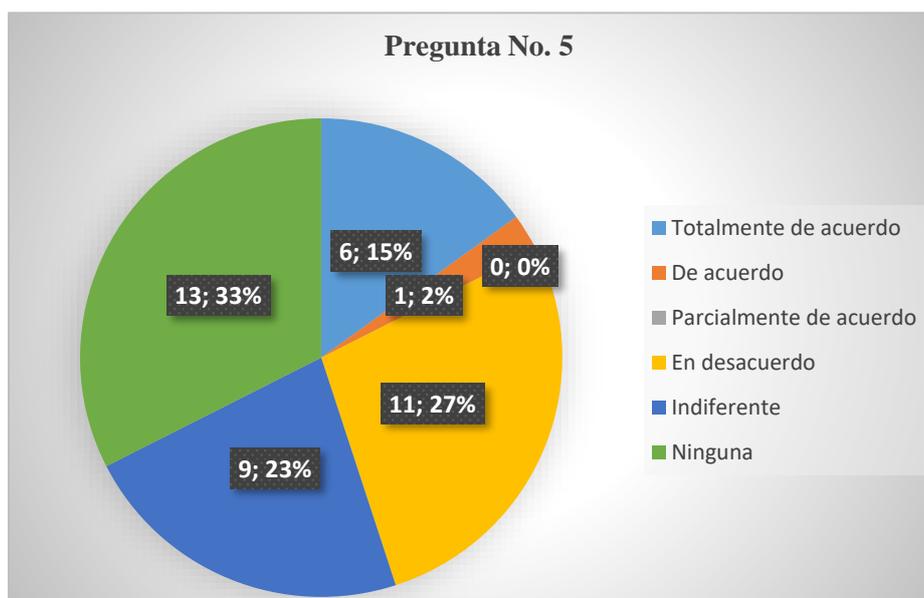


Figura 18. *Resultados pregunta No. 5*

Fuente: Encuesta a moradores del sector de estudio (2022).
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

Análisis: El 22% de los encuestados indican haber escuchado sobre la cascarilla de arroz. Esto tomando muy en cuenta el lugar de la encuesta, que fue en zonas muy lejanas a los cantones donde efectivamente se procesa la gramínea. De hacerlo en dichos lugares el porcentaje se hubiera incrementado casi al 100%. Por el tema de estudio se decidió no hacerlo en los sitios indicados, sino para exactamente estar al tanto el nivel de conocimiento general.

Tabla 11.
Resultados pregunta No. 6

Ítem	¿Cree usted que hay beneficios de la cascarilla de arroz en la construcción?	Frecuencia	Porcentaje
6	Totalmente de acuerdo	18	45
	De acuerdo	8	20
	Parcialmente de acuerdo	8	20
	En desacuerdo	2	5
	Indiferente	2	5
	Ninguna	2	5
	Total	40	100

Fuente: Encuesta a moradores de la ciudad de Guayaquil (2022)
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

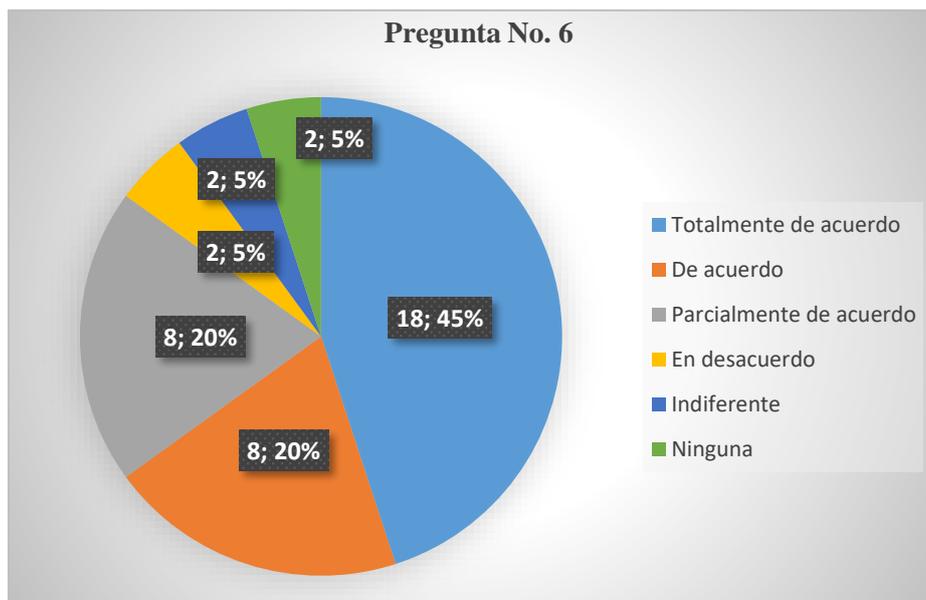


Figura 19. Resultados pregunta No. 6

Fuente: Encuesta a moradores del sector de estudio (2022).
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

