

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO

BENEDICTO XVI

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE TIERRA DIATOMEA
CALCINADA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DENSIDAD
DE TEJAS ARTESANALES**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR(ES)

Br. Martínez Desposorio Herber Luis

Br. Rodríguez Olivares Deyvi Jesús

ASESOR

Mg. Luis Alva Reyes

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Vivienda, saneamiento y transporte

TRUJILLO – PERÚ

2022



Acta de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis para obtener la Titulación Profesional

En la ciudad de Trujillo, a los 23 días del mes de abril del 2022, siendo las 09:00 horas se reunieron los miembros del Jurado designado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para evaluar la tesis de Titulación Profesional en

INGENIERIA CIVIL

(Indicar el Programa de Estudios)

Especialidad: _____
(De ser el caso)

mediante la Modalidad de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis de(l) (la)

Bachiller: MARTINEZ DESPOSORIO HERBER LUIS
(Apellidos y Nombres)

quien desarrolló la Tesis Titulada:

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE TIERRA DIATOMEA CALCINADA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DENSIDAD DE TEJAS ARTESANALES”

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) mencionado(a) Bachiller fue

APROBADO
(Aprobado o desaprobado (**))

por

GRADO DE EXCELENCIA

(En caso de ser aprobado: Unanimidad o mayoría o grado de excelencia (**))

emitiéndose el calificativo final de

DIECINUEVE

(Letras)

19

(Números)

Siendo las 09:45 horas concluyó la sesión, firmando los miembros del Jurado.

Presidente: Mg. Ing. Fernando Aristides Saldaña Milla
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

Secretario: Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

Vocal: Mg. Ing. Luis Alberto Alva Reyes
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

(*) Desaprobado: 0-13; Aprobado: 14-20

(**) **Mayoría:** Dos miembros del jurado aprueban; **Unanimidad:** todos los miembros del jurado aprueban; **Grado de excelencia:** promedio 19 a 20



Acta de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis para obtener la Titulación Profesional

En la ciudad de Trujillo, a los 23 días del mes de abril del 2022, siendo las 09:00 horas se reunieron los miembros del Jurado designado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para evaluar la tesis de Titulación Profesional en

INGENIERIA CIVIL

(Indicar el Programa de Estudios)

Especialidad: _____
(De ser el caso)

mediante la Modalidad de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis de(1) (la)

Bachiller: RODRIGUEZ OLIVARES DEYVI JESUS
(Apellidos y Nombres)

quien desarrolló la Tesis Titulada:

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE TIERRA DIATOMEA CALCINADA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DENSIDAD DE TEJAS ARTESANALES”

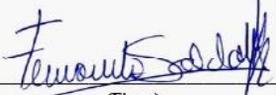
Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) mencionado(a) Bachiller fue

APROBADO por GRADO DE EXCELENCIA
(Aprobado o desaprobado (*)) (En caso de ser aprobado: Unanimidad o mayoría o grado de excelencia (**))

emitiéndose el calificativo final de DIECINUEVE 19
(Letras) (Números)

Siendo las 09:45 horas concluyó la sesión, firmando los miembros del Jurado.

Presidente: Mg. Ing. Fernando Aristides Saldaña Milla
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

Secretario: Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

Vocal: Mg. Ing. Luis Alberto Alva Reyes
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)



(Firma)

(*) Desaprobado: 0-13; Aprobado: 14-20

(**) Mayoría: Dos miembros del jurado aprueban; Unanimidad: todos los miembros del jurado aprueban; Grado de excelencia: promedio 19 a 20

**FORMULARIO DE CESIÓN DE DERECHOS PARA LA PUBLICACIÓN
DIGITAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Moche 02 de mayo del 2022

A: Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Nombres y apellidos de cada investigador (a):

Yo Nosotros (as) X

Br. Martínez Desposorio Herber Luis

Br. Rodríguez Olivares Deyvi Jesús

Autor (es) de la investigación titulada:

**INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE TIERRA DIATOMEA CALCINADA SOBRE
LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DENSIDAD DE TEJAS ARTESANALES**

Sustentada y aprobada el 23 de abril del 2022 para optar el Grado Académico/ Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CEDO LOS DERECHOS a la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI para publicar por plazo indefinido la versión digital de esta tesis en el repositorio institucional y otros, con los cuales la universidad firme convenio, consintiendo que cualquier tercero podrá acceder a dicha obra de manera gratuita pudiendo visualizarlas, revisarlas, imprimirlas y/o grabarlas siempre y cuando se respeten los derechos de autor y sea citada correctamente. En virtud de esta autorización, la universidad podrá reproducir mi tesis en cualquier tipo de soporte, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la tesis o trabajo de investigación es una creación de mi autoría o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultada(o)(s) a conceder la presente autorización y además declaro bajo juramento que dicha tesis no infringe los derechos de autor de terceras personas.

Asimismo, declaro que el CD-ROM que estoy entregando a la UCT, con el archivo en formato PDF y WORD (.docx), como parte del proceso de obtención del Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado.

Por ello, el tipo de acceso que autorizo es el siguiente: (Marcar con un aspa (x); una opción)

| Categoría de | Descripción del Acceso | Marcar con acceso | X |
|--------------|--|-------------------|---|
| ABIERTO | Es público y será posible consultar el texto completo. Se podrá visualizar, grabar e imprimir. | | x |
| RESTRINGIDO | Solo se publicará el abstract y registro del metadato con información básica. | | |

OPCIONAL – LICENCIA CREATIVE COMMONS.

Una licencia **Creative Commons** es un complemento a los derechos de autor que tiene como fin proteger una obra en la web. Si usted concede dicha licencia mantiene la titularidad y permite que otras personas puedan hacer uso de su obra, bajo las condiciones que usted determine.

No, deseo otorgar una licencia Creative Commons

Si, deseo otorgar una licencia Creative Commons

Si opta por otorgar la licencia Creative Commons, seleccione una opción de los siguientes permisos:

| | |
|---|-------------------------------------|
| CC-BY: Utilice la obra como desee, pero reconozca la autoría original. Permite el uso comercial. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| CC-BY-SA: Utilice la obra como desee, reconociendo la autoría. Permite el uso comercial del original y la obra derivada (traducción, adaptación, etc.), su distribución es bajo el mismo tipo de licencia. | <input type="checkbox"/> |
| CC-BY-ND: Utilice la obra sin realizar cambios, otorgando el reconocimiento de autoría. Permite el uso comercial o no comercial. | <input type="checkbox"/> |
| CC-BY-NC: Utilice la obra como desee, reconociendo la autoría y puede generar obra derivada sin la misma licencia del original. No permite el uso comercial. | <input type="checkbox"/> |
| CC-BY-NC-SA: Utilice la obra reconociendo la autoría. No permite el uso comercial de la obra original y derivada, pero la distribución de la nueva creación debe ser bajo el mismo | <input type="checkbox"/> |

CC-BY-NC-ND: Utilice y comparte la obra reconociendo la autoría. No permite cambiarla de forma alguna ni usarlas comercialmente.



Datos del investigador (a)

Nombres y Apellidos: Herber Luis Martínez Desposorio

DNI: 73813445

Teléfono celular: 970548213

Email: herber.martinez@uct.edu.pe



Firma

Datos del investigador (a)

Nombres y Apellidos: Deyvi Jesús Rodríguez Olivares

DNI: 71297937

Teléfono celular: 910327786

Email: deyvi.rodriguez@uct.edu.pe



Firma

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Rector

Dra. Silvia Valverde Zavaleta

Vicerrectora Académica

Dr. Carlos Alfredo Cerna Muñoz PhD.

Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri

Gerente de Desarrollo Institucional

Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos

Gerente de Administración y Finanzas

Mg. José Andrés Cruzado Albarrán

Secretario General

APROBACION DEL ASESOR

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “Influencia del Porcentaje de Tierra Diatomea Calcinada sobre la Resistencia a la Flexión y Densidad de Tejas Artesanales” desarrollada por los bachilleres Herber Luis Martínez Desposorio y Deyvi Jesús Rodríguez Olivares con DNI 73813445 y DNI 71297937 respectivamente, egresados del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

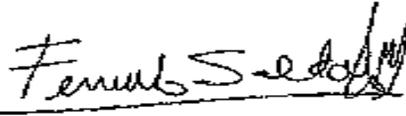
Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



FIRMA DIGITAL

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

PAGINA DE JURADO



Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

PRESIDENTE



Mg. John Piter Bejarano Guevara

SECRETARIO



Mg. Luis Alberto Alva Reyes

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios.

Por guiarme en cada paso de mi vida y estar presente en los momentos más difíciles de esta larga carrera, que es mi profesión. Sin él nada hubiera sido posible.

A mis padres.

Por brindarme todo su apoyo y su fuerza para seguir adelante, demostrándome su afecto y compañía a lo largo de mi trayecto como estudiante, además por ser mi ejemplo a seguir, aconsejándome para no darme por vencido y enseñarme que todo es posible con perseverancia y esfuerzo.

En general.

Va dirigido a todas esas personas que brindaron su apoyo, familiares, amigos, docentes, asesores y compañeros. Gracias a todos ellos que confiaron en mis capacidades y siempre estuvieron ahí para apoyarme, ya que todos cooperaron de alguna manera para poder realizar este proyecto.

MARTÍNEZ DESPOSORIO, HERBER

Autor

DEDICATORIA

A mi madre.

Principalmente este trabajo de investigación va a dedicado a mi madre, por ser el pilar que me ayudo a poder alcanzar esta meta planteada, por apoyarme día a día, por guiarme por el camino correcto, por ser mi ejemplo a seguir, por aconsejarme y brindarme su confianza que fue necesario para seguir “en pie” en el transcurso de la carrera.

A mi mamita

mi mamita, por brindarme su apoyo emocional, económico y ayudando en mi formación como persona, basándose en “tropezones” que ella paso; así mismo me demostró que con perseverancia y calma todo es posible, sin importar los altos y bajos que puedan existir.

En general.

Así mismo va dirigido para todas esas personas que brindaron su apoyo, amigos, docentes, asesores y compañeros. Gracias a todos ellos, ya que todos cooperaron de alguna manera para poder realizar este proyecto.

RODRÍGUEZ OLIVARES, DEYVI

Autor

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad, amor y sabiduría a lo largo de nuestra formación académica como profesionales.

A nuestros padres, por ser fuente de enseñanza y guía constante en nuestros caminos por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, y por la motivación constante que nos permitieron ser personas de bien, pero más que nada, por su amor y comprensión brindada.

A nuestros docentes, por compartir con nosotros sus conocimientos y experiencias y en especial a nuestro asesor Luis Alberto Alva Reyes por ser un gran mentor, por su paciencia y sabiduría impartida a lo largo de nuestra carrera.

Martínez Desposorio, Herber

Rodríguez Olivares, Deyvi

Los Autores

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Herber Luis Martínez Desposorio con DNI 73813445 y Deyvi Jesús Rodríguez Olivares con DNI 71297937, egresados del Programa de Estudios de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura , para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: “Influencia del Porcentaje de Tierra Diatomea Calcinada sobre la Resistencia a la Flexión y Densidad de Tejas Artesanales”, el cual consta de un total de 98 páginas, en las que se incluye 20 tablas y 08 figuras, más un total de 24 páginas en apéndices y/o anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento, corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 11 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.



DNI: 73813445



DNI 71297937

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| <i>AUTORIDADES UNIVERSITARIAS</i> | 2 |
| <i>APROBACION DEL ASESOR</i> | 8 |
| <i>PAGINA DE JURADO</i> | 9 |
| <i>DEDICATORIA</i> | 10 |
| <i>DEDICATORIA</i> | 11 |
| <i>AGRADECIMIENTO</i> | 12 |
| <i>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</i> | 13 |
| I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 22 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 22 |
| 1.2. Formulación del problema | 24 |
| <i>1.2.1. Problema general</i> | 24 |
| <i>1.2.2. Problemas específicos</i> | 24 |
| 1.3. Formulación de objetivos | 24 |
| <i>1.3.1. Objetivo general</i> | 24 |
| <i>1.3.2. Objetivos específicos</i> | 24 |
| 1.4. Justificación de la investigación | 24 |
| II. MARCO TEÓRICO | 26 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 26 |
| 2.2. Bases teórico científicas | 29 |
| <i>2.2.1. Tejas</i> | 29 |
| <i>2.2.1.1.1. Otras funciones constructivas.</i> | 32 |
| 2.2.1.2. Materiales de fabricación. | 33 |
| 2.2.1.3. Tipos. | 36 |
| 2.2.1.4. Fabricación. | 37 |
| 2.2.1.5. Materia Prima. | 37 |
| <i>2.2.2. Tierra de diatomea</i> | 39 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.2.2.1. | Definición. | 39 |
| 2.2.2.2. | Composición química. | 40 |
| 2.2.2.3. | Aplicaciones. | 41 |
| 2.2.2.4. | Según su origen. | 41 |
| 2.2.2.5. | Empleamiento. | 42 |
| 2.2.2.6. | Como funciona. | 44 |
| 2.2.2.7. | Tipos. | 45 |
| 2.2.2.7.1. | <i>Diatomea no calcinada.</i> | 45 |
| 2.2.2.7.2. | <i>Diatomea calcinada.</i> | 45 |
| 2.2.3. | Densidad | 46 |
| 2.2.3.1. | Definición. | 46 |
| 2.2.3.2. | Tipos de densidad. | 47 |
| 2.2.3.3. | Normativa. ASTM D7263 – 21 | 48 |
| 2.2.3.4. | Método de estudio. | 49 |
| 2.2.4. | Resistencia a la flexión | 49 |
| 2.2.4.1. | Definición. | 49 |
| 2.2.4.2. | Normativa. | 50 |
| 2.2.4.3. | Método de estudio. | 50 |
| 2.2.4.4. | Equipo de medición. | 51 |
| 2.3. | Definición de Términos básicos | 51 |
| 2.3.1. | <i>Teja</i> | 51 |
| 2.3.2. | <i>Tierra de Diatomea</i> | 51 |
| 2.3.3. | <i>Densidad</i> | 51 |
| 2.3.4. | <i>Resistencia a la Flexión</i> | 51 |
| 2.4. | Formulación de Hipótesis | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.1. <i>Hipótesis general</i> | 52 |
| 2.4.2. <i>Hipótesis específicas</i> | 52 |
| III. METODOLOGÍA | 54 |
| 3.1. Tipo de investigación | 54 |
| 3.2. Diseño de investigación | 54 |
| 3.3. Población y Muestra | 54 |
| 3.3.1. <i>Población</i> | 54 |
| 3.3.2. <i>Muestra</i> | 54 |
| 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos a pasado todo | 55 |
| 3.5. Métodos y técnica de recolección de datos todo a furo | 55 |
| 3.6. Ética Investigativa | 58 |
| IV. RESULTADOS | 59 |
| 4.1. Presentación y Análisis de resultados | 59 |
| 4.2. Prueba de hipótesis | 65 |
| 4.2.1. Determinación el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión con respecto a las tejas artesanales..... | 65 |
| 4.2.2. Determinación del porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales..... | 66 |
| 4.2.3. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión en la fabricación de tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tierra diatomea calcinada. | 67 |
| 4.2.4. Análisis de la variación de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada es directamente proporcional..... | 68 |
| V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS | 73 |
| 5.1. Conclusiones | 73 |
| 5.2. <i>Sugerencias</i> | 74 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 75 |

| | |
|---|------------|
| VI. ANEXOS..... | 80 |
| ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 81 |
| ANEXO N° 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO | 83 |
| ANEXO N° 3: ANALISIS ESTADISTICO CON SPSS..... | 88 |
| ANEXO N° 4: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS..... | 96 |
| ANEXO N° 5: ENSAYOS EXPERIMENTALES..... | 99 |
| ANEXO N° 6: RESULTADO TURNITIN | 104 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 01 Diatomeas fósiles | 39 |
| Figura 02 Tierra de diatomea como control de plagas..... | 43 |
| Figura 03 Diagrama de flujo de proceso..... | 57 |
| Figura 04 Grafica de resistencia a la flexión promedio de todos los porcentajes analizados..... | 60 |
| Figura 05 Grafica de densidad con diferentes porcentajes de tdc..... | 62 |
| Figura 06 Variación de la resistencia a la flexión de las Tejas con diferentes porcentajes de tdc | 63 |
| Figura 07 Variación de la Densidad de las Tejas con diferentes porcentajes de tdc | 64 |
| Figura 08 Comparación entre R. Flexión Densidad de las Tejas con diferentes porcentajes de tdc | 65 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| Tabla 01 Operacionalización de Variables..... | 53 |
| Tabla 02 Número de muestras de tejas..... | 55 |
| Tabla 03 Resistencia a la flexión con diferentes porcentajes de tdc | 59 |
| Tabla 04 Densidad con diferentes porcentajes de tdc | 61 |
| Tabla 05 ANOVA para el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión con respecto a las tejas artesanales | 66 |
| Tabla 06 ANOVA para el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales..... | 67 |
| Tabla 07 Prueba de Tukey (medias) para la variación de la resistencia a la flexión en la fabricación de tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tdc. | 68 |
| Tabla 08 Prueba de Tukey (medias) para la variación de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tdc es directamente proporcional..... | 69 |
| Tabla 09 Análisis de precios Unitarios 0%..... | 92 |
| Tabla 10 Análisis de precios Unitarios 5%..... | 92 |
| Tabla 11 Análisis de precios Unitarios 10%..... | 93 |
| Tabla 12 Análisis de precios Unitarios 15%..... | 93 |
| Tabla 13 Ensayo a la flexión 0%..... | 95 |
| Tabla 14 Ensayo a la flexión 5%..... | 95 |
| Tabla 15 Ensayo a la flexión 10%..... | 96 |
| Tabla 16 Ensayo a la flexión 15%..... | 96 |
| Tabla 17 Ensayo de densidad 0%..... | 97 |
| Tabla 18 Ensayo de densidad 5%..... | 97 |
| Tabla 19 Ensayo de densidad 10%..... | 98 |
| Tabla 20 Ensayo de densidad 15%..... | 98 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la Influencia del Porcentaje de Tierra Diatomea Calcinada sobre la Resistencia a la Flexión y Densidad de Tejas. Para cumplir del proyecto se elaboraron 120 probetas (tejas) con una dimensión de 44 x 22 x 1 cm, en cuatro (04) grupos de 15, cada uno con diferente porcentaje de tierra diatomea calcinada (0, 5, 10 y 15 %). Primeramente, se realizó el proceso de calcinación de la diatomea a 750 °C y su tamizado por la malla N°50.