Análisis: Previamente se explicó algunas características importantes de la materia prima a los encuestados. A su vez se indicó la intención de la misma, es decir crear un impermeabilizante a partir de dicha materia prima. Los resultados indican un positivismo hacia estar de acuerdo en que ésta servirá para desarrollar un producto adecuado en la construcción, esto es un 85% versus un 15% que no lo creen o prefieren no opinar al respecto

CAPÍTULO IV

INFORME FINAL

En el informe se da forma al análisis técnico de las muestras obtenidas en laboratorio, recopilando la información, comparando y concluyendo el resultado proporcionado por el mismo para aplicación en un muro de cimentación existente en la construcción de una vivienda de clase media baja en la ciudad de Guayaquil, concretamente en el km. 24 ½ vía a Daule, sector Chorrillo.

4.1. Fases del análisis técnico.

- Mezcla de los componentes para la elaboración del impermeabilizante.
- Aplicación del impermeabilizante a un elemento estructural de cimentación.
- Ensayos con varias dosificaciones de cascarilla de arroz (prototipos).
- Pruebas para resultados finales.

4.1.1. Mezcla de los componentes para la elaboración de las del impermeabilizante.

La recolección de la cascarilla de arroz se realizó en el cantón Lomas de Sargentillo, concretamente de la Piladora Espinoza. Se obtuvo un saco de material yute relleno con 60 libras de material bruto para trasladar al laboratorio.



Figura 20. *Cascarilla de arroz en estado bruto o puro*
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

Se vierte en un recipiente de aluminio de 28,27 cm² un kilogramo de cascarilla de arroz para quemar a 125 grados centígrados, durante una hora y 15 minutos. Después se apisona la ceniza de cascarilla de arroz con una máquina trituradora. Con el fin de obtener un material más fino se pasa por un colador y separamos cualquier tipo de partículas o agentes ajenos a la ceniza.

Luego de ello, se procedió a dar molienda de manera manual para reducir el tamaño de las partículas. Continúa con cernirse en tamiz ASTM C33 No. 30 para que los granos que pasen por dicho instrumento sean los propicios para la mezcla. Se obtuvo 100 gramos del material remanente.



Figura 21. Retiro de ceniza de cascarilla de arroz.

Elaborado por: Ruiz, I (2022)



Figura 22. Trituración de la ceniza

Elaborado por: Ruiz I, (2022).



Figura 23. Paso de la ceniza por tamiz.
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

Para una ayuda adicional en la cascarilla molida, se añade una pequeña porción (0.15 litros) de agua de PH neutro a una mezcladora industrial y horizontal de alta velocidad a 4500 rpm.



Figura 24. Porción de aloe vera para cristalización
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

El tiempo de licuado se efectuó entre 50 a 120 segundos, teniendo cuidado en que las mezclas sean lo más similares y estables posibles. Esta mezcla sería la materia prima inicial, luego se iría probando en algunas más de ser necesario.



Figura 25. *Vertiendo agua a cascarilla de arroz*
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

4.1.2. Ensayo No. 1 y 2

La mezcla inicial fue de las muestras fue de dos litros. Para el proceso de colocación se usó una brocha donde se pintó un tramo de 1,50m x 1,50m verticalmente. El resultado no fue favorable a primera vista, ya que después de aplicado se observó un leve desprendimiento del material una vez los rayos solares secan el impermeabilizante. El ensayo uno fue realizado con cascarilla de arroz pura más agua y en la segunda se añadió arena. En los anexos se detallan las dosificaciones de dichos primeros ensayos.



Figura 26. *Preparación y aplicación muestra No. 1 y 2*
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

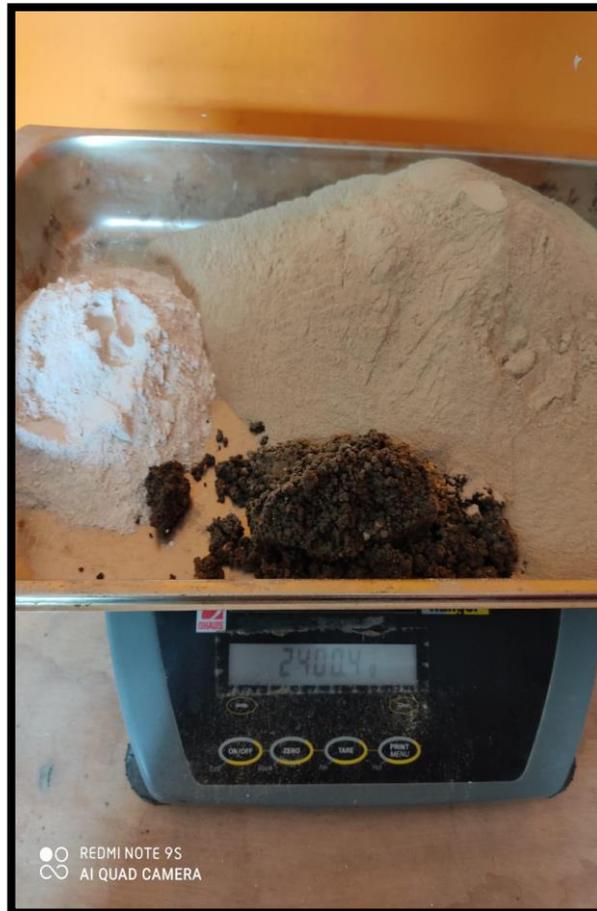


Figura 27. Mezcla de cemento, arena y materia prima inicial.
Elaborado por: Ruiz I, (2022)

4.1.3. Ensayo No. 3 y 4.

En el tercer y cuarto ensayo, se aplicó igualmente a tramos de 1,50m x 1,50m verticalmente. El resultado es una baja permeabilidad, ya que primeramente se dejó secar al sol durante 1 semana, obteniendo resistencia mayor a diferencia de la primera aplicación. Sin embargo, al aplicar agua continuamente no resistió a la misma y se escurrió después de un par de horas. En el ensayo tres se realizó la siguiente dosificación: cemento 25%, arena 25 % y cascarilla de arroz 50 %. En cambio, en el ensayo cuatro se utilizó: cemento 40%, arena 30 % y cascarilla de arroz 30 %. En los anexos se detallan las dosificaciones de dichos primeros ensayos.



Figura 28. *Aplicación de muestra No. 2 (sector-2)*

Elaborado por: Ruiz I, (2022).

4.1.4. Ensayo No. 5 y 6.

En la quinta muestra, se realizó la mezcla en la siguiente proporción: cemento 30%, arena 30 % y cascarilla de arroz 40 %. Se pintó igualmente un tramo de 1,50m x 1,50m verticalmente. Aquí ya se podía percibir un resultado positivo. En la sexta se realizó lo siguiente: cemento 50% - arena 25 % - cascarilla de arroz 25 %. El resultado mostraba impermeabilidad al 100%. Se comprobó así, ya que primeramente se dejó secar al sol durante una semana, se aplica agua continuamente durante dos semanas y el mortero permaneció intacto. Adicionalmente se comprobó al lado interior del muro alguna señal de permeabilidad con resultado negativo, por lo que al final fue el resultado esperado. En los anexos se detallan las dosificaciones de dichos primeros ensayos.



Figura 29. Aplicación de muestra No. 5 y 6
Elaborado por: Ruiz I, (2022).