Una vez tamizado, se procedió a elaborar las tejas reemplazando a la greda (tipo de arcilla) para posteriormente enviar las tejas elaboradas a un horno artesanal para darles mayor resistencia. Luego se procedió a determinar el ensayo de resistencia a la flexión con ayuda de una prensa hidráulica, los datos obtenidos experimentalmente fueron anotados para posteriormente analizarlos y compararlos entre los diferentes porcentajes.

Llegando a la conclusión que al reemplazar el 5% de la arcilla (greda) por tierra diatomea calcinada se obtiene una resistencia a la flexión aceptable (119 PSI o 8.3857 kgf/cm²), la cual supera al grupo control, además, de que también al reemplazar el 5% se logra disminuir la densidad de la teja artesanal dando un resultado de 2.15 g/cm³ siendo la segunda menor en comparación con el grupo control la cual registro una densidad de 2.27 g/cm³.

Palabras claves: Diatomea calcinada, Teja, Resistencia a la flexión, Densidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the Influence of the Percentage of Calcined Diatomaceous Earth on the Flexural Strength and Density of Roof Tiles. To fulfill the project, 120 specimens (tiles) with a dimension of 44 x 22 x 1 cm were made, in four (04) groups of 15, each with a different percentage of calcined diatomaceous earth (0, 5, 10 and 15%). Firstly, the calcination process of the diatom was carried out at 750 °C and its sifting through the N°50 mesh.

Once sifted, the tiles were made, replacing the clay (type of clay) to later send the tiles to an artisan oven to give them greater resistance. Then the flexural strength test was determined with the help of a hydraulic press, the data obtained experimentally were recorded for later analysis and comparison between the different percentages.

Reaching the conclusion that by replacing 5% of the clay (chalk) with calcined diatomaceous earth, an acceptable flexural strength is obtained (119 PSI or 8.3857 kgf/cm²), which exceeds the control group, in addition, that it also by replacing 5%, the density of the artisan tile is reduced, giving a result of 2.15 g/cm³, being the second lowest compared to the control group, which recorded a density of 2.27 g/cm³.

Keywords: Calcined diatom, Tile, Flexural strength, Density.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En nuestra región, América Latina, de las posibilidades económicas que tenga una familia dependerá los materiales con los que se construirá el hogar en donde ellos vivirán. Las condiciones de una vivienda hacen repercutir de manera directa sobre la salud, ya sea mental como también física de sus ocupantes. De esta manera se puede decir que las personas que cuentan con un nivel económico menor serán propensas a tener mayores posibilidades de vivir en peores condiciones de vida lo que daría como resultado una peor salud. Sabiendo además que la función principal de una vivienda, es la de proteger a sus ocupantes y lograr garantizar seguridad ante algún evento climático ya sea frío, calor o lluvia.(Novoa et al., 2014)

Ya en los últimos años, en los países como Chile, Perú y también México se han aumentado los esfuerzos para poder incrementar de manera sustancial la ejecución de viviendas a un costo considerablemente bajo y con materiales económicos. Siendo así que, en nuestra región el ladrillo de arcilla es el material más comúnmente empleado, pero no el único, donde el adobe para los muros y las tejas para el techo también juegan un papel importante en esta sociedad. Es en este punto donde encontramos que la teja es la opción más económicamente viable, pero con un problema importante el cual es su considerable peso. Es por este motivo que se suele reemplazar con calamina la cual en un principio elimina considerablemente el factor peso, pero a su vez tiene su vida útil más corta. (Carrillo, Alcoser y Aparador, 2013)

De la misma manera se sabe que en el Perú encontramos una gran cantidad de viviendas con las características antes mencionadas en los puntos más rurales del territorio nacional. Según el censo realizado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística) en el año 2017, más de 2 millones 148 mil 494 viviendas tiene como material predominante en su estructura el adobe o tapia. Estas viviendas que en su mayoría son a dos aguas y que principalmente usan como techo la calamina y/o tejas están principalmente concentradas en las zonas de la parte sierra del territorio, donde la falta de recursos económicos impulsa a la población a recurrir a materiales de construcción más accesibles, siendo estos extraídos directamente de la tierra por su fácil elaboración.(INEI, 2017b)

Así mismo, en la región la libertad, más específicamente en la zona de la sierra, el adobe o tapia, la calamina y la teja son los materiales que más predomina debido a su menor costo. Recabando datos del INEI en el año 2017, en esta región tanto en la costa como en la sierra existen 228 792 viviendas construidas a base de estos materiales antes mencionados, al mismo tiempo también se registra que existen 16 585 viviendas las cuales tiene como base estructural la quincha (caña con barro) siendo estas dos juntas superiores a la cantidad de viviendas de ladrillo, las cuales según el censo del 2017 dan un número de 203 065 viviendas de este tipo. Gracias a estos datos podemos entender que el uso del adobe, la teja y la calamina son los materiales de mayor uso en la región, pero a su vez que cada uno presenta ventajas y desventajas frente a los demás.(INEI, 2017a)

Conociendo el tipo de material predominante en las viviendas de la región (sierra y costa) Podemos decir que las planchas de calamina y las tejas de arcilla son los materiales más económicos los cuales ocupan 144 285 viviendas según el INEI en el año 2017. La calamina por si sola es barata y por mucho más ligera que la teja convencional, pero su durabilidad dependerá de la zona en donde esta se use. En la sierra, las condiciones meteorológicas son más duras en comparación a la costa, lo cual hace que la calamina se oxide mucho más rápido por la lluvia, además que genera un gasto constante en su mantenimiento y reemplazo. Otro punto negativo de esta es su contaminación acústica ya que al ser un material más ligero genera mucha vibración con el correr del aire.(INEI, 2017a)

Por otro lado, la Teja es un elemento más resistente que la calamina y que no genera contaminación acústica ya que las vibraciones que recibe por el aire son nulas, al mismo tiempo que también es un material económico. Un punto negativo que tiene este material es que por la estructura que tiene genera un peso considerable que al sumarlo con el techo de una vivienda precaria hace que esta alternativa sea utilizada en viviendas que la resistan. (Farías at al., 2017). Es en este punto donde la fabricación de una teja usando tierra de diatomeas como árido reciclado la haría considerablemente más ligera, pero sin perder propiedades que tiene una teja de arcilla convencional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de tejas artesanales?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de tierras diatomea calcinada con el que se obtendrá una resistencia a la flexión igual a las tejas artesanales?
- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales?
- ¿Cómo varía la resistencia a la flexión en la fabricación de las tejas artesanales con respecto a las tejas artesanales con porcentaje de tierra diatomea calcinada?
- ¿Cómo varía la densidad en la fabricación de las tejas artesanales con respecto a las tejas artesanales con porcentaje de tierra diatomea calcinada?

1.3. Formulación de objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión en las tejas artesanales.
- Determinar el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales.
- Analizar la variación de la resistencia a la flexión de las tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.
- Analizar la variación de densidad de las tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.

1.4. Justificación de la investigación

La teja de arcilla es un material utilizado como recubrimiento de techos muy empleado en la sierra de nuestro país, el cual por su fácil método de fabricación artesanal genera una protección contra las precipitaciones que por lo general son más intensas en

esas zonas, el problema recurre en que la mayoría de las viviendas de esta parte del país los materiales con los que están edificados son por lo general tapiales y el adobe, además de estar apoyados por vigas de madera que por su capacidad de soporte no permiten que se implemente el recubrimiento de tejas de arcilla. Teniendo este problema es que la población opta por la implementación en sus viviendas de calaminas metálicas las cuales son más ligeras, pero a su vez más susceptibles a las temperaturas y a las fuertes ráfagas de viento que en la mayoría de los casos las desprenden de sus bases y se las llevan volando.

Es por este motivo que la implementación de unas tejas con características más ligeras sería la solución ideal que podría sustituir el uso de calaminas metálicas y resolver todos los problemas anteriormente mencionados, de manera que para lograr este objetivo se determinó en este estudio que el uso de la tierra de diatomea como agregado parcial en la fabricación de tejas de arcilla logra modificar de manera porcentual las propiedades que tiene las tejas convencionales disminuyendo así su densidad aparente y a su vez manteniendo su resistencia a la flexión.

La tierra de diatomeas es un mineral extradió de la diatomita la cual es una roca sedimentaria con características silíceas formadas a lo largo del tiempo por la acumulación de fósiles en mares y en lagos; de manera que este material tiene diferentes usos, los cuales van desde la industria alimenticia como también en la industria agrícola. Una de las fuentes más comunes de obtener este material en nuestras ciudades es la industria cervecera la cual genera cantidades relativamente grandes de desechos de este material los cuales una vez empleados son desechados ya que pierden su utilidad para este rubro, es en este punto donde ponemos la propuesta de reciclaje o reutilización de este material.

De manera que esta investigación tiene una connotación social y ambiental la reutilización de este material de desecho para fabricar tejas más ligeras que favorezcan a las poblaciones con viviendas más humildes en la sierra de nuestro país. A su vez como connotación económica da una vida más larga al recubrimiento de techo lo que genera un ahorro en la familia a largo plazo y con respecto a la connotación tecnológica es una manera novedosa de implementar desechos industriales reciclados para generar nuevas alternativas de solución a problemas que se viven en la sierra de nuestro país.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Mateo et al. (2016) Presenta en España una investigación titulada “Preliminary study of the use of spent diatomaceous earth from the brewing industry in clay matrix bricks” en donde se ejecutó un estudio sobre el efecto que tiene la tierra diatomea calcinada en las propiedades de los ladrillos de arcilla cerámica, es por esta razón que se propuso reemplazar en 1-5% de arcilla respecto al peso, de esta manera se determinó que la reducción de la densidad aparente fue de 6 y 12% con respecto al control, lo que la hace tener buenas características de aislamiento, además de que la incorporación de diatomea aumenta la absorción de agua entre el rango de 4 y 31% y por último que la resistencia a la compresión disminuye entre 12 y 26%.

Amin et al. (2018) Realizaron en Malaysia una investigación titulada “Incorporation of waste materials in the manufacture of masonry bricks: An update review” en donde se realizó una investigación acerca de los diferentes tipos de materiales reciclables para la producción de ladrillos de arcilla con la finalidad de reutilizar estos materiales de desecho y proteger el medio ambiente, por este motivo se recopilaron las investigaciones más actuales para luego agruparlas en dos ramas (en las que se emplea el fuego y en las que no); como resultado se logró demostrar el gran potencial con el que cuentan los elementos de desecho para el reemplazo ya sea total o parcial de los materiales que componen un ladrillo convencional, todo esto siguiendo las normas establecidas de calidad.

Galán et al. (2017) Ejecuto una investigación en España titulada “Evaluation of spent diatomite incorporation in clay based materials for lightweight bricks processing” en donde se realizó un estudio del empleo de desechos de tierra de diatomea de dos tipos: el primero de la elaboración cerveza y el segundo del refinado de aceite vegetal con el objetivo de reemplazo por el 3-10% del peso en la fabricación de ladrillos; así mismo, con los residuos mencionados se obtuvieron tres temperaturas de cocción de 850, 950 y 1050 ° C de arcilla mejorada. Como resultado se mostró que los elementos agregados se pueden considerar como nutrientes tecnológicos que mejoran el proceso que se tiende de secado,

de esta forma se aumentó la porosidad en las piezas cocidas y se disminuyó la densidad aparente en 10%.

Escalera et al. (2016) Realizó una investigación en Suecia titulada “The production of porous brick material from diatomaceous earth and Brazil nut shell ash” en donde se procedió a mezclar tierra diatomea con la nuez de Brasil calcinada en proporciones de 0-30% respecto al peso del ladrillo y fundirlas a temperaturas de 750 y 950 ° C, de tal manera que se determinó que la incorporación de ceniza de nuez de Brasil genera ladrillos ligeros y más porosos con resistencia aceptable; en conclusión, la mezcla al 10% a una temperatura de 850 ° C de fundición con respecto al peso de la ceniza y la tierra diatomea demostró una porosidad de 49% , una densidad aprox de 1.06 g/cm³ y por ultimo una resistencia a la compresión de 8.5 MPa.

De Silva y Sarangi (2017) Presentaron en Sri Lanka una investigación titulada “Effect of waste rice husk ash on structural, thermal and run-off properties of clay roof tiles” en donde se elaboró un estudio con ceniza de cáscara de arroz como reemplazo parcial de arcilla (0%, 5%, 10%, 15% y 20%) en la fabricación de tejas, para así poder determinar los efectos que produce la ceniza de cascarilla de arroz en la propiedades de las tejas de barro, de tal manera que con el 10% se obtuvo mejoras significativas en el ensayo de rotura transversal dando un porcentaje de 45,97%, además de una reducción en la densidad aparente; así mismo, el porcentaje de 15% hace más porosa la teja de arcilla, mientras que con el 20% las propiedades no se ven afectadas con respecto al grupo control. En conclusión, se determinó que la proporción indicada es el 10% la cual tiene un pH de 7.22 y una escorrentía de 118,67 mg/L.

De Silva y Mallwattha (2018) Ejecutaro una investigación en Sri Lanka titulada “Strength, durability, thermal and run-off properties of fired clay roof tiles incorporated with ceramic sludge” en donde se realizó un estudio del lodo cerámico como remplazo parcial (0%, 10%, 15%, 20%, 25%) con respecto al peso de la arcilla en las tejas, teniendo como finalidad de estudio determinar la resistencia, la durabilidad y la escorrentía, presentando así como resultado que al 20% del reemplazo la resistencia a la ruptura fue la más adecuada, al mismo tiempo dicho porcentaje demuestra una absorción de agua y penetración dentro del estándar. Concluyendo así que el porcentaje más óptimo de lodo

cerámico en la arcilla de las tejas es del 20% ya que demostró tener buenas propiedades estructurales y a su vez cumple con los estándares mínimos.

Akhtar, Hattamleh y Akhtar (2017) Realizaron una investigación en Arabia Saudí titulada “Feasibility of coal fly ash based bricks and roof tiles as construction materials: a review” en donde se realizó un estudio sobre el uso de cenizas volantes de carbón como reemplazo parcial de arcilla en la elaboración de ladrillos y tejas , esta información fue tomada de diferentes investigaciones, de manera que se pudo determinar cuál es la influencia real que tiene el agregar la ceniza volante de carbón en la fabricación de ladrillos y las tejas de arcilla, concluyendo que al agregar este nuevo elemento a la mezcla según los estudios recopilados se determinó que la resistencia de estos materiales modificados es similar a los grupos control, siendo así que la mayor parte de las investigaciones recopiladas basan sus resultados en la prueba de resistencia y no en la durabilidad.

Aagani y De Silva (2019) Presentaron en Sri Lanka una investigación titulada “Enhancement of the structural properties of fired clay roof tiles with waste rice husk ash and ceramic sludge” en donde se realizó un estudio evaluando la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la elaboración de tejas a base de arcilla (5%, 10%, 15%) , al mismo tiempo que también se evaluó el uso de lodo cerámico (10%, 15%, 20%, 25%), de manera que se determinó que el uso de ceniza de cáscara de arroz y de lodo cerámico en la elaboración de tejas proveen ventajas en la elaboración industrial de las mismas haciéndolas más livianas y brindándoles una alta resistencia, al mismo tiempo que genera un bajo costo de producción y reutiliza desechos industriales.

Safeer et al. (2017) Ejecutaron en Pakistán una investigación titulada “Production of Sustainable Clay Bricks using Waste Fly Ash: Mechanical and Durability Properties” en donde se realizó un estudio acerca del empleamiento de ceniza derivado del carbón para la elaboración de ladrillos de arcilla con un reemplazo de 0-25% respecto a la arcilla. En conclusión, se obtuvo una resistencia considerable al 20% del reemplazo, cumpliendo así con los requisitos mínimos que están establecidos en el código de construcciones de Pakistán y teniendo una elaboración sostenible y económica en la elaboración de los ladrillos de arcilla.

Syed et al. (2017) Realizaron una investigación en Pakistán titulada “Thermal performance enhancement of eco-friendly bricks incorporating agro-wastes” en donde se realizó un estudio acerca de la incorporación de desechos agrícolas a escala industrial en la elaboración de ladrillos de arcilla, de manera que para lograr esto se empleó ceniza de caña de azúcar y ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes de 5%, 10%, y 15% respecto al peso de la arcilla, demostrando así que el porcentaje óptimo de reemplazo fue del 15% en ambos desechos agrícolas presentando un aumento de porosidad y una considerable disminución térmica en 31% y 29% . Concluyendo de esta forma que su empleabilidad favorece a un bajo costo y una eficiencia respecto a la construcción.

Romina et al. (2017) Presentaron en España una investigación titulada “Effects of Wastes from the Brewing Industry in Lightweight Aggregates Manufactured with Clay for Green Roofs” en donde se realizó un estudio sobre los efectos del empleo de lodos de agua residuales , bagazo y tierras de diatomeas incorporándolas en la arcilla para así poder registrar sus características, de manera que se determinó que al agregar estos elementos a la arcilla se obtuvo una baja densidad aparente, al mismo tiempo de logro tener una mayor absorción de agua y un aumento en la porosidad, dando así como conclusión que estas mezclas tienen propiedades aislantes significativas.

2.2. Bases teórico científicas

2.2.1. Tejas

Definición. Se puede decir que la teja de barro viene a ser una pieza de barro hecha con una forma de canal la cual es usada principalmente para cubrir los exteriores de los techos de las viviendas con la finalidad de no permite el ingreso de agua de lluvia en el interior, de forma que permite que el líquido fluya sobre ella, estas pueden ser planas o curvas y principalmente están hechas de tierra arcillosa que mezcladas con arena y cocinadas se endurecen. (García Núñez, 2019) En las épocas de la colonia era utilizada en la gran parte de todas las conducciones, lo que ha permitido que formen parte de la identidad de muchas sociedades y que generalmente la emplean en algunas construcciones con su uso original mientras que en otras solamente con un uso estético.

En la actualidad existen diferentes modelos o tipos de tejas, estas varían tanto en su forma como también en el material en el que están hechos, de manera que estas pueden ser tanto tejas árabes, españolas, tejas coloniales, tejas morunas, tejas lomadas, tejas de media caña, tejas alomada o simplemente tejas comunes. Una característica importante de la teja es su forma ya que dependiendo de esta se puede definir, siendo principalmente las más comunes las de paraboloides hiperbólico, que se le puede definir como una superficie engendrada que se da por el desplazamiento de una parábola generatriz la cual se desliza de manera paralelamente sobre si misma a lo largo de otra parábola directriz lo que genera una curvatura que es opuesta y la cual está situada en un plano simétrico. (García Bastida, 2018)

Así mismo, existen tejas de barro de diferentes tamaños y modelos que se adaptan al tipo de construcción que deseemos lo que nos ayuda de una a otra manera a impermeabilizar las cubiertas de los techos y así evitar la filtración de agua de las lluvias al mismo tiempo de logra cubrir del sol lo que genera un poco absorción de calor a la edificación lo que proporciona al edificio un acabado excelente dándole un toque de elegancia teniendo el único inconveniente de que la teja tiene posee un peso elevado y a su vez posee un considerable peso.