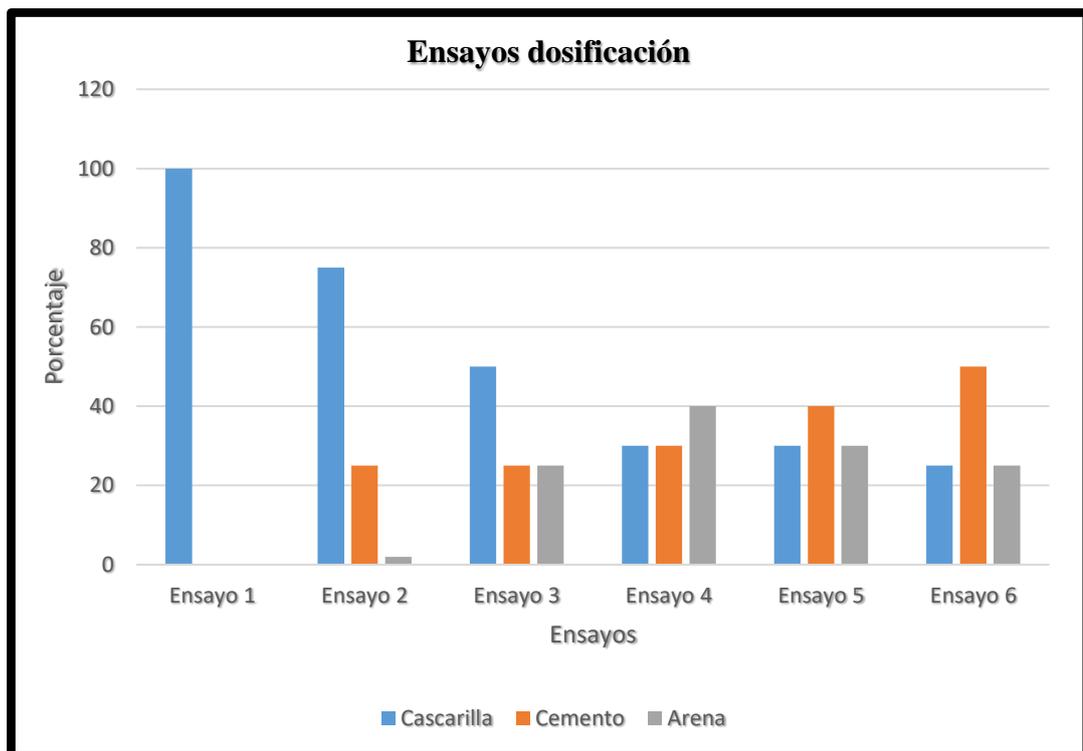


Figura 30. Dosificación de muestras

Elaborado por: Ruiz I, (2022).

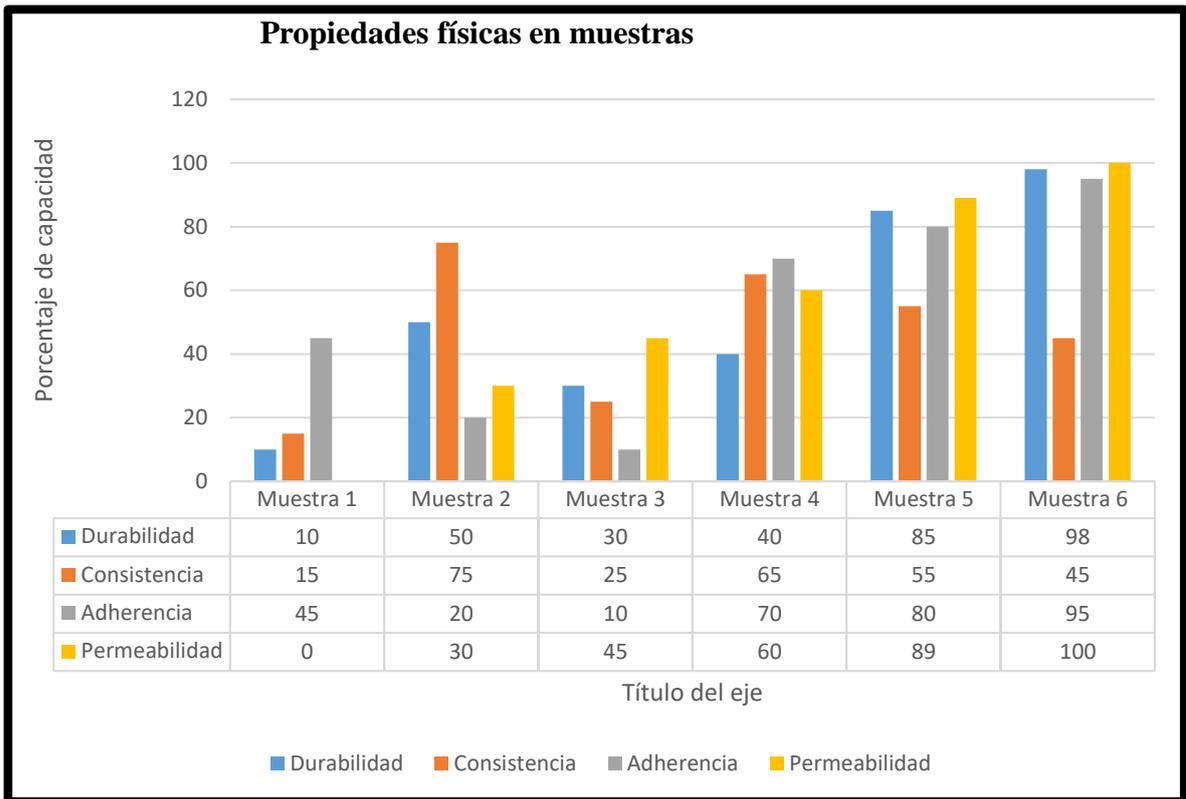


Figura 31. *Propiedades físicas en muestras*
 Elaborado por: Ruiz I, (2022).

CONCLUSIONES

Después de las pruebas realizadas en el laboratorio, se encontró que las muestras reaccionaban de manera diferente en la superficie. En las seis pruebas se pudo observar la natural impregnación a partir de ceniza de cascarilla de arroz, ya que es un proceso sencillo que no requiere el uso de componentes químicos ni artificiales después del trabajo además de la fácil manejabilidad del mismo. Se obtuvieron en todas las muestras unas mezclas de color gris, pero de distintas densidades siendo la de primera la de menos viscosidad y la última la de mayor densidad.

La ceniza de cáscara de arroz penetraba la pared en diferentes dosificaciones y con la mezcla de cemento daba un mayor porcentaje de protección que una mezcla de ceniza y agua, por lo tanto, se concluye que esto se logró gracias a la capacidad del cemento a mantener una estabilidad y resistencia una vez que este logre secarse.

La dosificación que determinamos como idónea fue el ensayo seis, y debido a que no contenía una estructura más espesa que el resto, evidenciamos que su adherencia era mayor y al momento del contacto con la estructura su comportamiento fue mucho más flexible que el del resto.

RECOMENDACIONES

A partir de lo analizado en la presente investigación, es correcto sustentar, que el uso actual del residuo cascarilla de arroz no es suficiente y puede mejorar, al aprovecharse en gran cantidad para el desarrollo de un material requerido como protección en la construcción, beneficiándose de las propiedades químicas que la ceniza de la cascarilla ofrece, capaces de resistir e impedir el paso del agua.

Con base en el análisis de este estudio, se afirma que el uso actual de los residuos de cascarilla de arroz puede ser suficiente si se utiliza en grandes cantidades para la demanda de protección de las cimentaciones en viviendas de clase baja, pero podría mejorarse debido a los beneficios de los productos naturales indicados en la presente tesis. De la misma forma se busca alternar el uso de este producto para evitar la explotación de recursos naturales.

Al momento de conseguir las mezclas para el impermeabilizante es ineludible estar muy pendiente de las dosificaciones en la composición de los materiales, puesto que, si la misma queda muy clara o muy concentrada, puede retrasar el secado de las aplicaciones dadas o de que poco tiempo esté pegada a la superficie, de manera que no va a cumplir con su uso fundamental. Es recomendable presentar el estado de la mezcla a medio plazo para facilitar la aplicación de la impregnación y el secado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alecoy, T. (2011). *Las culturas exitosas forjan prosperidad económica desde la concepción del individuo*. Santiago de Chile: Tirso José Alecoy.
- Arcos, C. A. (2007). Husk of rice as source of SiO₂. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*.
- Asamblea Nacional. (2010). *COPCI*. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Editora Nacional.
- Barbazán, C., & Sendra, J. (2012). *Apoyo domiciliario y alimentación familiar: El asistente como eje central en la gestión y mantenimiento del hogar del dependiente*. Vigo: Ideaspropias Editorial.
- Barcia, W. (2012). Educándonos en el Ámbito Económico. *Educándonos en el Ámbito Económico*, 65.
- Barradas, M. (2014). *Seguimiento de Egresados: Una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad*. Bloomington: Palibrio.
- Bastos, A. (2010). *Implantación de Productos y servicios*. Madrid: Ideaspropias.
- Bohigues, I. (2014). *Ámbito sociolingüístico*. Madrid: Paraninfo.
- Borunda, R., Cepeda, J., Salas, F., & Medrano, V. (2013). *Desarrollo y Competitividad de los Sectores Económicos en México*. México, D.F.: Centro de Investigaciones Sociales.
- Campos, D. (2018). La encuesta como técnica de investigación.
- Christensen, C. (2014). *Guía del Innovador para crecer: Cómo aplicar la innovación disruptiva*. Madrid: Grupo Planeta Spain.
- Comunicaciones, O. N. (11 de 2020). *Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción*. Obtenido de SENA: <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=4511#:~:text=En%20ladrillos%20y%20mezclas%20usadas,que%2C%20una%20vez%20endurecido%20conserva>
- Congreso Nacional. (2004). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre*. Quito: Editora Nacional.
- Cortés, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de Investigación*. México: Universidad Autónoma del Carmen.