Historia. El origen de la palabra cerámica se remonta al griego Keramiké, el cual significa sustancia quemada. Es así que la teja cerámica es uno de los materiales cuyos orígenes se inician en la antigüedad ya que poseen cualidades muy especiales de conservación que se reflejan en muestras encontradas en china las cuales tiene una data de más de 2000 años y que como sabemos en esas épocas su fabricación era manual como en el día de hoy también, habiendo variaciones las cuales se dan por avances también como los de las plantas industriales. (“La Cubierta”, 2018)

Hace 3000 años a.C; La cultura romana orientada en los conocimientos chinos de tejados hechos a base de bambú cortado los cuales poseían formas cónicas y que se instalaban en bloques unas encima de otras de manera que se evitaba el deslizamiento para luego a partir de estos modelos poder realizar la teja convencional de cerámica que es el modelo más antiguo del cual tenemos registro la cual esta

combinada con una sección plana llamada Tégula y otra parte la cual era redonda denominada Imbrix, cuyas posiciones darán precedentes para el origen de las tejas de estilo romano y con el paso del tiempo originaran las de tipo mixto, al mismo tiempo la teja de origen romano tendría una convivencia histórica con las de diseño curvo o también llamadas tejas árabes de la cual tendría una variación en la edad media llamadas tejas de tipo monja y las de tipo monje. (“La Cubierta”, 2018)

Ya en el siglo V de nuestra era, en la Europa central se originaría el tipo de teja de característica lisa hecha de cerámica las cuales tendrían una inspiración en las tejas fabricadas de pizarra y de piedra respectivamente. (“La Cubierta”, 2018) Este nuevo diseño lograría adaptarse de manera más eficiente a los tejados que poseen pendientes muy pronunciadas los cuales serían ideales para climas donde hubiera más lluvia, además de que evita la estanquidad de agua esto debido a la pendiente como se mencionó anteriormente permitiendo así un drenaje más eficiente.

Actualmente estos tipos de tejas han sido perfeccionados con el paso del tiempo, hasta el punto de superar a la tradicional teja de barro, ya que ahora existen diferentes modelos, colores y hasta textura brindando una gran gama de opciones, además de implementar nuevos factores agregados que las tejas antiguas no posean, como la facilidad de colocación, una mayor durabilidad y un precio considerablemente más bajo. Tal es el grado de desarrollo que el modelo más reciente el cual es la teja de concreto ha invadido los mercados de Inglaterra, Europa, Estados Unidos y Australia, en los cuales las ventas de estos representan el 50% y hasta un 90% de la participación en comparación a las tejas de estilo tradicional como es la de barro y arcilla. (García Núñez, 2019)

En los países asiáticos como Japón y China también está siendo influenciada por esta nueva tecnología ya que como sabemos tradicionalmente desde épocas antiguas el barro ha sido de gran importancia en el desarrollo de estas culturas de las cuales, la teja ha sido su principal material que usaban para decorar y darle un toque de modernidad a sus edificaciones. (García Núñez, 2019) Sabiendo eso podemos decir que tienen un papel importante hasta la actualidad por lo que se sigue manteniendo ya que posee un gran valor cultural hasta nuestros días.

Función. En términos generales la función básica de una teja consiste en brindar protección de estanqueidad de las cubiertas frente a precipitaciones extremas, cubriendo de esta manera edificaciones y permitiendo que se genere escurrimiento del agua de lluvia, además de proporcionar una protección de aislación térmica y a su vez acústica, generando una medida resistente capaz de soportar heladas, fuertes vientos y hasta fuego lo que la hace a su vez genera una ventilación eficiente.

La composición y su posterior agrupamiento de las tejas puede variar según el tipo de techo o cubierta en la cual se quiera aplicar. Dejando así en claro las funciones que desempeña la teja en general la cual actúa como un tejado trabajando todo en conjunto. (García Bastida, 2018)

2.2.1.1.1. Otras funciones constructivas.

Las tejas en general han tenido diferentes usos en las edificaciones, siendo la principal función la de dirigir el agua de lluvias hacia un punto de drenaje, por ejemplo:

Formando cañerías de desagüe: Se la puede denominar de dos diferentes formas, las cuales van desde la simple que comprende la ubicación de tejas de manera vertical con forma de cañería y la de doble teja la cual también se encarga de dirigir el agua de forma vertical hasta evacuarla. (García Bastida, 2018)

En condición Abierta: Se caracteriza por tener la forma de un canal abierto de jardinería. (García Bastida, 2018) Esta facilita el riego de las áreas verdes y a su vez proporciona un ambiente elegante al jardín.

Formando Cadenas de Agua: Se le llaman cadenas de agua a la técnica medieval en la que consisten en la ubicación de un canal abierto con la diferencia de que este se encuentra a una cierta altura y el agua que pasa por ella desciende hasta su destino, este diseño de jardinería es de tipo manierista y barroca de estilo italiano. A su vez también fue empleada por la escuela francesa de jardinería. (García Bastida, 2018)

Cumpliendo la función de gárgolas: Sabemos que las tejas son adecuadas para cumplir la función de evacuar remanentes de lluvia en los edificios de manera

que en se emplea en algunas ocasiones como gárgolas o también denominadas cañones. (García Bastida, 2018) De manera que el agua es expulsada a una distancia considerable de la pared, para así evitar cualquier tipo de patología que afecte al muro.

Como canaletas de desagüe en fachadas: Es una manera muy creativa la cual consiste en la colocación de unas canaletas en la parte exterior de una edificación hechas con tejas las cuales permiten conducir el agua desde lo más alto de una vivienda hasta el exterior defendiendo en forma de zigzag. (García Bastida, 2018)

Como coronación o revestimiento de muros: Consiste en colocar de manera horizontal las tejas de forma que así rematamos la hilera final generando una protección de contrafuerte y evitando que el agua penetre. (García Bastida, 2018) Este es uno de los métodos de uso interesantes para la teja ya que no solamente protege los muros, sino que le da un toque diferente y elegante.

Como Sombrerete de chimeneas: Logra impedir que entre agua de lluvia o también nieve al conducto de ventilación de la chimenea, permitiendo de esta forma mantener la salida de humo constante.

2.2.1.2. Materiales de fabricación.

Entre los diferentes materiales con lo cual se han elaborado las tejas tenemos los siguientes:

Tejas Metálicas

Usadas principalmente en los países ubicados al Norte, esto se debe a su gran utilidad contra la caída de granizo. (Chávez Rojas, 2014) Ya que las condiciones climáticas en esos países son más fuertes lo que la teja tradicional no es tan eficiente.

Tejas de acero gavillado Dreca

Esta está constituida por un alma hecho de acero en su estructura de característica ultraliviana la cual se encuentra revestida de una capa fina de roca y sellada a su vez con un recubrimiento de composición acrílica. Además de que el

color esta fusionado con la incorporación de la gravilla lo que nos asegura una resistencia con el paso del tiempo a su vez que soporta condiciones térmicas altas lo que la protege de la corrosión. Posee un peso de 7kg/m² lo que permite que no se necesite una estructura de soporte especial. (Chávez Rojas, 2014)

Tejas de cobre

Las tejas de cobre tienen la particularidad de brindar una gama de colores en su cubierta excelente esto se debe a las diferentes tonalidades que este material puede adquirir con el pasar del tiempo o a su vez por productos que se le puede aplicar para obtener el color deseado, de manera que las tonalidades van desde un rasado Salmon, también un también color chocolate marrón o el típico verde agua característico de las cubiertas de cobre antiguas. (Chávez Rojas, 2014)

Tejas de Vidrio

Estas son principalmente empeladas para brindar iluminación en galerías, talleres o habitaciones, con la particularidad de que reproduce el diseño de la teja de barro francesa y se puede emplear como una teja común. La cantidad de iluminación que esta teja permite proveer es del 87% y su peso va desde los 40 hasta los 60 kg/m². (Chávez Rojas, 2014)

Tejas asfálticas

Se caracterizan por ser de una fácil instalación en cualquier tipo de superficie ya que estas se adhieren a través de flamas de gas y a su vez poseen una gama de colores variada. Estas tejas son particularmente livianas, además de que tiene una larga vida y una resistencia considerable al desgaste, además viene con una cinta especial que le permite una autoadhesión lo que les da una gran resistencia frente a los vientos y con el contacto con el sol permite que el adhesivo se funda para un mejor agarre. (Chávez Rojas, 2014)

Tejas de Concreto

Poseen una resistencia a la flexión y al impacto, esto debido a que es muy compacta ya que es fabricada a través de exclusivas para luego ser comprimida,

siendo una de sus características más resaltantes su color uniforme ya que el cemento al teñirse mantiene su color. (Chávez Rojas, 2014) Es así que además es más económica y más resistente a comparación de las tejas fabricadas con cerámicos o con arcilla.

Tejas Fotovoltaicas

Es una teja original pero muy costosa que se caracteriza por ahorrar energía mediante la implementación de un panel fotovoltaico en la teja la cual genera electricidad. Las tejas fotovoltaicas de silicio mono cristalino generan una potencia mínima de 6W por teja y pueden lograr generar hasta 15W siendo una cantidad considerable. (Chávez Rojas, 2014)

Tejas de Fibrocemento

Se caracterizan por tener poco peso y por ser de un costo bajo; además de que para su instalación se requiere una menor cantidad de madera, y a su vez posee una resistencia mayor a las convencionales, esto debido a su constitución la cual es de concreto con fibras mineralizadas. (Chávez Rojas, 2014) Debemos tener en cuenta que más que una forma de teja, estas tienen una forma de planchas onduladas las cuales viene en diferentes colores, texturas y hasta modelos que hasta pueden imitar a las tejas tradicionales.

Tejas de madera

Como sabemos son muy livianas y estéticamente aceptables, con la única desventaja que en la gran mayoría de países se ha prohibido la implementación de una capa protectora química contra los insectos y el moho lo que la hace tener una vida útil considerablemente baja teniéndola que reemplazar constantemente. Al mismo tiempo para su fabricación se debe seleccionar un tipo de madera que sea duro como el roble, el cedro, la acacia o el castaño. (Chávez Rojas, 2014)

Tejas de arcilla

Posiblemente las más populares y de una buena resistencia, aunque el granizo en ocasiones puede lograr romperlas, también tiene características permeables y

características ignífugas lo que genera que gracias a estas cualidades antes mencionadas su mantenimiento sea mínimo además de ser fácilmente instalables. (Chávez Rojas, 2014) Un punto negativo es que no son muy económicas como las anteriores (fibrocemento).

Tejas de Pizarra

Son mucho más caras que las tejas de arcilla, pero en contraste con esto tiene una vida útil mucho mayor y poseen unas características estéticas superiores a las anteriormente mencionadas ya que las tejas de pizarra son de forma plana y pueden contar con bordes ya sean curvos o rectos; además de que para su instalación es necesario contar con personal capacitado para aprovechar toda personal al máximo. (Chávez Rojas, 2014)

2.2.1.3. Tipos.

Existen diferentes tipos de tejas según la necesidad y el modelo con el que deseamos, para ello tenemos los siguientes tipos de tejas:

Teja Mixta

Teja que para su fabricación la arcilla tiene que pasar por diferentes procesos (extrusión y prensad) debido a su configuración la cual es curvo y plano al mismo tiempo, de manera que esta teja incluye un sistema de drenaje con encaje longitudinal y otro en sentido transversal los cuales pueden ser tanto siempre como múltiples lo que permite el ensamblaje de tejas continuas en las hiladas verticales o horizontales.

Es importante señalar que el las tejas mixtas llevan en la parte inferior y superior de sus caras uno o más tacones de ensamble, que permiten tener un mejor soporte y enganche además que en caso de que se desee clavar las tejas estas ya bien con un orificio estampado por donde se podrá realizar la perforación para su posterior ubicación. (“Manual para el Diseño”, 1998)

Teja Plana1999

Es un elemento de cobertura caracterizado por tener un perfil plano el cual cuenta con un sistema de anclaje tanto longitudinal como vertical y este puede ser

simple o múltiple, de manera que para su instalación no importara la orientación ya que se puede configurar tanto en hiladas horizontales como en verticales. (“Teja Cerámica”, s.f.)

Teja Romana

Es un tipo de teja diseñada principalmente para cubiertas inclinadas ya que posee un parce central plana y bordes laterales elevados con una cobija curva, este tipo de teja es generalmente fabricado con acilla. (“Teja Romana”, s.f.)

Teja árabe

La teja árabe es conocida generalmente como teja ondulada o curva ya que es la teja más común que se suele emplear en las cubiertas de las casas, esta se coloca en techos con pendientes considerables. (“Tejas Árabes”, 2016)

2.2.1.4. Fabricación.

Para la fabricación de las tejas existen dos procesos, los cuales son los siguientes:

Tejas Industriales

Son aquellas que se fabrican a través de procesos industriales de los materiales q componen cerámicos que componen la teja, de manera que en los últimos años el proceso ha ido evolucionando y el método de elaboración se ha automatizado y hasta se podría decir que robotizado.

Tejas Artesanales

Son aquellas que se fabrican de manera local y las cuales son cocidas en hornos rudimentarios a base de leña siguiendo así un proceso tradicional. Estos se pueden hacer tejas convencionales o con medidas espaciales para fines específicos, como por ejemplo trabajos de restauración de edificios antiguos.

2.2.1.5. Materia Prima.

La arcilla es la materia prima por excelencia para la fabricación de tejas ya que este material está compuesto principalmente de sílice, también contiene aluminio, agua y cantidades menores de aluminio óxidos de hierro entre otros

materiales alcalinos como el óxido de calcio o los óxidos de magnesio que al combinar todos los anteriormente mencionados forman silicatos. Es importante señalar que el termino de arcilla se emplea en diferentes ámbitos ya sea desde el punto de vista mineralógico el cual engloba un grupo de minerales arcillosos, también filosilicatos en su mayor parte y las cuales tiene propiedades físico químicas de las cuales depende mucho el tamaño de grano (menor a 2mm) y su estructura. (García Núñez, 2019)

También desde el punto de vista petrológico se puede decir que la arcilla es una roca sedimentaria, que en la gran parte de los casos tiene un origen detrítico esto hace que posee unas características bien definidas además para un sedimento logo la arcilla también es un elemento granulométrico que abarca todo tipo de sedimentos con un grano inferior a 2 mm. (García Núñez, 2019)

Es importante conocer el punto de vista económico en el cual podemos decir que las arcillas son un grupo de minerales con unas características mineralógicas y con propiedades tecnológicas muy útiles para la industria. La arcilla por sí sola tiene propiedades plásticas lo que quiere dar entender que al aplicarle agua está puede ser moldeada de una forma muy fácil y que cuando estás se seca obtiene una textura dura, de manera que esta gran facilidad nos permite moldear la según nuestros gustos lo que nos permite obtener una gran variedad de productos con este material. (García Núñez, 2019). Es importante poder señalar que mientras menor sea la cantidad de arcilla que cuente al momento de secarse la disminución de tamaño aumentará o descenderá.

Otro punto importante señalar es que cuando la arcilla es sometida a altas temperaturas sucede una reacción química muy importante que entre otros cambios produce que la arcilla se convierta en un material mucho más rígido pasando así hacer llamada cerámica, asimismo la arcilla puede tener una serie de colores que van desde un pálido gris hasta un rojo oscuro anaranjado esto se debe principalmente al tipo de arcilla que empleemos que a su vez podemos encontrar en diferentes lugares o terrenos.

2.2.2. Tierra de diatomea

2.2.2.1. Definición.

La tierra de diatomeas tiene un origen mineral el cual es extraído de la diatomita, esta es una roca silíceica del tipo sedimentaria la cual se forma por la acumulación de fósiles de diatomeas en los mares y en los lagos hace muchos años, de forma que esta roca es fácilmente extraída para luego pasar a un proceso de pulverización. (“Tierra de Diatomea”, 2020) Después de ese proceso es envasada y distribuida para luego ser empleada en diferentes ámbitos o procesos industriales.

Figura 01

Diatomeas fósiles



Nota: Imagen tomada de Sembralia (2020)

Se puede decir que la diatomea es un conjunto de algas microscópicas que pertenecen a la especie de Bacilonophyta, la cuales constituyen una porción considerable de la biomasa de nuestro planeta ya que se encuentran presentes en casi todos los ecosistemas en donde se encuentre el agua ya que según estudios se ha logrado estimar que el 20% de oxígeno que se produce en la tierra viene directamente de estos microorganismos. (“Tierra de Diatomea”, 2020) Siendo así uno de los microorganismos que más influyen en nuestra vida cotidiana ya que como se menciona gracias a ellos se produce una cantidad considerable de oxígeno que todos nosotros consumimos día a día.

Los organismos de diatomeas tienen un origen durante o tal vez antes del periodo jurásico de nuestra era, es decir aproximadamente entre unos 150 a unos 200

millones de años. (“Tierra de Diatomea”, 2020) En otras palabras se podría decir que las diatomeas con organismo (protistas) más numerosos que hay en el planeta tierra ya que año a año se descubren cada vez más especies de diatomea que hasta el momento existen alrededor de 2 millones de estas.

Una de las características más resaltantes de la tierra de diatomea es que se encuentra rodeada de un exoesqueleto duro y poseo en sus células, a esto se le denomina como frústula la cual está conformada casi en toda su totalidad por sílice o mejor dicho cristales de óxido de sílice que se encuentran hidratados, y al mismo tiempo también se encuentra rodeado por una serie de tipos de proteínas y de polisacáridos. (“Tierra de Diatomea”, 2020). Es importante señalar que para poder clasificar la diatomea se tiene que considerar la estructura de la frústula que esta tenga.

2.2.2.2. Composición química.

Conocer la composición química que tiene la tierra de diatomea es de suma importancia ya que gracias a esta se podrá saber que aplicaciones se le puede dar, ya sea en el uso agrícola como en los casos de ganadería, control de plagas, entre otros o en el uso industrial como filtrante de aguas.

Se sabe que la diatomea es un material por lo general blando, con una textura a granel y de estado sólido ya que contiene casi un 88% de sílice de su totalidad, además este compuesto por esqueletos de plantas acuáticas de la época prehistórica muy pequeñas y con una estructura geométrica intrincada. (“Tierra de Diatomea”, 2020) Además se puede encontrar este material de diferentes formas ya sea como bloques brillantes, en forma de ladrillo, en forma de polvo, entre otros.

Este material tiene un tamaño que varía desde un micrómetro hasta llegar a un milímetro, pero por lo general su tamaño va entre 10 y 200 micrómetros; Se conoce que el polvo de diatomea tiene un tacto muy parecido al que tiene la piedra pómez cuando esta es pulverizada y a su vez es muy ligero, esto se debe debido a la alta porosidad que tiene. Propiamente la composición química de la diatomea luego de pasar por el horno (secado) va desde el 80% al 90% respecto a la cantidad de sílice que contiene, a su vez tiene entre un 2% y un 4% con respecto a lo que es alumina (característica de minerales cerámicos) y tiene entre 0.5% y un 2% con respecto a

óxido de hierro. (“Tierra de Diatomea”, 2020) Siendo estas las principales características químicas con las que se cuenta al momento de determinar el tipo de uso que se le quiera dar a la tierra de diatomea.

2.2.2.3. Aplicaciones.

Como se mencionó anteriormente la tierra de diatomea se puede emplear de diferentes formas y principalmente en diferentes rubros, los cuales son principalmente el uso agrícola y el uso industrial.

Uso Industrial: Los principales usos que se le dan en el ámbito industrial es el de filtro de agua y el de absorción de líquidos, a su vez se recomienda no utilizar la diatomea calcinada con fines agrícolas una que una vez calcinada, este material puede resultar toxico. (“La tierra de diatomeas”,2019) Es por este motivo que su empleamiento debe ser íntegramente industrial, esto cuando la diatomea este calcinada.

Uso Agrícola: La tierra de diatomeas como producto es muy versátil ya que al poseer un origen enteramente natural lo que lo hace un productor muy cotizado en el sector agrario por sus amplias aplicaciones en el sector agrario, además de que gracias a su bajo costo y su elevada eficiencia en este rubro lo hace un producto competitivo capas de ser empleado tanto en ganadería y en el sector agroalimentario.

2.2.2.4. Según su origen.

Se puede clasificar a la tierra de diatomea en dos grupos claramente definidos, las cuales pueden ser de origen mineral y o también de origen orgánico.

Origen Mineral: Son aquellas que se emplean principalmente para un uso enteramente industrial, de manera que su función más común es la de filtro. (“Tierra de diatomeas”,2019) Esta se emplea tanto para alcoholes como también para aguas, ya sean estancadas, acinas y/o acuarios, entre otros.

Origen Natural: Son aquellas que se pueden aplicar tanto para medicar animales como para las plantas en su uso agrícola ya que su comisión química no es nociva y puede ser manipulada sin ningún tipo de protección especial. (“Tierra de

diatomeas”,2019) Es importante señalar que la diatomea de rigen orgánico posee dos formatos por los cuales se comercializan y estos son:

Tierras de diatomea molida

Estas son la que se emplean generalmente como un complemento alimenticio para animales y en otras ocasiones para personas teniendo en cuenta que es importante consultar con un especialista antes de aplicarlo en humanos; También se emplea para controlar plagas o como un fertilizante. (“Tierra de diatomeas”,2019) La principal manera para aplicarlos se suele dar atreves el método de espolvoreo en caso de que se emplee en fertilizante y en caso de que fuera para alimentación se coloca entre los alimentos.

Tierra de diatomea micronizada

Son aquellas que tiene como uso principal cuando se encuentran pulverizadas y diluidas en agua para luego proceder a ser rociadas en las plantas, habitaciones, animales, estructuras, etc. (“Tierra de diatomeas”,2019) No es recompensable de aplicar en las comidas de los animales en estado de grano ya que este puede ser rápidamente detectado por el ganado, provocando así rechazo en la comida.

2.2.2.5. Empleamiento.

Existen diferentes usos que se le puede dar a la tierra de diatomeas, las más principales son respecto a usos agrícolas como los siguientes:

Control de plagas

Uno de los aspectos positivos que se ha podido encontrar en la tierra de diatomeas es que con este material se puede combatir las plagas que con otros insecticidas no se podría hacer, estas plagas que son difíciles de remover van de entre caracoles hasta los nematodos. (Rosique,2016) Adecuada como control de plagas, sino que si lo espolvoreamos por toda el área podemos obtener un efecto preventivo y a su vez duradero.

Figura 02

Tierra de diatomea como control de plagas



Nota: Imagen tomada de Sembralia (2020)

Como fertilizante

Otras ventajas que tiene la tierra diatomea es que al estar compuesta por algas descompuestas puede servir y actuar como un excelente fertilizante para la tierra, ya que ésta contiene una gran cantidad de minerales y micronutrientes que en otros fertilizantes no se encuentran fácilmente, de los cuales podemos señalar el nitrógeno, el fósforo y hasta el potasio brindando así los nutrientes que necesita para mejorar la tierra y brindar una buena salud a las plantas.

Como desodorizante

La tierra de diatomea, por sus características tiene una gran capacidad de absorción lo que la convierte en un desodorante muy adecuado, además de que cuenta con una capacidad bactericida, siendo así que esta propiedad le permite ser aplicado en diferentes procesos como por ejemplo arenero para gato. (Rosique,2016) Es así que si agregamos la tierra de diatomea a la arena esto ara que se mantenga más limpias durante mucho más tiempo y los olores y las bacterias disminuirán progresivamente.

Como protector del grano

Por lo general cuando se almacenan granos de las cosechas es muy probable que aparezcan plagas que atacan al producto almacenado como por ejemplo el escarabajo del trigo. (Rosique,2016) Es por este motivo es que se aconseja utilizar la tierra de diatomea sobre el espacio en dónde se van a almacenar estos materiales con la intención de evitar que aparezca en este tipo de plagas.

Como desparasitador de animales

La tierra de diatomea también sirve para eliminar a las pulgas y a las garrapatas que por lo general acechan a nuestros animales o mascotas, para poder eliminar estos sobre los animales mientras nos bañamos, asimismo también podemos utilizar esta agua con diatomea para eliminar los gusanos que se crean en la comida de nuestros animales esto sin afectar la salud de ellos ya que la tierra diatomea no es tóxica para la salud.

Previene enfermedades en plantas

Cómo sabemos muchas plantas pueden padecer diferentes tipos de enfermedades que los afectan hasta poderlas matar para lo que podemos utilizar la tierra de diatomea como un excelente fungicida previniendo que se enfermen y que posteriormente mueran.

2.2.2.6. Como funciona.

La tierra de diatomea tiene diferentes cualidades una de ellas es la de fungir como un insecticida, pero ésta no se da por envenenamiento, sino que más bien trabaja por deshidratación ya que la capa externa de los insectos a los que se le aplica se pierde por abrasión lo que genera que la tierra diatomea absorba la mayor cantidad de agua de estos cuerpos lo que desencadena en su muerte. (“Tierra de Diatomea”, 2020)

Esto nos quiere decir que la forma en cómo funciona la tierra diatomea no es por acciones químicas sino más bien por acciones físicas lo que la diferencia de otros tipos de insecticidas ya que ésta no crea resistencias negativas y hace que su uso en

general se puede aplicar en diferentes actividades tanto agrícolas como para animales y en casos especiales para personas ya que no es un producto tóxico. (“Tierra de Diatomea”, 2020) Por lo que convierte a la tierra tomadas en un producto con muchas cualidades en la agricultura y en el control de plagas ya sea dentro de las granjas, edificios o viviendas comunes.

2.2.2.7. Tipos.

Existen dos tipos de tierra de diatomea, las cuales son las calcinadas y las que no están calcinadas.

2.2.2.7.1. *Diatomea no calcinada.*

La tierra diatomea no calcinada es considerada como un simple polvo inerte el cual contiene en medida un 1% de cristales de sílice el cual es empleado generalmente como uso agrícola en granjas para trata tanto enfermedades de las plantas como antiparasitarios para los animales, de manera que en la agricultura podemos encontrarla de dos formas , la primera y la más recomendada es por espolvorear el consiste en expandir el polvo inerte sobre la superficie tratada y en el otro es por micronización la cual es diluida en agua para su posterior uso. (“Tierra de Diatomea”, 2020)

2.2.2.7.2. *Diatomea calcinada.*

Es aquella tierra que contiene más de un 60% de cristales decirse esto debido a un proceso de calcinación a presión. Este tipo de tierra de diatomea es muy tóxico para el uso en mamíferos y también es tóxico para el uso alimentario por lo que no está permitido que se emplee para estas funciones por lo que es generalmente empleada en usos industriales los cuales van desde filtros de agua para piscinas hasta para producciones de dinamita entre otros.

Es un tipo de tierra diatomea que ha sido calcinada a altas temperaturas en el cual la sílice amorfa se convierte en una sílice del tipo cristalina, purificadores de agua o como filtros de piscina, un dato importante tomar en cuenta es que este tipo de tierra diatomea calcinada produce la silicosis ante exposiciones continuas a este material por lo que no es recomendable para su uso como un insecticida y que si es mezclada con otros componentes puede resultar tóxico para la salud. (“Tierra de

Diatomea”, 2020) Se considera que la exposición a este material es de por sí riesgosa ya que la sílice cristalina puede albergarse en los pulmones de los trabajadores lo que genera un riesgo que puede durar muchos años.

Características y Aplicación

Es un polvo cualitativo muy absorbente por lo que su rendimiento es muy alto y es muy eficaz y además tiene la característica de ser ignífuga ya que se puede adaptar para absorber la mayor cantidad de líquidos de diferentes tipos de sustancias, estos pueden ser aceites, agua, productos inflamables, productos químicos, entre otros. (“Diatomea calcinada”, s.f.)

Este elemento se calcina a una temperatura no menor de 800°C de tal manera que se elimina toda partícula de granos y también se elimina todo tipo de humedad lo que permite tener una capacidad de absorción mayor que otro tipo de polvos además de poseer una excelente absorción de hidrocarburos.

Una característica importante que posee su estado final calcinado es que se convierte en un antideslizante ya que en el caso de ser pisoteado luego de aplicarlo en la zona donde se requiera absorber cualquier líquido no se puede correr ningún riesgo de accidente por resbalarse. (“Diatomea calcinada”, s.f.)

También suele ser empleado como filtro de agua en piscinas ya que por sus características puede atrapar las impurezas que pasan a través de ella y a su vez es muy absorbente por lo que luego de su aplicación el agua queda más pura.

2.2.3. Densidad

2.2.3.1. Definición.

Magnitud escalar con la cual se mide la cantidad de masa que hay en un cierto volumen de una sustancia. En cuanto a la física y a la química, la densidad es la relación entre masa y volumen su símbolo es la letra griega rho “ ρ ”. (“Densidad”, 2021) De manera que su fórmula es $\rho = m / v$ lo que significa que la densidad es igual a masa sobre volumen, que analizándolo después se puede observar que la masa es inversamente proporcional al volumen, es decir que cuando el

volumen ocupado por una determinada masa sea menor la densidad será mayor respectivamente.

La densidad de la materia, según la historia está relacionada con el filósofo griego Arquímedes, a quien se le encargó la labor de poder determinar la composición de la corona del rey (si esta esta echa de oro puro o de una aleación con otros metales), en donde Arquímedes al verse obligado a realizar ese trabajo busco la manera de solucionarlo y se dio cuenta de que podía resolver la situación a través de un baño de inmersión, el cual consiste en sumergir la corona en agua midiendo el desplazamiento del líquido, así mismo pesó la corona para de esta manera obtener la masa.

Para luego una vez teniendo tanto el volumen y la masa se reemplazó los valores en la formula anterior obteniendo el valor de la densidad de la corona, que después de tal experimento realizo la comparación de valores de la densidad calculada con la densidad del oro, la cual es una constante, solucionando de esta manera el problema encargado a Arquímedes.

2.2.3.2. Tipos de densidad.

Existen diferentes tipos de densidad de los cuales los más importantes son los siguientes:

Densidad absoluta

Es una magnitud intensiva de la materia que expresa la relación entre masa y volumen de una sustancia en una determinada presión y temperatura respectivamente. las unidades de medición son en kg/m^3 . (“Densidad”,2021)

Densidad relativa

Es aquella que expresa la relación que existe entre una determinada densidad de sustancia y una densidad de referencia, obteniendo como resultado una magnitud adimensional que no posee unidades. (“Densidad”,2021) Generalmente se usa como densidad de referencia la del agua a una presión de una atmósfera a 4°C , en cuyas condiciones la densidad del agua es de 1000 kg/m^3 .

Densidad aparente

La densidad aparente es la que presentan los materiales o un cuerpo que están constituidos por materiales heterogéneos. es decir, es la relación que existe entre el volumen y el peso seco, incluyendo también los huecos y los poros que contenga ya sean aparentes o no. (“Densidad”,2021) Por ejemplo, un suelo, el cual se encuentra compuesto por diversas sustancias y que presenta poros llenos de aire. por ello, su densidad total es en realidad inferior que si este estuviese compacto.

Densidad media

La densidad media es aquella que se calcula para un sistema heterogéneo. (“Densidad”,2021) De manera que para obtener la densidad media se divide la masa del objeto por su volumen.

Densidad puntual

La densidad puntual se utiliza para calcular la densidad en sistemas heterogéneos que presentan una densidad distinta dependiendo del punto, la posición o la porción de una sustancia. (“Densidad”,2021)

2.2.3.3. Normativa. ASTM D7263 – 21

Es un método de prueba estándar que se emplea para la determinación en laboratorio de la densidad y el peso unitario de las muestras de suelo.

Para las relaciones de fase o relaciones masa- volumen del suelo y la roca uno de los elementos importantes es la densidad. Así mismo cuando se conoce la densidad de partículas (la gravedad específica), se puede calcular la porosidad y la relación de vacíos a través del uso de la densidad seca. Así mismo la densidad seca se usa para calcular el grado de compactación del suelo, debido a que el contenido del agua es variable, la densidad del suelo total / húmedo proporciona poca información útil excepto para estimar el peso del suelo por unidad de volumen, por ejemplo, gramos por centímetro cúbico, en el momento del muestreo. (ASTM D7263 – 21, 2021) Dado que el volumen del suelo se reduce con el secado de los suelos hinchados, la densidad total variará con el contenido de agua. Por lo tanto, el contenido de agua del suelo debe determinarse en el momento del muestreo.

Las densidades y pesos unitarios de las muestras remodeladas y/o reconstituidas se utilizan comúnmente para evaluar el grado de compactación de terraplenes, terraplenes y similares. Los valores de densidad seca se utilizan para calcular los valores de peso unitario seco para crear una curva de compactación.

2.2.3.4. Método de estudio.

El principio de Arquímedes es un procedimiento para poder determinar la densidad de un sólido se debe emplear una serie de pasos y elementos, del cual el más importante sería una balanza.

Primero se tiene que pesar el sólido para después anotar este valor, teniendo así la relación masa es igual a fuerza ($m = F$), luego de esto procedemos a sumergir el sólido completamente sobre un embace con agua previamente pesado, es importante que sepamos la densidad que tiene el agua ya que es un dato muy importante. De este procedimiento determinarnos que el volumen es igual a la fuerza menos la fuerza desplazada. ($V=F-F'$) Es importante señalar que todo esto es expresado en cm^3 . (García Ángel, 2010)

Otro método práctico para poder determinar la densidad es empleando una balanza electrónica en la cual pesamos un recipiente lleno de agua hasta cierto punto para luego suspender con un hilo el cuerpo solido sumergido en el agua, pero sin que toque el fondo, anotamos el resultado (V) para después soltar el cuerpo de manera que toque el fondo del recipiente y de igual manera anotamos el valor (m), teniendo así estos datos ya podemos determinar la densidad usando la formula establece día $\rho=m/V$. (García Ángel, 2010)

2.2.4. Resistencia a la flexión

2.2.4.1. Definición.

Los ensayos de flexión se realizan con el objetivo principal de poder obtener datos sobre el comportamiento que tiene un material al someterlo a una flexión sobre un su eje x, de manera que este método se emplea para determinar o corroborar de manera precisa la resistencia que tienen los materiales y también para poder comprobar otras propiedades importantes que posean como la fluencia en materiales dúctiles y la deformación elástica en casos donde exista un mayor Angulo de flexión,

(Infinitia Research, 2021) Así mismo este ensayo se da a partir del número de puntos de presión y de soporte que presente la muestra en el ensayo, por lo que este ensayo se puede dar con uno, tres y cuatro puntos de flexión.

2.2.4.2. Normativa.

Esta norma comprende el estudio de las Tejas cerámicas fabricadas y moldeadas con arcilla cocida, pero no comprende aquellas tejas fabricadas con materiales silicocalcáreo, de manera que, este procedimiento consiste en la aplicación de una carga vertical de manera progresiva sobre una teja colocada en forma horizontal apoyada sobre soportes separados hasta hacer llegar a la teja a un punto de rotura determinando así su resistencia a la flexión. (INEN 988, 2012)

2.2.4.3. Método de estudio.

El ensayo de flexión comprende en su nivel más básico el uso de una máquina de ensayos universal en la cual se coloca una muestra apoyada sobre dos yunques de soporte y doblada mediante la aplicación de una fuerza externa, el cual vendría a ser un punzón que se mueve lentamente hacia abajo a una velocidad constante para así cargar a la muestra con una fuerza creciente hasta lograr romperla o deformarla, de modo que la carga ejercida sobre la muestra en el ensayo de flexión se le denomina fuerza de rotura.

Para los ensayos de flexión se suele utilizar un dispositivo de flexión de tres o cuatro puntos, además de incorporar variables como la velocidad de ensayo y las dimensiones de la muestra, para así poder determinar el resultado deseado de estudio. (Infinitia Research, 2021) Es importante mencionar que siempre se deben seguir las normativas ISO que se empleen al realizar el ensayo.

Además, este ensayo produce un esfuerzo de tracción sobre el lado convexo de la probeta, y a su vez produce un esfuerzo de compresión en el lado cóncavo, de manera que así se crea una zona constante de tensión y de cizallamiento a lo largo de toda la línea media del eje horizontal, para después de haber realizado el ensayo poder registrar los valores de la fuerza de flexión y los de deformación para determinar así las características deseadas del material que se está estudiando.