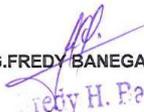
- Cruelles, J. (2012). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo.
- Cruz, L., & Cruz, V. (17 de Abril de 2010). *Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional:
<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjABahUKEwJvwOy4IJPIAhWFF5AKHUAYBF A&url=http%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F388%2F1%2FCD-0795.pdf&usg=AFQjCNHr5JIvEUFu2GkrhscjbJ-tStFQQA&sig2=a>
- Edwin, S. (2007). *“La Impermeabilización En Construcciones Nuevas Y Existentes”*.
- El Telégrafo. (26 de Mayo de 2012). \$180 millones venden al año los artesanos de muebles. *El Telégrafo*, pág. 9.
- Fernández, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Alicante: ECU.
- Fernández, R. (2010). *La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo*. Alicante : ECU.
- Fernández, R. (2011). *La dimensión económica del desarrollo sostenible*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Gan, F., & Gaspar, B. (2007). *Manual de Recursos Humanos: 10 programas para la gestión y el desarrollo del Factor Humano en las organizaciones actuales*. Barcelona: Editorial UOC .
- Girón, A. (2016). *IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS*.
- Google Maps. (8 de Abril de 2015). *Google*. Obtenido de Google:
<https://maps.google.com.ec>
- Griffin, R. (2011). *Administración*. Boston: Cengage Learning.
- Guerrero, R. (2014). *Técnicas elementales de servicio*. Madrid: Paraninfo.
- Haden, J. (2008). *El diccionario completo de términos de bienes raíces explicados en forma simple: lo que los inversores inteligentes necesitan saber*. Florida: Atlantic Publishing Group .
- Iglesias, M. (2011). *Elaboración de soluciones constructivas y preparación de muebles*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.
- Impermeabilizantes México . (2021). *Impermeabilizantes México 2021*. Obtenido de <https://impermeabilizante.co/tipos-de->

- Montero, C. (2005). *Estrategias Para Facilitar la Inserción Laboral a Personas Con Discapacidad*. San José: EUNED.
- Mora, J. (Jorge Mora). *Los libros, aporte bibliográfico, las bellas artes e investigaciones históricas*. Nariño: Pasto.
- Morales, R. (2013). *MF1330_1: Limpieza doméstica*. Málaga: INNOVA.
- Nunes, J. L. (2021). *Agrolink*. Obtenido de https://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/informacoes/historico_361591.html
- Nutsch, W. (2000). *Tecnología de la madera y del mueble*. Barcelona: Reverté.
- OCDE. (2014). *Colombia: La implementación del buen gobierno*. Paris: OECD Publishing.
- OIT. (2008). *Calificaciones para la mejora de la productividad el crecimiento del empleo y el desarrollo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo .
- Olavarria, M. (2005). *Pobreza, crecimiento económico y políticas sociales*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Peralta, N. (24 de Septiembre de 2010). *Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2695/1/T0878-MT-Peralta-Industria%20maderera.pdf>
- Perdigones, J. (2011). *MF0996_1: Limpieza del mobiliario interior*. Málaga: INNOVA.
- Perdomo, O. (2012). *¡Abre tu negocio... y vivirás en abundancia!* Bloomington: Palibrio.
- Pineda, J. (2020). *StudyLib - Guía para Reparación de Humedades*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/8823518/gui%CC%81a-para-reparacio%CC%81n-de-humedades>
- Puig-Durán, J. (2011). *Certificación y modelos de calidad en hostelería y restauración*. Madrid: Díaz de Santos.
- Quimbiulco, C. (3 de Marzo de 2012). *Dspace Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/903/1/T-UCE-0003-51.pdf>
- Repullo, J. (2006). *Sistemas y servicios sanitarios: Manuales de Dirección Médica y Gestión Clínica*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Rico, A. (2021). *PROTECCIÓN CONTRA LA HUMEDAD EN CIMENTACIONES DE VIVIENDA UNIFAMILIAR*.

- Risco, L. (2013). *Economía de la empresa: Prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años*. Bloomington: Palibrio.
- Rodríguez, C. (2015). *Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón*.
- Rodríguez, R. (2014). *Técnicas de tapizado de mobiliario: TCPF0209. Operaciones auxiliares de tapizado de mobiliario y mural*. Madrid: IC Editorial .
- Ruano, C., & Sánchez, M. (2014). *UF0083: Diseño de Productos y servicios turísticos locales*. Málaga: IC Editorial.
- Salas, J. (2016). *Empleo de cenizas de cascara de arroz*. Madrid: Equipo de Viviendas de Bajo Coste.
- Sánchez Lario, A. (2017). *Diseño de una planta de gasificación con cogeneración para el aprovechamiento energético de la cascarilla de arroz en un proceso industrial*. Madrid.
- Sanchez, S. F. (2019). *IMPERMEABILIZANTE NATURAL A PARTIR DE LA CENIZA CASCARILLA DE ARROZ*. Bogotá.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva: Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano*. Quito : SENPLADES .
- Sescovich, S. (2009). *La gestión de personas: un instrumento para humanizar el trabajo*. Madrid: Libros en Red.
- Soto, E., Valenzuela, P., & Vergara, H. (2003). *Evaluación del impacto de la capacitación en la productividad*. Santiago de Chile : FUNDES.
- Valle, A. (1991). *Productividad: Las visiones neoclásica y marxista*. México, D.F. : UNAM.
- Zekoski, J. (2014). *Uso de la cascara de arroz para producir llantas*. México.