2.2.4.4. Equipo de medición.

Para poder realizar el ensayo de flexión se utiliza una máquina apropiada la cual deberá poseer una pieza de punzonamiento, de carga y de apoyo hechos de acero, también partes cilíndricas en donde serán apoyadas las muestras y una línea de contacto la cual deberá mantenerse de forma paralela. (INEN 988, 2012)

2.3. Definición de Términos básicos

2.3.1. Teja

Es una pieza con forma de canal la cual es usada para poder cubrir los exteriores de los techos, de manera que no permita el ingreso de agua de lluvia al interior de la vivienda y a su vez permite que este escurra hasta poder ser evacuada. Las tejas son placas delgadas las cuales pueden ser planas o curvas y están conformadas por distintos materiales que luego pasan por un proceso de secado y cocción. (Subgerencia Cultural del Banco de la República, 2015)

2.3.2. Tierra de Diatomea

La tierra de diatomeas es un mineral extraído de la diatomita, la cual es una roca silíceas del tipo sedimentaria formada por la acumulación de fósiles de diatomeas en los mares y en los lagos hace muchos años, de forma que esta roca es fácilmente extraída para luego pasar a un proceso de pulverización. (“Tierra de Diatomea”, 2020)

2.3.3. Densidad

Es una magnitud escalar con la cual se puede medir la cantidad de masa que hay en un cierto volumen de una sustancia. En cuanto a la física y a la química, la densidad es la relación entre masa y volumen su símbolo es la letra griega rho “ ρ ”. (“Densidad”, 2021)

2.3.4. Resistencia a la Flexión

Es un ensayo que se realizan con el objetivo principal de poder obtener datos sobre el comportamiento que tiene un material al someterlo a una flexión sobre un su eje x, de manera que se determina la resistencia, la fluencia en materiales dúctiles y la deformación elástica en casos donde exista un mayor Angulo de flexión, (Infinitia Research, 2021)

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H1: Si hay influencia en el porcentaje de tierras de diatomeas calcinada, influye significativamente sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.

Ho: No hay influencia en el porcentaje de tierras de diatomeas calcinada, no influye significativamente sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.

2.4.2. Hipótesis específicas

Obj. Especifico 1

- H1: Si existe un porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada que aumenta la resistencia a la flexión en las tejas artesanales, y es del 5%.
- Ho: No existe un porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada que aumenta la resistencia a la flexión en las tejas artesanales.

Obj. Especifico 2

- H1: El porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada para reducir la densidad en las tejas artesanales es del 5%.
- Ho: No existe un porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada para reducir la densidad en las tejas artesanales.

Obj. Especifico 3

- H1: Si existe variación significativa de la resistencia a la flexión en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.
- Ho: No existe variación significativa en la resistencia a la flexión en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.

Obj. Especifico 4

- H1: Si existe variación significativa de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.
- Ho: No existe variación significativa de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.

2.5. Operacionalización de las variables

Variable Independiente:

Porcentaje de tierra de diatomea calcinada

Variable Dependiente:

- Resistencia a la flexión
- Densidad

Tabla 01

Operacionalización de Variables

| Problema | Variable | Dimensión | Indicador | Fórmula |
|---|--|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ¿Cuál es la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de tejas artesanales? | Porcentaje de tierra de diatomea calcinada | Cantidad del Material | Porcentaje en volumen | $v = \frac{V_i}{\sum_1^n V_i}$ |
| | Resistencia a la flexión | Resistencia a la flexión | Fuerza por unidad de área | $R_{f c} = \frac{3FL}{2bd^2}$ |
| | Densidad | Densidad | Masa por unidad de volumen | $\rho = \frac{m}{V}$ |

Nota: La tabla resume de manera detalla las variables y como se van a medir. Fuente: Elaboración propia (2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter aplicada, ya que promueve el uso de conocimiento científico, teóricos y prácticos, adquiridos con anterioridad. Según Alvarez (2020) Este tipo de investigación incita a solucionar problemas que se dan en nuestro entorno aplicando conocimiento y tecnologías científicas tomando como base a nuestra realidad.

Por otro lado, esta investigación también es de índole cuantitativa ya que los resultados que se obtienen son extraídos como datos que luego podrán ser manipulados y por último ser analizados para obtener así resultados. (Hernández Sampieri, 2014)

Finalmente, también es del tipo experimental debido a que se manejan variables que tiene una correlación entre ellas ya que al manipular la variable independiente genera un efecto sobre la dependiente. (Alvarez Risco, 2020)

3.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es del tipo experimental puro que siendo más específicos tiene un diseño post-test ya que solo se está trabajando con grupos de datos y un grupo control y a estos solo se le aplican el post-test.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Nuestra población estará conformada por 60 probetas (tejas) con forma acanalada, con un espesor de 1 cm y dimensiones de 44 cm de largo, un ancho de 22 cm y una flecha de curvatura de 6 cm, esto hecho de arcilla o tierra arcillosa, con respecto a norma Ecuatoriana INEN 986, además la población estará dividida en 4 grupos con diferentes porcentajes de remplazo de tierra arcillosa por tierra de diatomea calcinada, de manera que cada grupo estará compuesto por 15 muestras las cuales serán analizadas para determinar su densidad y su resistencia a la flexión .

3.3.2. Muestra

Nuestra muestra estará conformada por la misma cantidad de tejas empleadas en la población, pero distribuidas en diferentes grupos de estudio, donde cada grupo tendrá un

porcentaje de reemplazo específico, los cuales se muestran en la siguiente tabla a continuación:

Tabla 02

Número de muestras de tejas

| % de reemplazo | | | | | |
|-------------------------------------|----|----|-----|-----|-------|
| Tipo de ensayo | 0% | 5% | 10% | 15% | TOTAL |
| Resistencia a la Flexión y Densidad | 15 | 15 | 15 | 15 | 60 |
| TOTAL | | | | | 60 |

Nota: La tabla resume de manera detalla la cantidad de muestras por cada porcentaje y tipo de ensayo. Fuente: Elaboración propia (2021)

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos a pasado todo

En esta investigación se empleará la observación como un método para poder recolectar datos necesarios para el estudio, los cuales serán anotados en una libreta para poder llevar un control más eficiente de estos datos. Después estos mismos serán registrados en el programa Ms Excel, el cual almacenará los datos para proceder luego a analizarlos y posteriormente poder elaborar tablas estadísticas con el programa IBM SPSS 25. El lugar en donde se realizarán todos los ensayos de la investigación será en el Laboratorio de Materiales y Operaciones con el que cuenta la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI” en donde se ara la elaboración de las muestras y los ensayos de estudio, todo esto bajo la supervisión de nuestro asesor.

3.5. Métodos y técnica de recolección de datos todo a furo

La presente investigación tendrá como objetivo general determinar la proporción óptima para la elaboración de tejas a base de un remplazo parcial de tierra de diatomea calcinada, para lo cual se elaboraran probetas con la forma de tejas curvas con dimensiones de 44 cm de largo, un ancho de 22 cm y una flecha de curvatura de 6 cm, además de que contarán con un grosor constante de 10 mm en toda la pieza, las cuales tendrán diferentes proporciones de tierra de diatomea calcinada, estas serán de 0%, 5% , 10% y 15% , donde cada proporción tendrá 15 probetas (piezas) , danto un total de 60 probetas, de manera que

para determinar la proporción óptima se realizarán ensayos de flexión y densidad a cada probeta y se compararán los resultados obtenidos con el grupo control o teja convencional determinando de esta manera la mejor proporción.

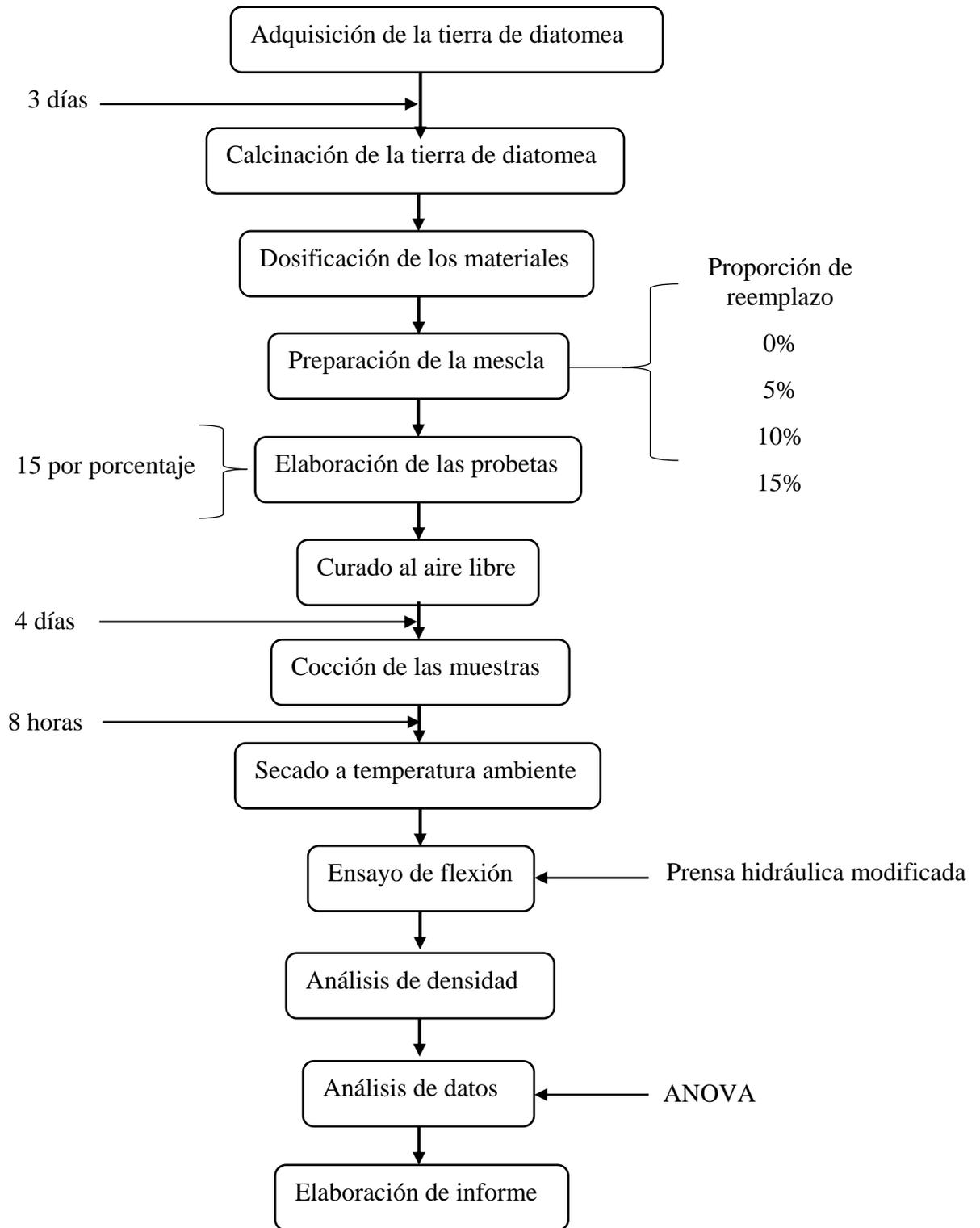
Como primer paso se realizará la adquisición y la posterior calcinación de la tierra de diatomea a 800 °C en un horno de la universidad, luego se procederá a preparar las cantidades específicas para cada ensayo, teniendo como reemplazo la cantidad de tierra arcillosa, luego se hará la dosificación en diferentes proporciones y se procederá a mezclar la pasta de barro con las cantidades preseleccionadas respectivamente, después de tener la mezcla lista se humedecerán los moldes y el terreno en donde se empezará a elaborar las tejas, luego con la ayuda de la regla se emparejará toda la superficie del molde para empezar a colocarlas en el terreno previamente humedecido de manera que las tejas no se peguen en su superficie, estas probetas se dejarán secar a temperatura ambiente por 4 días para que tomen consistencia sólida.

Luego de que las probetas estén secas se procederá a acomodarlas en un horno de cocción acomodándolas de manera que puedan cocinarse de la forma más uniforme posible, la cocción se dará por 8 horas consecutivas manteniendo la temperatura constante evitando así que se quiebren. Luego del tiempo pasado se dejarán enfriar a temperatura ambiente para que al día siguiente se pueda empezar con los ensayos respectivos con la ayuda de la prensa hidráulica acondicionada para el ensayo de flexión y empleando la balanza electrónica analítica y un cubo con agua poder determinar la densidad de cada probeta. Luego realizaremos el análisis respectivo de los resultados obtenidos, determinando así a través del método ANOVA el porcentaje óptimo para la elaboración de las tejas con tierra de diatomea calcinada.

Para un mejor entendimiento del proceso que se ha realizado, se elaboró el siguiente diagrama de flujo del proceso:

Figura 03

Diagrama de flujo de proceso



Nota: La figura nos indica el proceso de la investigación. Fuente: Elaboración propia (2021)

3.6. Ética Investigativa

Los ensayos que se realizaran y todo el proceso de toma de datos se ara de la manera más fidedigna posible, de manera que no se alterara ningún dato y se respetara todas las normas éticas de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Presentación y Análisis de resultados

4.1.1. Determinación del porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión con respecto a las tejas artesanales.

Para determinar la resistencia a la flexión óptima de tierra diatomea calcinada se procedió a preparar cuatro (04) mezclas de teja, cada una de estas con un porcentaje de tierra diatomea calcinada diferente (0, 5, 10, 15%), luego de su elaboración y su posterior cocción en el horno se realizó la rotura de las probetas bajo la norma INEN 988, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 03

Resistencia a la flexión con diferentes porcentajes de tdc

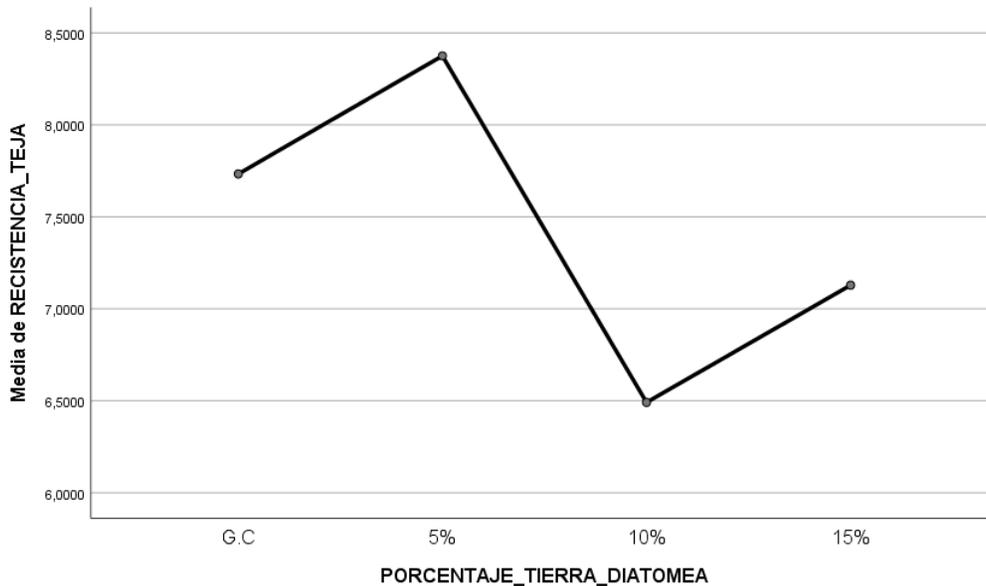
| N° DE PROBETA | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | | | |
|-----------------|--------------------------|------------|-----------|------------|
| | 0% | 5% | 10% | 15% |
| 1 | 100 | 115 | 80 | 110 |
| 2 | 110 | 120 | 100 | 90 |
| 3 | 105 | 122 | 80 | 92 |
| 4 | 100 | 114 | 80 | 100 |
| 5 | 110 | 116 | 95 | 95 |
| 6 | 120 | 125 | 85 | 110 |
| 7 | 110 | 123 | 100 | 105 |
| 8 | 120 | 122 | 83 | 100 |
| 9 | 110 | 115 | 100 | 109 |
| 10 | 120 | 116 | 90 | 110 |
| 11 | 110 | 119 | 95 | 100 |
| 12 | 120 | 120 | 102 | 90 |
| 13 | 90 | 125 | 110 | 110 |
| 14 | 125 | 120 | 105 | 90 |
| 15 | 100 | 115 | 80 | 110 |
| PROMEDIO | 110 | 119 | 92 | 101 |

Nota: Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio certificado. Elaboración propia (2022)

Como se puede observar en la **Tabla 03**, se tienen los resultados de las 15 probetas (Tejas) ensayadas por cada porcentaje de Tierra diatomea calcinada, y a la vez los promedios finales obtenidos.

Figura 04

Grafica de resistencia a la flexión promedio de todos los porcentajes analizados.



Nota: Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio certificado. Elaboración propia (2022)

De manera que, en la figura 05 tomada del SPSS V.26 se puede determinar que el porcentaje que obtuvo la mayor resistencia a la flexión en comparación con las demás proporciones es del 5% de agregado reemplazado con diatomea calcinada, siendo esta mucho más resistente que el mismo grupo control (G.C).

4.1.2. Determinación del porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales

Para determinar la densidad se procedió a realizar el análisis de las cuatro (04) mezclas de teja, cada una de estas con un porcentaje de tierra diatomea calcinada diferente (0, 5, 10, 15%), por lo que se tomó una muestra correspondiente a cada una de ellas para luego proceder a realizar el análisis de densidad a través del Principio de Arquímedes, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 04

Densidad con diferentes porcentajes de tdc

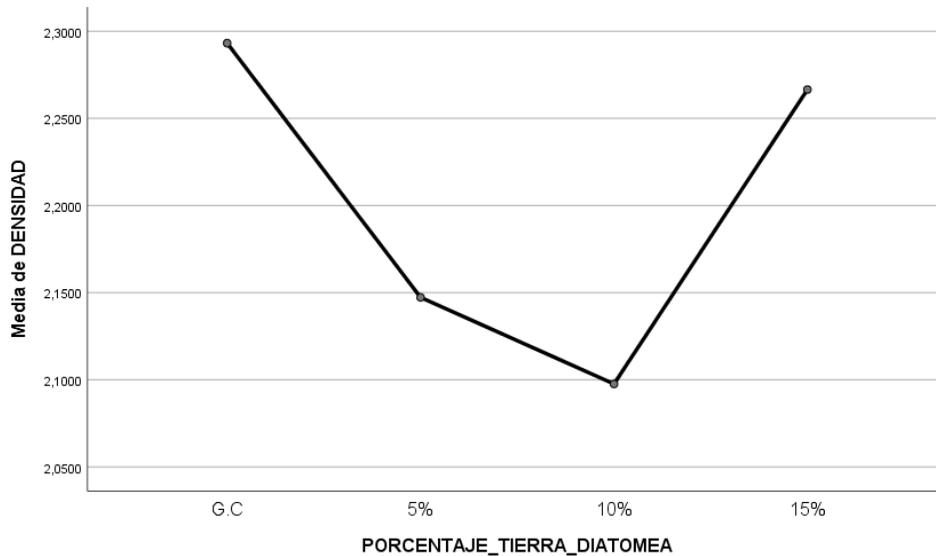
| N° DE PROBETA | DENSIDAD | | | |
|--------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0% | 5% | 10% | 15% |
| 1 | 1.81 | 2.51 | 2.00 | 2.06 |
| 2 | 2.52 | 1.82 | 2.16 | 2.16 |
| 3 | 2.51 | 2.30 | 2.06 | 2.74 |
| 4 | 2.33 | 1.89 | 2.20 | 2.06 |
| 5 | 1.81 | 2.51 | 2.00 | 2.06 |
| 6 | 2.52 | 1.82 | 2.16 | 2.16 |
| 7 | 2.51 | 2.30 | 2.06 | 2.74 |
| 8 | 2.33 | 1.89 | 2.20 | 2.06 |
| 9 | 1.81 | 2.51 | 2.00 | 2.06 |
| 10 | 2.52 | 1.82 | 2.16 | 2.16 |
| 11 | 2.51 | 2.30 | 2.06 | 2.74 |
| 12 | 2.33 | 1.89 | 2.20 | 2.06 |
| 13 | 1.81 | 2.51 | 2.00 | 2.06 |
| 14 | 2.52 | 1.82 | 2.16 | 2.16 |
| 15 | 2.51 | 2.30 | 2.06 | 2.74 |
| PROMEDIO | 2.29 | 2.15 | 2.10 | 2.27 |

Nota: Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio certificado. Elaboración propia (2022).

Como se puede observar en la Tabla 04, se tienen los resultados de las 15 probetas (Tejas) ensayadas por cada porcentaje de Tierra diatomea calcinada, y a la vez los promedios finales obtenidos.

Figura 05

Grafica de densidad con diferentes porcentajes de tdc



Nota: Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio certificado. Elaboración propia (2022).

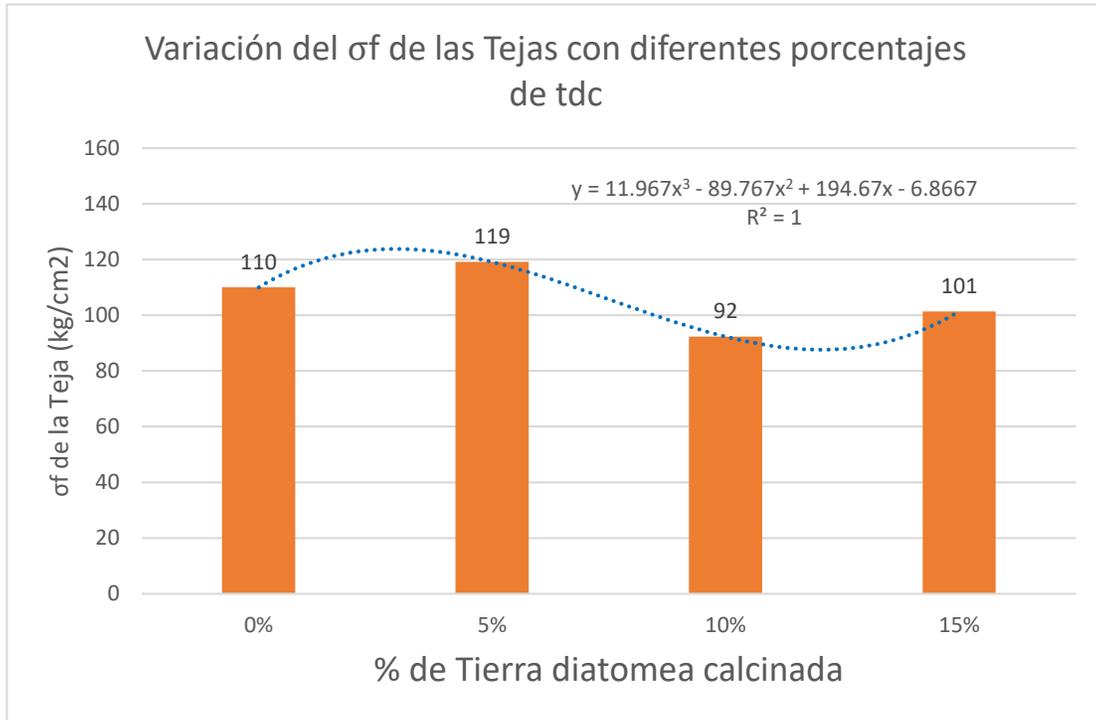
De forma que en la tabla 06 sacada del SPSS V.26 se puede apreciar que la variación de la densidad obtenida por los resultados indica que los porcentajes de 5 y 10% son menos denso los cuales obtuvieron en promedio de 2.15 a 2.10 g/cm³ en comparación a la densidad promedio de 2.29 g/cm³ obtenido por el grupo control (G.C).

4.1.3. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de las tejas artesanales con respecto al porcentajes de tierra diatomea calcinada

En la tabla 03 se puede observar que la variación de la resistencia a la flexión con respecto a los porcentajes agregados de tierra diatomea calcinada presenta un comportamiento decreciente, siendo que cuando se aumenta el porcentaje de tdc en la mezcla produce que esta disminuya. Los datos se obtuvieron de las 15 muestras por cada porcentaje realizado (0, 5, 10, 15%).

Figura 06

Variación de la resistencia a la flexión de las Tejas con diferentes porcentajes de tdc



Nota: Resultados experimentales. Elaboración propia (2022)

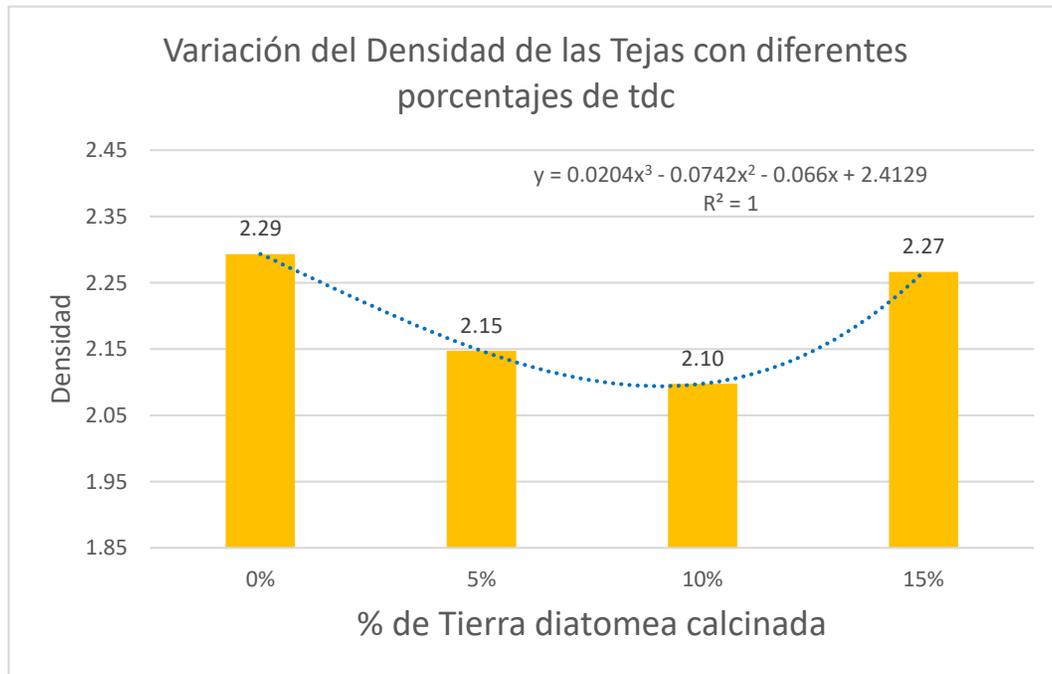
En la figura 04 se puede apreciar que la línea de tendencia es polinómica de grado 03, además de que se puede apreciar que el porcentaje de 5% es el que tiene una mayor resistencia a la flexión.

4.1.4. Análisis la variación de densidad en la fabricación de tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tierra diatomea calcinada.

En la tabla 04 se puede observar que la variación de la densidad con respecto a los porcentajes agregados de tierra diatomea calcinada presenta unos resultados muy similares, por lo que la diferencia de densidad es casi imperceptible entre las muestras, los datos se obtuvieron del análisis de cada porcentaje realizado (0, 5, 10, 15%) a través del principio de Arquímedes.

Figura 07

Variación de la Densidad de las Tejas con diferentes porcentajes de tdc



Nota: Resultados experimentales. Elaboración propia (2022)

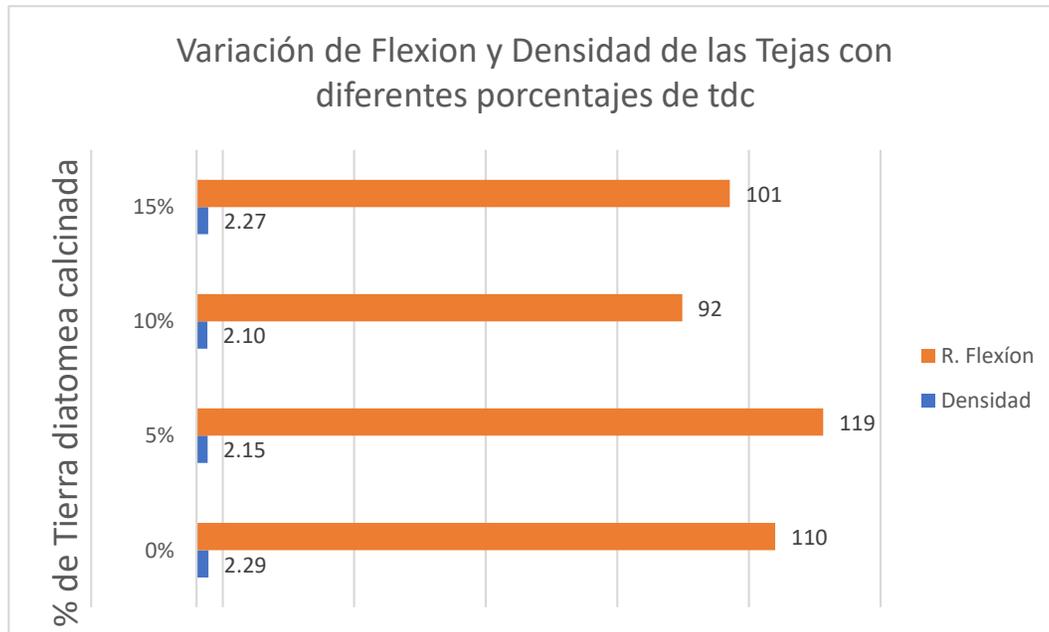
En la figura 05 se puede apreciar que la línea de tendencia es polinómica de grado 03, además los reemplazos de 5 y 10% son los que obtuvieron una menor densidad (2.15 y 2.10 g/cm³) siendo más bajas que el grupo control (2.29 g/cm³)

4.1.5. Determinación de la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.

El porcentaje óptimo que se obtuvo del análisis de los cuatro grupos de reemplazo de tierra diatomea calcinada demostró que el reemplazo del 5% (8.36 kgf/cm²) posee una mejor resistencia a la flexión en comparación con los otros porcentajes, de la misma forma se determinó que la menor densidad se encontraba entre el 5 y 10% de reemplazo de tdc siendo estas dos menores que la del grupo control (G.C).

Figura 08

Comparación entre R. Flexión Densidad de las Tejas con diferentes porcentajes de tdc



Nota: Resultados experimentales. Elaboración propia (2022)

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Determinación el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión con respecto a las tejas artesanales.

Para esta contrastación de hipótesis se utilizó el ANOVA unidireccional, logrando determinar que, de los grupos evaluados, por lo menos hay un grupo diferente, además, se utilizó un nivel de significancia de 0.05%, los resultados se muestran a continuación en la Tabla 05

Tabla 05

ANOVA para el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión con respecto a las tejas artesanales.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|--------|------|
| Entre grupos | 3924,583 | 3 | 1308,194 | 26,405 | ,000 |
| Dentro de grupos | 2774,400 | 56 | 49,543 | | |
| Total | 6698,983 | 59 | | | |

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

Después de realizar el ANOVA en el programa IBM SPSS, los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 05 nos arroja un valor estadístico F de 27.543, con un valor de significancia (sig.) de 0.000%, donde inicialmente el planteado fue de 0.05% ($p < \alpha$), esto significa que de los 4 grupos evaluados, por lo menos existe un grupo diferente a los demás, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H0), y se acepta la hipótesis alterna (H1), donde indica que “Si existe un porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada que aumenta la resistencia a la flexión en las tejas artesanales, y es del 5%.”

4.2.2. Determinación del porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales.

Para esta contrastación de hipótesis se aplicó el ANOVA unidireccional, logrando determinar que, en los grupos evaluados, no existe grupos diferentes, además, se utilizó un nivel de significancia de 0.05%, los resultados se muestran a continuación en la Tabla 06

Tabla 06

ANOVA para el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos | ,395 | 3 | ,132 | 1,882 | ,143 |
| Dentro de grupos | 3,921 | 56 | ,070 | | |
| Total | 4,317 | 59 | | | |

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

Después de realizar el ANOVA en el programa IBM SPSS, los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 06 nos arroja un valor estadístico F de 1,882 con un valor de significancia (sig.) de 0,143%, donde inicialmente el planteado fue de 0.05% ($p > \alpha$), esto significa que, de los 4 grupos evaluados, todos son iguales, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0), donde indica que “No existe un porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada para reducir la densidad en las tejas artesanales”

4.2.3. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión en la fabricación de tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tierra diatomea calcinada.

Para este objetivo, se utilizó como complementó el ANOVA, que fue realizado anteriormente con el post prueba de Tukey, con los resultados se quiere comprobar si su diferencia entre ambos grupos es significativa o no, para ello se utilizó el mismo nivel de significancia de (0.05%), donde los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 07.

Tabla 07

Prueba de Tukey (medias) para la variación de la resistencia a la flexión en la fabricación de tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tierra diatomea calcinada.

| Porcentaje_Tierra_ Diatomea | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|--------------------------------|----|------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10% | 15 | 6,491033 | | | |
| 15% | 15 | | 7,128420 | | |
| G.C | 15 | | | 7,733000 | |
| 5% | 15 | | | | 8,375073 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

En la Tabla 07 se puede observar los resultados obtenidos a través de la prueba de Tukey para medidas, esta se realizó con los datos recolectados con el ensayo de flexión que se le realizó a todas las 15 probetas (tejas) por cada porcentaje estudiado, de tal forma que según los resultados se puede observar la formación de 4 subconjuntos de los cuales, todos los grupos son estadísticamente diferentes entre sí, sin embargo, con respecto al 5% vs el grupo control (G.C) , si existe una diferencia significativa, por lo que al tener al menos dos grupos diferentes de los demás, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (H1) “Si existe variación significativa de la resistencia a la flexión en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.”

4.2.4. Análisis de la variación de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada es directamente proporcional.

Para este objetivo, se utilizó como complementó el ANOVA, que fue realizado anteriormente con la post prueba de Tukey, donde los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 08

Tabla 08

Prueba de Tukey (medias) para la variación de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada es directamente proporcional.

| Porcentaje_Tierra | N | Subconjunto para alfa =0.05 |
|-------------------|----|-----------------------------|
| _Diatomea | | 1 |
| 10% | 15 | 2,097624 |
| 5% | 15 | 2,147274 |
| 15% | 15 | 2,266524 |
| G.C | 15 | 2,293157 |
| Sig. | | ,192 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

En la Tabla 08 se puede observar los resultados obtenidos a través de la prueba de Tukey para medidas, esta se realizó con los datos recolectados a través del principio de Arquímedes donde se obtuvo las densidades correspondientes de cada uno de las 15 probetas (tejas) de tal forma que según los resultados solo se formó un solo subconjunto de los cuales, todos los grupos son estadísticamente iguales entre sí.

De manera que la significancia (sig.) 0.192%, nos indica que no existe diferencia significativa entre sus densidades, siendo el grupo control (G.C) y el grupo de 15% los que poseen los valores más altos de densidad (experimental) a comparación de los demás.

Con lo antes expuesto se puede determinar en acepta la hipótesis nula (H0), donde indica que “No existe variación significativa de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada”. Siendo esto un resultado negativo ya que no era con el que contábamos al momento del estudio.

4.2.5. Determinación de la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.

La mayor resistencia a la flexión obtenida de los cuatro grupos de reemplazo de tierra diatomea calcinada por greda fue del 5% (8.3857 kgf/cm²), esto se puede comprobar la tabla 05 en donde se empleó el análisis de varianza unidireccional ANOVA, además también, en la tabla 07 se aprecia que empleando la prueba Tukey existen cuatro grupos claramente marcados, de los cuales el último grupo (N4) es mayor que el grupo control (G.C).

De la misma forma al analizar la densidad a través del análisis de varianza unidireccional ANOVA se encontró un valor estadístico F de 1,882 con un valor de significancia (sig.) de 0,143% lo que hace que no exista una significancia importante, esto se puede apreciar de la tabla 00. Por último, en con la prueba Tukey se determinó que solo existe un subconjunto con una significancia (sig.) de 0,192 lo que ratifica los resultados obtenidos por el análisis unidireccional ANOVA, esto se puede comprobar en la tabla 00. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁) “Si hay influencia en el porcentaje de tierras de diatomeas calcinada, influye significativamente sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.”

4.3. Discusión de resultados

- Se obtuvo que la muestra con un 5% de diatomea calcinada presenta una resistencia a la flexión más alta que la del grupo control teniendo un promedio de 119 psi o 8.3857 kgf/cm², superando así a las muestras que contenían un porcentaje mayor las cuales no superaban los 100 psi. Esto se puede observar en los resultados expuestos por De Silva y Sarangi (2017), quienes determinaron que el porcentaje óptimo en su ensayo de rotura es del 10%, es importante mencionar que el estudio se dio para la fabricación de un ladrillo de arcilla por lo que si consideramos que el ladrillo posee el doble de masa que una teja tendríamos que el porcentaje obtenido está en el rango aceptable.
- Los resultados sobre la densidad presentan una diferencia entre el grupo control y los demás porcentajes estudiados (5, 10, 15%) resultando que la cantidad de tierra diatomea calcinada que sustituye a la arcilla (greda) no influye en la densidad final del producto, al menos no en las proporciones estudiadas. Esto contrasta lo realizado por Galán et al. (2017), quienes para un ladrillo de arcilla con un reemplazo del 10% de tierra diatomea calcinada se obtuvo una disminución del 10% con respecto a su densidad siendo esto considerable para la masa de un ladrillo, pero mínimo si se lo quiere comparar con una teja ya que la proporción de tamaño y peso es diferente.
- La variación presentada en los resultados referentes a la flexión es clara entre los porcentajes estudiados, dando una significancia (sig.) de 1%, de forma que el 5% presenta una diferencia del 0.6 kgf/cm² más que el grupo control (G.C). Según los resultados de Escalera et al. (2016) en su ensayo realizado con un ladrillo cocido de arcilla al cual se le reemplazo un 10% de tierra de diatomea con nuez de Brasil obtuvieron 8.5MPa (86.67 Kgf/cm²) presentando ellos también una variación en sus resultados los cuales según su resistencia varían aproximadamente entre 1 y 1.5 MPa.