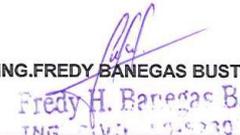
ANEXOS

Ensayo No. 1 – Certificación Laboratorio

FREDY BANEGAS BUSTAMANTE Ing. Civil 09-5230 Cda. Urbanor Mz L 1 - v. 38 Tel. 2 315971 - 0994340172				PROYECTO: PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	
				UBICACIÓN: Cda Urbanor Mz I 1-v 38	
				FECHA: 13/6/2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
	pulg	cm	gr		
Longt de muestra	6	15,24			
Area de muestra	28,27	182,4			
Peso recipient (gr)				0	
MUESTRA: CASCARILLA DE ARROZ					
ΔH:		130			
	T real (horas)	T relativo (min)	Wrw	Volumen (cm3)	K 10 [^]
13/6/2022	10:00				
	10:05	5	9,90	9,9	2,12E-05
	10:10	10	9,00	18,9	2,02E-05
	10:15	15	8,40	27,3	1,95E-05
	10:20	20	8,30	35,6	1,91E-05
	10:25	25	8,30	43,9	1,88E-05
Promedio					1,98E-05
OBSERVACIONES: <u>ARENA LIMOSA DE BAJA PERMEABILIDAD</u>					
CALCULADO POR : ING. <i>Fredy Banegas Bustamante</i> Y EL SR ISRAEL RUIZ MUÑOZ  Ing. Fredy H. Banegas B. RUC. 001378713001					

$$k = \frac{V \times L}{\Delta H \times A \times t(\text{seg})}$$

Ensayo No. 2 – Certificación Laboratorio

FREDY BANEGAS BUSTAMANTE Ing. Civil 09-5230 Cda. Urbanor Mz L 1 - v. 38 Tel. 2 315971 - 0994340172				PROYECTO: PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	
				UBICACIÓN: Cda Urbanor Mz l 1-v 38	
				FECHA: 14/6/2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
	pulg	cm	gr		
Longt de muestra	6	15,24			
Area de muestra	28,27	182,4			
Peso recipient (gr)				0	
MUESTRA: CASCARILLA CON ARENA					
ΔH:	130				
	T real (horas)	T relativo (min)	Wrw	Volumen (cm3)	K 10 [^]
14/6/2022	9:57				
	10:02	5	1,10	1,1	2,36E-06
	10:07	10	1,20	2,3	2,46E-06
	10:12	15	1,10	3,4	2,43E-06
	10:17	20	1,10	4,5	2,41E-06
	10:22	25	1,10	5,6	2,40E-06
Promedio					2,41E-06
OBSERVACIONES: <u>MUY BAJA PERMEABILIDAD</u>					
CALCULADO POR : ING.FREDY BANEGAS BUSTAMANTE . Y EL SR ISRAEL RUIZ MUÑOZ  Fredy H. Banegas B. ING. CIVIL 09-5230 RUC. 09137711301					

$$k = \frac{V \times L}{\Delta H \times A \times t(\text{seg})}$$

Ensayo No. 3 – Certificación Laboratorio

FREDY BANEGAS BUSTAMANTE Ing. Civil 09-5230 Cda. Urbanor Mz L 1 - v. 38 Tel. 2 315971 - 0994340172				PROYECTO: PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	
				UBICACIÓN: Cda Urbanor Mz l 1-v 38	
				FECHA: 21/6/2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
	pulg	cm	gr		
Longt de muestra	6	15,24			
Area de muestra	28,27	182,4			
Peso recipient (gr)				0	
MUESTRA: CEMENTO ARENA					
ΔH:	130				
	T real (horas)	T relativo (min)	Wrw	Volumen (cm3)	K 10 [^]
21/6/2022	10:00				
	10:10	10	10,00	10	1,07E-05
	10:20:00	20	24,00	34	1,82E-05
	10:30	30	39,00	73	2,61E-05
Promedio					1,83E-05
OBSERVACIONES: <u> MUY BAJA PERMEABILIDAD </u>					
CALCULADO POR : ING.FREDY BANEGAS BUSTAMANTE . Y EL SR ISRAEL RUIZ MUÑOZ  ING. CIVIL					