- Respecto a la variación de los porcentajes en densidad se determina que no existe una diferencia relevante entre los cuatro grupos ensayados. Ya que al agregar diatomea calcinada la influencia de esta tendrá una significancia de 0.192% siendo menor respecto al grupo control (0%). Esto difiere con los resultados obtenidos Mateo et al. (2016), los cuales en su estudio aplicado en ladrillos de arcilla obtuvieron que al reemplazar la diatomea calcinada entre 1-5% se logró disminuir la densidad de la misma entre 6 y 12% con respecto a su grupo control.
- Por último, la muestra que obtuvo una mejor resistencia a la flexión fue aquella en la que se agregó un 5% de reemplazo de tierra diatomea calcinada dando una resistencia de 119 psi (8.365 kgf/cm²) superando al grupo control (0%), además, que la densidad que obtuvo la muestra de 5% es la segunda mejor del estudio con 2.10 g/cm³ siendo menor que el grupo control (ρ 2.29 g/cm³). Estos resultados son parecidos a los obtenidos por De Silva y Sarangi, donde se demostró que el 10% del reemplazo de diatomea calcinada obtuvo mejoras de resistencia a la flexión y al mismo tiempo si redujo su densidad en 45.97% con respecto al peso total, lo que hizo más poroso al ladrillo.

V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

5.1. Conclusiones

1. Se determinó que, si existe influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales, teniendo que en el caso de la resistencia a la flexión, esta influencia es más notoria ya que los valores obtenidos si presentan una diferencia significativa entre ellos, teniendo un pico máximo de 119 psi correspondiente al 5%, luego de esto la resistencia a la flexión tiende a decrecer; por otro lado la densidad presenta diferentes valores, pero estadísticamente no tienen diferencia significativa, por lo que se puede asumir que son iguales entre sí.
2. Se determinó el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión en las tejas artesanales, teniendo que, se verificó que al reemplazar el 5% de la arcilla (greda) por tierra diatomea calcinada se obtiene una resistencia a la flexión aceptable (119 psi), la cual supera al grupo control (109 psi) en un 8.40%.
3. Se determinó que no existe un porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales, debido a que al realizar el análisis estadístico respectivo tenemos como resultado que no existe una diferencia significativa entre los valores obtenidos. Se puede indicar también que, el grupo control (0%) posee una densidad de 2.29 g/cm³ siendo este el valor más alto en comparación con las tejas con 5,10 y 15% (2.15, 2.10 y 2.27 g/cm³).
4. Se logró analizar la variación de la resistencia a la flexión de las tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada, en donde se formó 04 grupos diferentes unos de otros, este comportamiento se da según la ecuación polinómica de tercer grado: $y = 11.967x^3 - 89.767x^2 + 194.67x - 6.8667$, de forma que el mayor

valor es 119 psi y el menor es el 92 psi, correspondiente a los porcentajes de 5 y 10 % respectivamente.

5. Se logró analizar la variación de densidad de las tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada, esta variación presenta un comportamiento según la ecuación polinómica de tercer grado: $y = 0.0204x^3 - 0.0742x^2 - 0.066x + 2.4129$, de forma que el menor valor es 2.10 g/cm³ y el mayor es el 2.27 g/cm³, correspondiente a los porcentajes de 10 y 0 % respectivamente. Sin embargo, estadísticamente no existe diferencia significativa entre sus valores por lo que se asume que no existe una variación de la densidad de las tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada.

5.2. Sugerencias

1. Continuar con la investigación, teniendo en cuenta valores que oscilen entre 0 -10% de reemplazo de tierra diatomea calcinada.
2. Investigar la influencia de la tierra diatomea calcinada, pero como una adición parcial en la fabricación de tejas artesanales.
3. Elaborar las tejas artesanales preferentemente en el lugar donde se va a realizar el estudio de laboratorio para que estas se encuentren en perfectas condiciones antes de realizar los ensayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tesis

- Alvarez, A. (2020) *Clasificación de las Investigaciones*. Repositorio. <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20C%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Carrillo, L., Alcoser, S. y Aparador, W. (2013). Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo Mechanical Properties of Concrete for Low-Cost Housing. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 14(2), 285–298. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72243-1](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72243-1)
- Chávez, D. (2014). Estudio de tejas de microcemento e implementación de un taller de producción [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería] cybertesis. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3278>

Artículos Científicos

- Aagani, THF, De Silva y GHMJS (2019). Enhancement of the structural properties of fired clay roof tiles with waste rice husk ash and ceramic sludge. *Digital Library University of Moratuwa Sri Lanka*. <http://dl.lib.uom.lk/handle/123/16252>
- Abbas, S., Saleema, M., Kazmi, S. y Munir, M. (2017). Production of Sustainable Clay Bricks using Waste Fly Ash: Mechanical and Durability Properties. *Journal of Building Engineering*, 14,7-14. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2017.09.008>
- Akhtar, MN., Hattamleh, O. y Akhtar, Jn. (2017). Feasibility of coal fly ash-based bricks and roof tiles as construction materials: a review. *MATEC Web Conferences.*,120, 1-11. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712003008>
- Al Fakih, A., Mohammed, S., Shahir, M., Nikbakht, E. (2019). Incorporation of Waste Materials in the Manufacture of Masonry Bricks: An Update Review. *Journal of Building Engineering*, 21, 37-54. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.09.023>

- De Silva, S. y Mallwattha, M. (2018). Strength, durability, thermal and run-off properties of fired clay roof tiles incorporated with ceramic sludge. *Construction and Building Materials*, 179, 390-399. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.187>
- De Silva, S. y Surangi, M. (2017). Effect of waste rice husk ash on structural, thermal and run-off properties of clay roof tiles. *Construction and Building Materials*, 154, 251-257. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.169>
- Escalera, E., García, G., Terán, R., Tegmana, R., Anttia, ML. y Odénd, M. (2016). The production of porous brick material from diatomaceous earth and Brazil nut shell ash. *Construction and Building Materials*, 98, 257-264. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.003>
- Farías, R., Martínez, C., Cotes, T. y Martínez, M. (2017). Effects of Wastes from the Brewing Industry in Lightweight Aggregates Manufactured with Clay for Green Roofs. *Materials*, 10(5),527. <https://doi.org/10.3390/ma10050527>
- Galán Arboledas, R., Cotes Palomino, M., Bueno, S. y Martínez García, C. (2017). Evaluation of spent diatomite incorporation in clay-based materials for lightweight bricks processing. *Construction and Building Materials*,144, 327-337. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.202>
- García, A. (2019). *Mejora del proceso de fabricación de tejas de barro y/o arcilla en la parroquia la victoria* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi] Repositorio. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5471/1/T-001064.pdf>
- García, N. (2018-2019). *La teja cerámica. Orígenes, análisis y estudios constructivos en Euskadi y la comunidad valenciana* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. Riunet. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/131914/Garc%C3%ADa%20-%20La%20teja%20cer%C3%A1mica.%20Origenes,%20an%C3%A1lisis%20y%20estudios%20constructivos%20en%20Euskadi%20y%20la%20Comunidad%20V....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, F. (2010, diciembre). Medida de la densidad un sólido y de un líquido. Física con ordenador. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

- Hernández, R. (6ta Ed.). (2014) *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Infinitia Research (2021, 23 de febrero). *Ensayo de flexión en materiales ¿Cuándo se realizan?* <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayo-de-flexion-en-materiales-cuando-se-realizan/>
- Novoa, A., Bosch, J. Díaz, F., Malmusi, D. Darnell, M. y Trilla, C. (2014). El impacto de la crisis en la relación entre vivienda y salud. Políticas de buenas prácticas para reducir las desigualdades en salud asociadas con las condiciones de vivienda. *Gaceta Sanitaria*, 28(S1), 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.02.018>
- Mateo, S., Cuevas, M., La Rubia, M. y Eliche Quesada, D. (2016). Preliminary study of the use of spent diatomaceous earth from the brewing industry in clay matrix bricks. *Taylor & Francis Online*, 117(02), 77-84. <https://doi.org/10.1080/17436753.2016.1221019>
- Minhaj, S., Junaid, M., Patnaikunia, I., Wu, Y. y Fawad, U. (2018). Thermal performance enhancement of eco-friendly bricks incorporating agro-wastes. *Energy and Buildings*, 158, 1117-1129. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.056>

Libros

- HISPALYT (1998). *Manual para el diseño y ejecución de cubiertas de teja cerámica española*. <https://www.hispalyt.es/cd2/materiales/mate.htm>
- Promateriales (2018, 15 de enero). *La Cubierta de Teja Cerámica pendientes de la tradición y la belleza*. <https://www.promateriales.com/pdf/pm0805.pdf>

Normas

- ASTM D7263-21 (2021). *Métodos de prueba estándar para la determinación en laboratorio de la densidad y el peso unitario de las muestras de suelo*. ASTM International. <https://www.astm.org/Standards/D7263.htm>
- INEI. (2017). Características de la infraestructura de las viviendas particulares. *Perú Perfil Sociodemográfico* 2017, 40. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1539/

cap04.pdf

INEI. (2017). Características de las viviendas particulares censadas. *Características de Las Viviendas Particulares y Los Hogares. Acceso a Servicios Básicos*,24. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1538/parte01.pdf

INEN 986 (1982-2012). *Tejas Cerámicas. Definiciones. Clasificación y Condiciones Generales.* Norma Técnica Ecuatoriana. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/986.pdf>

INEN 988 (1982-2012) *Teja cerámica, determinación de la resistencia a la flexión.* Norma Técnica Ecuatoriana. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/988.pdf>

Direcciones Electrónicas

Construmatica (s.f.). *Teja Cerámica. Tipos y Formatos.* https://www.construmatica.com/construpedia/Teja_Cer%C3%A1mica._Tipos_y_Formatos

Construmatica (s.f.). *Teja Romana.* https://www.construmatica.com/construpedia/Teja_Romana

HALÉCO (s.f.). *Tierra de diatomea calcinada “Damolin”. Cubo de 15Kg con tapa.* <http://www.haleco.es/producto/gld45-tierra-de-diatomea-calcinada-damolin-cubo-de-15kg-con-tapa/>

Portal Fruticola (2019, 07 de febrero). *Tierra de Diatomeas: Todo lo que necesitas saber y cómo utilizarla.* <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/02/07/tierra-de-diatomeas-todo-lo-que-necesitas-saber-y-como-utilizarla/>

Rosique, M. (2016, 13 de octubre). *La tierra de diatomeas: usos y aplicaciones.* Plantea tu vida en verde. <https://www.planteaenverde.es/blog/la-tierra-de-diatomeas-todos-sus-usos-y-aplicaciones/>

Sembralia (2020, 05 de mayo) *Tierra de diatomeas, un insecticida y fertilizante de éxito.* <https://sembralia.com/tierra-diatomeas-agricultura/>

Significados (2021, 20 de mayo). *Significado de Densidad*.
<https://www.significados.com/densidad/>

Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015). *Teja de barro*.
de: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/arte/teja_de_barro

Teja Vieja (2016, 18 de Julio). *Tejas Árabes*. <http://tejavieja.es/tejas-arabes/>

VI. ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| TÍTULO | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLES | DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
|--|--|---|---|---|---|---|
| INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE TIERRA DIATOMEA CALCINADA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DENSIDAD DE TEJAS ARTESANALES | <p>Problema General: ¿Cuál es la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de tejas artesanales?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales? • ¿Cuál es el porcentaje óptimo de tierras diatomea calcinada con el que se obtendrá una resistencia a la flexión igual a las tejas artesanales? • ¿Cómo varia la densidad en la fabricación de las tejas artesanales con respecto a las tejas artesanales con porcentaje de tierra diatomea calcinada? • ¿Cómo varia la resistencia a la flexión en la fabricación de las tejas artesanales con respecto a las tejas artesanales con porcentaje de tierra diatomea calcinada? | <p>Hipótesis General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ho. El porcentaje de tierras de diatomeas calcinada no influye significativamente sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales. • H1. El porcentaje de tierras de diatomeas calcinada influye significativamente sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales. <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Objetivo específico 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1: El porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada para reducir la densidad en las tejas artesanales es del 5%. <p>Objetivo específico 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1: El porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada para aumentar la resistencia a la flexión en las tejas artesanales es del 5%. <p>Objetivo específico 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1: La variación de densidad en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada es directamente proporcional. <p>Objetivo específico 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1: La variación de la resistencia a la flexión en tejas artesanales con respecto al porcentaje de tierra diatomea calcinada es inversamente proporcional. | <p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia del porcentaje de tierra diatomea calcinada sobre la resistencia a la flexión y densidad de las tejas artesanales.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá una reducción de densidad en las tejas artesanales. • Determinar el porcentaje óptimo de tierra diatomea calcinada con el que se obtendrá un aumento de la resistencia a la flexión con respecto a las tejas artesanales. • Analizar la variación de densidad de las tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tierra diatomea calcinada. • Analizar la variación de la resistencia a la flexión en la fabricación de tejas artesanales con respecto a las que contienen porcentajes de tierra diatomea calcinada. | <p>Porcentaje de tierra de diatomea calcinada</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>Densidad</p> | <p>Cantidad de material</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>Densidad</p> | <p>Tipo: Experimental y aplicada.</p> <p>Diseño: post-test</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Técnica de observación. Fichas y formatos de acuerdo a norma</p> <p>Métodos de análisis de investigación: ANOVA unidireccional</p> |

ANEXO N° 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Adquisición de la tierra de diatomea



Calcinación de la Tierra de diatomea a 750 °C



Tamizado de la Tierra de diatomea calcinada por medio del tamiz N° 50



Mezcla de arena y greda



Incorporación de la tierra de diatomea calcinada



Mezcla final para la elaboración de las tejas



Elaboración de las tejas con 0%, 5%, 10% y 15% de tierra de diatomea



Curado al aire libre durante 4 días



Quemado de las tejas en un horno artesanal por un periodo de tiempo de 8 horas.



Probetas de 0%, 5%, 10% y 15% de tierra de diatomea para ensayos de resistencia a la flexión



Ensayo de resistencia a la flexión a través de una prensa hidráulica modificada



Resultado final



Probetas de 0%, 5%, 10% y 15% de tierra de diatomea para ensayos de densidad



Ensayo de densidad

ANEXO N° 3: ANALISIS ESTADISTICO CON SPSS

```

GET
FILE='C:\Users\DEYVI\Downloads\TESIS - MOD (1).sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
ONEWAY RESISTENCIA_TEJABY PORCENTAJE_TIERRA_DIATOMEA
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/PLOT MEANS
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).

```

Unidireccional

Notas

| | | |
|----------------------------|--|--|
| Salida creada | | 18-APR-2022 10:03:54 |
| Comentarios | | |
| Entrada | Datos | C:\Users\DEYVI\Downloads\TESIS - MOD (1).sav |
| | Conjunto de datos activo | ConjuntoDatos1 |
| | Filtro | <ninguno> |
| | Ponderación | <ninguno> |
| | Segmentar archivo | <ninguno> |
| | N de filas en el archivo de datos de trabajo | 60 |
| Manejo de valores perdidos | Definición de perdidos | Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos. |
| | Casos utilizados | Los estadísticos para cada análisis se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable del análisis. |
| Sintaxis | | ONEWAY RESISTENCIA_TEJA BY PORCENTAJE_TIERRA_ DIATOMEA /STATISTICS DESCRIPTIVES /PLOT MEANS /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05). |
| Recursos | Tiempo de procesador | 00:00:02.88 |
| | Tiempo transcurrido | 00:00:02.94 |

[ConjuntoDatos1] C:\Users\DEYVI\Downloads\TESIS - MOD (1).sav

Descriptivos

RESISTENCIA_TEJA

| | N | Media | Desv. Desviación | Desv. Error | 95% del intervalo de confianza para la media | |
|-------|----|----------|---------------------|-------------|---|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| G.C | 15 | 7,733000 | ,6903323 | ,1782430 | 7,350707 | 8,115293 |
| 5% | 15 | 8,375073 | ,2655318 | ,0685600 | 8,228027 | 8,522120 |
| 10% | 15 | 6,491033 | ,7304180 | ,1885931 | 6,086541 | 6,895525 |
| 15% | 15 | 7,128420 | ,5838347 | ,1507455 | 6,805103 | 7,451737 |
| Total | 60 | 7,431882 | ,9137709 | ,1179673 | 7,195830 | 7,667934 |

Descriptivos

RESISTENCIA_TEJA

| | Mínimo | Máximo |
|-------|--------|--------|
| G.C | 6,3270 | 8,7875 |
| 5% | 8,0142 | 8,7875 |
| 10% | 5,6240 | 7,7330 |
| 15% | 6,3270 | 7,7330 |
| Total | 5,6240 | 8,7875 |

ANOVA

RESISTENCIA_TEJA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|--------|------|
| Entre grupos | 29,364 | 3 | 9,788 | 27,543 | ,000 |
| Dentro de grupos | 19,900 | 56 | ,355 | | |
| Total | 49,264 | 59 | | | |

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RESISTENCIA_TEJA

HSD Tukey

| (I) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | (J) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------|------|
| G.C | 5% | -.6420733 [*] | ,2176725 | ,023 |
| | 10% | 1,2419667 [*] | ,2176725 | ,000 |
| | 15% | ,6045800 [*] | ,2176725 | ,036 |
| 5% | G.C | ,6420733 [*] | ,2176725 | ,023 |
| | 10% | 1,8840400 [*] | ,2176725 | ,000 |
| | 15% | 1,2466533 [*] | ,2176725 | ,000 |
| 10% | G.C | -1,2419667 [*] | ,2176725 | ,000 |
| | 5% | -1,8840400 [*] | ,2176725 | ,000 |
| | 15% | -,6373867 [*] | ,2176725 | ,025 |
| 15% | G.C | -,6045800 [*] | ,2176725 | ,036 |
| | 5% | -1,2466533 [*] | ,2176725 | ,000 |
| | 10% | ,6373867 [*] | ,2176725 | ,025 |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RESISTENCIA_TEJA

HSD Tukey

| (I) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | (J) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | Límite inferior | Límite superior |
| G.C | 5% | -1,218446 | -,065701 |
| | 10% | ,665594 | 1,818339 |
| | 15% | ,028208 | 1,180952 |
| 5% | G.C | ,065701 | 1,218446 |
| | 10% | 1,307668 | 2,460412 |
| | 15% | ,670281 | 1,823026 |
| 10% | G.C | -1,818339 | -,665594 |
| | 5% | -2,460412 | -1,307668 |
| | 15% | -1,213759 | -,061014 |
| 15% | G.C | -1,180952 | -,028208 |
| | 5% | -1,823026 | -,670281 |
| | 10% | ,061014 | 1,213759 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