$$k = \frac{V \times L}{\Delta H \times A \times t(seg)}$$

Ensayo No. 4 – Certificación Laboratorio

FREDY BANEGAS BUSTAMANTE Ing. Civil 09-5230 Cda. Urbanor Mz L 1 - v. 38 Tel. 2 315971 - 0994340172				PROYECTO: PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	
				UBICACIÓN: Cda Urbanor Mz l 1-v 38	
				FECHA: 20/6/2022	
DATOS DE LA MUESTRA					
	pulg	cm	gr		
Longt de muestra	6	15,24			
Area de muestra	28,27	182,4			
Peso recipient (gr)				0	
MUESTRA: CEMENTO 30% - ARENA 30 %- CASCARILLA DE ARROZ 40 %					
ΔH:		130			
	T real (horas)	T relativo (min)	Wrw	Volumen (cm3)	K 10 [^]
20/6/2022	14:20				
	14:40	5	1,00	1	2,14E-06
	15:00:00	10	2,70	3,7	3,96E-06
	15:20	15	3,50	7,2	5,14E-06
	15:40	20	5,10	12,3	6,59E-06
Promedio					4,46E-06
OBSERVACIONES: <u>MUESTRA DE BAJA PERMEABILIDAD</u>					
CALCULADO POR : ING.FREDY BANEGAS BUSTAMANTE . Y EL SR ISRAEL RUIZ MUÑOZ  Fredy H. Banegas B ING. CIVIL 09-5230 RUC. 091077711001					

$$k = \frac{V \times L}{\Delta H \times A \times t(\text{seg})}$$

Ensayo No. 5 – Certificación Laboratorio

FREDY BANEGAS BUSTAMANTE Ing. Civil 09-5230 Cda. Urbanor Mz L 1 - v. 38 Tel. 2 315971 - 0994340172				PROYECTO: <u>PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE GENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO</u> UBICACIÓN: <u>Cda Urbanor Mz l 1-v 38</u> FECHA: <u>17/6/2022</u>	
DATOS DE LA MUESTRA					
	pulg	cm	gr		
Longt de muestra	6	15,24			
Area de muestra	28,27	182,4			
Peso recipient (gr)				0	
MUESTRA: CEMENTO 40% - ARENA 30 %- CASCARILLA DE ARROZ 30 %					
ΔH:		130			
	T real (horas)	T relativo (min)	Wrw	Volumen (cm3)	K 10 [^]
17/6/2022	12:30				
	13:00	30	0,10	0,1	3,57E-08
18/6/2022	24:00:00	1440	0,00	0,1	7,44E-10
Promedio					1,82E-08
OBSERVACIONES: <u>MUESTRA MUY BAJA PERMEABILIDAD</u>					
CALCULADO POR : ING.FREDY BANEGAS BUSTAMANTE . Y EL SR ISRAEL RUIZ MUÑOZ <div style="text-align: center;">  Fredy H. Banegas B. ING. CIVIL 09-5230 Cda. Urbanor Mz L 1 - v. 38 </div>					

$$k = \frac{V \times L}{\Delta H \times A \times t(\text{seg})}$$

Ensayo No. 6 – Certificación Laboratorio

<p>FREDY BANEGAS BUSTAMANTE</p> <p>Ing. Civil 09-5230</p> <p>Cdla. Urbanor Mz L 1 - v. 38 Tel. 2 315971 - 0994340172</p>				<p>PROYECTO: <u>PROPUESTA DE MORTERO A BASE DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO</u></p> <p>UBICACIÓN: <u>Cdla Urbanor Mz l 1-v 38</u></p> <p>FECHA: <u>15/6/2022</u></p>	
DATOS DE LA MUESTRA					
	pulg	cm	gr		
Longt de muestra	6	15,24			
Area de muestra	28,27	182,4			
Peso recipient (gr)				0	
MUESTRA: CEMENTO 50% - ARENA 25% - CASCARILLA DE ARROZ 25 %					
ΔH:		130			
	T real (horas)	T relativo (min)	Wrw	Volumen (cm3)	K 10 [^]
15/6/2022	9:00				
	12:00	180	0,10	0,1	5,95E-09
	14:25:00	325	0,05	0,15	4,94E-09
16/6/2022	13:30	1710	0,02	0,17	1,06E-09
Promedio					3,99E-09
OBSERVACIONES: <u>MUESTRA IMPERMEABILIDAD</u>					
<p>CALCULADO POR : ING.  FREDY BANEGAS BUSTAMANTE . Y EL SR ISRAEL RUIZ MUÑOZ</p> <p>Fredy H. Banegas B.</p> <p>RUC. 031070711001</p>					

$$k = \frac{V \times L}{\Delta H \times A \times t(\text{seg})}$$

Encuestas a habitantes de la ciudad de Guayaquil



Figura 32. Encuesta en sector La Ladrillera
Elaborado por: Ruiz I, (2022).



Figura 33. Encuesta en el Sector La Prosperina
Elaborado por: Ruiz I, (2022).