RESISTENCIA_TEJA

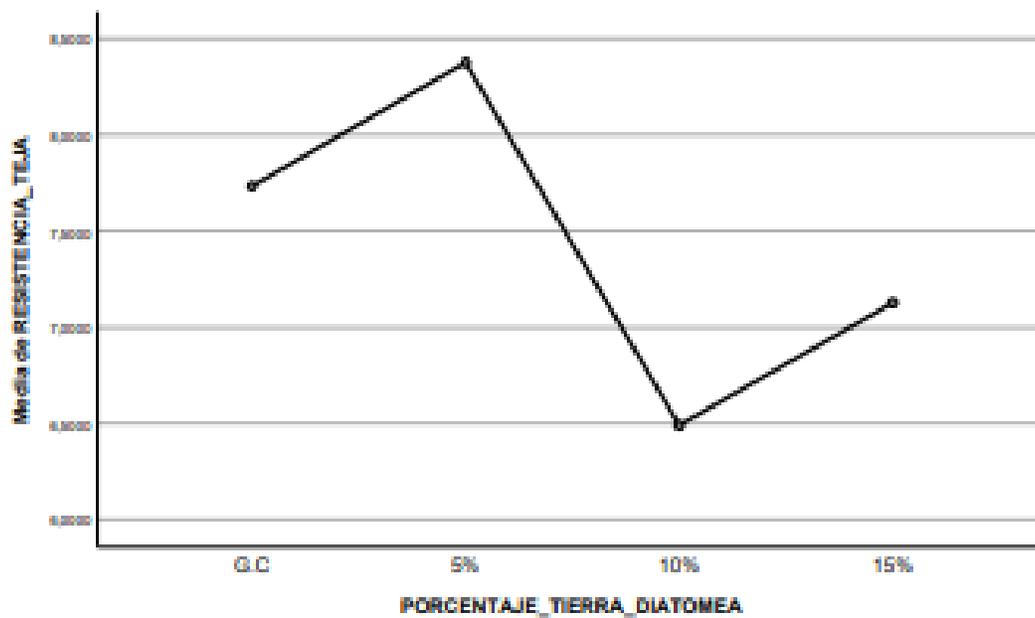
HSD Tukey^a

| PORCENTAJE_TIERRA_D DIATOMEA | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---------------------------------|----|------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10% | 15 | 6,491033 | | | |
| 15% | 15 | | 7,128420 | | |
| G.C | 15 | | | 7,733000 | |
| 5% | 15 | | | | 8,375073 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Gráficos de medias



ONEWAY DENSIDAD BY PORCENTAJE_TIERRA_DIATOMEA
 /STATISTICS DESCRIPTIVES
 /PLOT MEANS
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

Unidireccional

Descriptivos

| DENSIDAD | N | Media | Desv. Desviación | Desv. Error | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo |
|----------|----|----------|---------------------|-------------|---|-----------------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| G.C | 15 | 2,293157 | ,3091536 | ,0798231 | 2,121953 | 2,464360 | 1,8120 |
| 5% | 15 | 2,147274 | ,2981146 | ,0769729 | 1,982184 | 2,312364 | 1,8228 |
| 10% | 15 | 2,097624 | ,0785050 | ,0202699 | 2,054149 | 2,141099 | 2,0000 |
| 15% | 15 | 2,266524 | ,2991527 | ,0772409 | 2,100859 | 2,432189 | 2,0571 |
| Total | 60 | 2,201145 | ,2704936 | ,0349206 | 2,131269 | 2,271021 | 1,8120 |

Descriptivos

| DENSIDAD | Máximo |
|----------|--------|
| G.C | 2,5231 |
| 5% | 2,5098 |
| 10% | 2,1951 |
| 15% | 2,7407 |
| Total | 2,7407 |

ANOVA

| DENSIDAD | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|-------|------|
| Entre grupos | ,395 | 3 | ,132 | 1,882 | ,143 |
| Dentro de grupos | 3,921 | 56 | ,070 | | |
| Total | 4,317 | 59 | | | |

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DENSIDAD

HSD Tukey

| (I) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | (J) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------|------|
| G.C | 5% | ,1458827 | ,0966271 | ,439 |
| | 10% | ,1955327 | ,0966271 | ,192 |
| | 15% | ,0266327 | ,0966271 | ,993 |
| 5% | G.C | -,1458827 | ,0966271 | ,439 |
| | 10% | ,0496500 | ,0966271 | ,955 |
| | 15% | -,1192500 | ,0966271 | ,608 |
| 10% | G.C | -,1955327 | ,0966271 | ,192 |
| | 5% | -,0496500 | ,0966271 | ,955 |
| | 15% | -,1689000 | ,0966271 | ,309 |
| 15% | G.C | -,0266327 | ,0966271 | ,993 |
| | 5% | ,1192500 | ,0966271 | ,608 |
| | 10% | ,1689000 | ,0966271 | ,309 |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DENSIDAD

HSD Tukey

| (I) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMFA | (J) PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMFA | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | Límite inferior | Límite superior |
| G.C | 5% | -,109975 | ,401740 |
| | 10% | -,060325 | ,451390 |
| | 15% | -,229225 | ,282490 |
| 5% | G.C | -,401740 | ,109975 |
| | 10% | -,206208 | ,305508 |
| | 15% | -,375108 | ,136608 |
| 10% | G.C | -,451390 | ,060325 |
| | 5% | -,305508 | ,206208 |
| | 15% | -,424758 | ,086958 |
| 15% | G.C | -,282490 | ,229225 |
| | 5% | -,136608 | ,375108 |
| | 10% | -,086958 | ,424758 |

Subconjuntos homogéneos

DENSIDAD

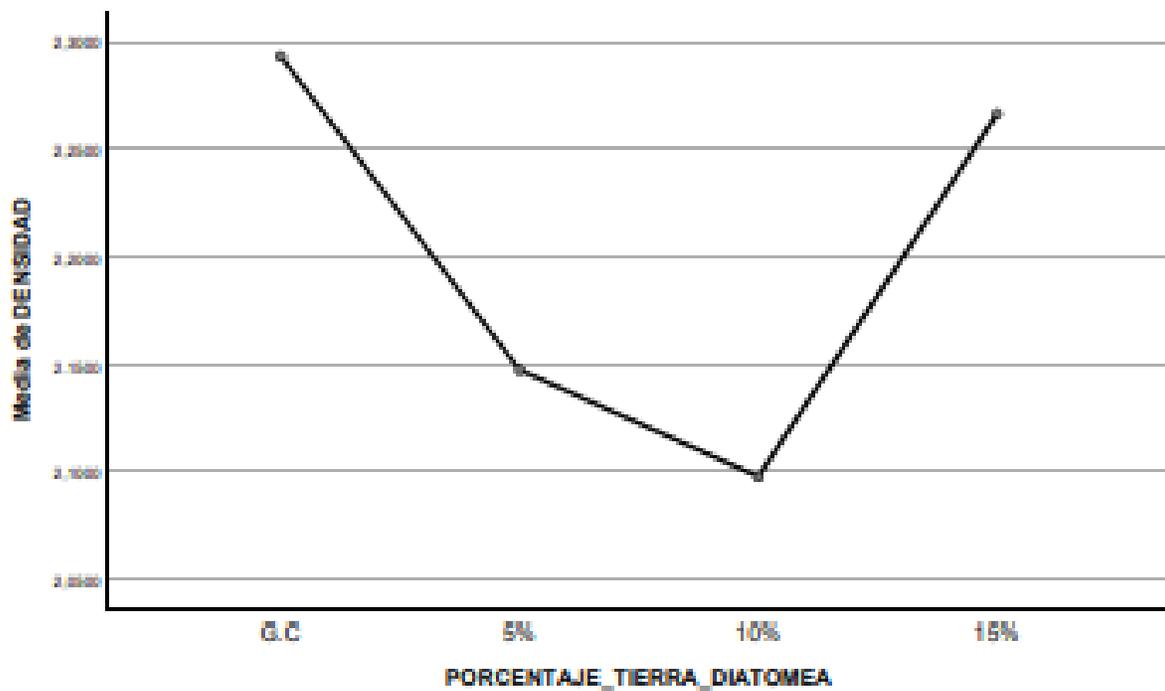
HSD Tukey^a

| PORCENTAJE_TIERRA_D IATOMEA | N | Subconjunto para alfa = 0.05 1 |
|--------------------------------|----|--------------------------------------|
| 10% | 15 | 2,097624 |
| 5% | 15 | 2,147274 |
| 15% | 15 | 2,266524 |
| G.C | 15 | 2,293157 |
| Sig. | | ,192 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Gráficos de medias



ANEXO N° 4: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Tabla 09

Análisis de precios Unitarios 0%

| Partida: | Elaboración de tejas artesanales | | FECHA DE PRESUPUESTO: | | 16/04/2022 | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|------------------------------|-----------------|------------|-----------|
| Especificación: | 0% | | | | | |
| Unidad: | Und. | | | | | |
| Rendimiento: | 1000 | | | | | |
| Descripción | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Parcial | Total |
| Materiales | | | | | | S/ 567.2 |
| Arena gruesa | | m3 | 0.9 | S/ 150.00 | S/ 135 | |
| Greda | | m3 | 1.1 | S/ 180.00 | S/ 198 | |
| Agua | | m3 | 2 | S/ 3.00 | S/ 6.00 | |
| Leña | | Und | 140 | S/ 1.63 | S/ 228.2 | |
| Mano de Obra | | | | | | S/ 420.00 |
| Operario | 3.00 | hh | 8 | S/ 12.50 | S/ 300 | |
| Peón | 1.5 | hh | 8 | S/ 10.00 | S/ 120 | |
| Equipos y herramientas | | | | | | S/ 12.6 |
| Herramientas Manuales | | 3%MO | 0.03 | S/ 420.000 | S/ 12.6 | |
| Nota: Elaboración propia | | | | | | S/ 1000 |
| Costo unitario | | | | | | S/ 1000 |

Tabla 10

Análisis de precios Unitarios 5%

| Partida: | Elaboración de tejas artesanales | | FECHA DE PRESUPUESTO: | | 16/04/2022 | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------|------------------------------|-----------------|------------|-----------|
| Especificación: | 5% | | | | | |
| Unidad: | Und. | | | | | |
| Rendimiento: | 1000 | | | | | |
| Descripción | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Parcial | Total |
| Materiales | | | | | | S/ 615.2 |
| Arena gruesa | | m3 | 0.86 | S/ 150.00 | S/ 129 | |
| Greda | | m3 | 1.1 | S/ 180.00 | S/ 198 | |
| Agua | | m3 | 2 | S/ 3.00 | S/ 6.00 | |
| Leña | | Und | 140 | S/ 1.63 | S/ 228.2 | |
| Tierra de diatomea | | kg | 45 | S/ 1.2 | S/ 54.00 | |
| Mano de Obra | | | | | | S/ 420.00 |
| Operario | 3.00 | hh | 8 | S/ 12.50 | S/ 300 | |
| Peón | 1.5 | hh | 8 | S/ 10.00 | S/ 120 | |
| Equipos y herramientas | | | | | | S/ 12.6 |
| Herramientas Manuales | | 3%MO | 0.03 | S/ 420.000 | S/ 12.6 | |
| Nota: Elaboración propia | | | | | | S/ 1047.8 |
| Costo unitario | | | | | | S/ 1047.8 |

Tabla 11

Análisis de precios Unitarios 10%

| Partida: | Elaboración de tejas artesanales | | FECHA DE PRESUPUESTO: | | | 16/04/2022 |
|-------------------------------|----------------------------------|--------|------------------------------|-----------------|----------|------------|
| Especificación: | 10% | | | | | |
| Unidad: | Und. | | | | | |
| Rendimiento: | 1000 | | | | | |
| Descripción | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Parcial | Total |
| Materiales | | | | | | S/ 661.7 |
| Arena gruesa | | m3 | 0.81 | S/ 150.00 | S/ 121.5 | |
| Greda | | m3 | 1.1 | S/ 180.00 | S/ 198.0 | |
| Agua | | m3 | 2 | S/ 3.00 | S/ 6.00 | |
| Leña | | Und | 140 | S/ 1.63 | S/ 228.2 | |
| Tierra de diatomea | | kg | 90 | S/ 1.2 | S/ 108.0 | |
| Mano de Obra | | | | | | S/ 420.00 |
| Operario | 3.00 | hh | 8 | S/ 12.50 | S/ 300 | |
| Peón | 1.5 | hh | 8 | S/ 10.00 | S/ 120 | |
| Equipos y herramientas | | | | | | S/ 12.6 |
| Herramientas Manuales | | 3%MO | 0.03 | S/ 420.000 | S/ 12.6 | |
| Costo unitario | | | | | | S/ 1094.2 |

Nota: Elaboración propia**Tabla 12**

Análisis de precios Unitarios 15%

| Partida: | Elaboración de tejas artesanales | | FECHA DE PRESUPUESTO: | | | 16/04/2022 |
|-------------------------------|----------------------------------|--------|------------------------------|-----------------|----------|------------|
| Especificación: | 15% | | | | | |
| Unidad: | Und. | | | | | |
| Rendimiento: | 1000 | | | | | |
| Descripción | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Parcial | Total |
| Materiales | | | | | | S/ 708.2 |
| Arena gruesa | | m3 | 0.76 | S/ 150.00 | S/ 114.0 | |
| Greda | | m3 | 1.1 | S/ 180.00 | S/ 198.0 | |
| Agua | | m3 | 2 | S/ 3.00 | S/ 6.00 | |
| Leña | | Und | 140 | S/ 1.63 | S/ 228.2 | |
| Tierra de diatomea | | kg | 135 | S/ 1.2 | S/ 162.0 | |
| Mano de Obra | | | | | | S/ 420.00 |
| Operario | 3.00 | hh | 8 | S/ 12.50 | S/ 300 | |
| Peón | 1.5 | hh | 8 | S/ 10.00 | S/ 120 | |
| Equipos y herramientas | | | | | | S/ 12.6 |
| Herramientas Manuales | | 3%MO | 0.03 | S/ 420.000 | S/ 12.6 | |
| Costo unitario | | | | | | S/ 1140.8 |

Nota: Elaboración propia

ANEXO N° 5: ENSAYOS EXPERIMENTALES

Tabla 13*Ensayo a la flexión 0%*

| RESISTENCIA A FLEXION A LOS 4 DÍAS CON EL GRUPO CONTROL | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|-----------|--------------|------------|------------|--------------------------|-------------------|
| N° | Curado al aire libre (días) | Cocción de las muestras (horas) | Peso (kg) | Espesor (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) | Flecha de curvatura (cm) | Resistencia (PSI) |
| 1 | 4 | 8 | 1.480 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 2 | 4 | 8 | 1.396 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 3 | 4 | 8 | 1.396 | 1 | 44 | 22 | 6 | 105 |
| 4 | 4 | 8 | 1.356 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 5 | 4 | 8 | 1.373 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 6 | 4 | 8 | 1.387 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 7 | 4 | 8 | 1.416 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 8 | 4 | 8 | 1.375 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 9 | 4 | 8 | 1.410 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 10 | 4 | 8 | 1.383 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 11 | 4 | 8 | 1.408 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 12 | 4 | 8 | 1.415 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 13 | 4 | 8 | 1.405 | 1 | 44 | 22 | 6 | 90 |
| 14 | 4 | 8 | 1.357 | 1 | 44 | 22 | 6 | 125 |
| 15 | 4 | 8 | 1.396 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| Promedio | | | | | | | | 110 |

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 14***Ensayo a la flexión 5%*

| RESISTENCIA A FLEXION A LOS 4 DÍAS CON EL 5% DE TIERRA DE DIATOMEA | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------------|-----------|--------------|------------|------------|--------------------------|-------------------|
| N° | Curado al aire libre (días) | Cocción de las muestras (horas) | Peso (kg) | Espesor (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) | Flecha de curvatura (cm) | Resistencia (PSI) |
| 1 | 4 | 8 | 1.326 | 1 | 44 | 22 | 6 | 115 |
| 2 | 4 | 8 | 1.369 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 3 | 4 | 8 | 1.301 | 1 | 44 | 22 | 6 | 122 |
| 4 | 4 | 8 | 1.316 | 1 | 44 | 22 | 6 | 114 |
| 5 | 4 | 8 | 1.263 | 1 | 44 | 22 | 6 | 116 |
| 6 | 4 | 8 | 1.309 | 1 | 44 | 22 | 6 | 125 |
| 7 | 4 | 8 | 1.404 | 1 | 44 | 22 | 6 | 123 |
| 8 | 4 | 8 | 1.313 | 1 | 44 | 22 | 6 | 122 |
| 9 | 4 | 8 | 1.323 | 1 | 44 | 22 | 6 | 115 |
| 10 | 4 | 8 | 1.310 | 1 | 44 | 22 | 6 | 116 |
| 11 | 4 | 8 | 1.312 | 1 | 44 | 22 | 6 | 119 |
| 12 | 4 | 8 | 1.318 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 13 | 4 | 8 | 1.316 | 1 | 44 | 22 | 6 | 125 |
| 14 | 4 | 8 | 1.320 | 1 | 44 | 22 | 6 | 120 |
| 15 | 4 | 8 | 1.355 | 1 | 44 | 22 | 6 | 125 |
| Promedio | | | | | | | | 119 |

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 15*Ensayo a la flexión 10%*

| RESISTENCIA A FLEXION A LOS 4 DÍAS CON EL 10% DE TIERRA DE DIATOMEA | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|-----------|--------------|------------|------------|--------------------------|-------------------|
| N° | Curado al aire libre (días) | Cocción de las muestras (horas) | Peso (kg) | Espesor (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) | Flecha de curvatura (cm) | Resistencia (PSI) |
| 1 | 4 | 8 | 1.312 | 1 | 44 | 22 | 6 | 80 |
| 2 | 4 | 8 | 1.326 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 3 | 4 | 8 | 1.373 | 1 | 44 | 22 | 6 | 80 |
| 4 | 4 | 8 | 1.341 | 1 | 44 | 22 | 6 | 80 |
| 5 | 4 | 8 | 1.331 | 1 | 44 | 22 | 6 | 95 |
| 6 | 4 | 8 | 1.319 | 1 | 44 | 22 | 6 | 85 |
| 7 | 4 | 8 | 1.346 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 8 | 4 | 8 | 1.428 | 1 | 44 | 22 | 6 | 83 |
| 9 | 4 | 8 | 1.359 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 10 | 4 | 8 | 1.341 | 1 | 44 | 22 | 6 | 90 |
| 11 | 4 | 8 | 1.325 | 1 | 44 | 22 | 6 | 95 |
| 12 | 4 | 8 | 1.382 | 1 | 44 | 22 | 6 | 102 |
| 13 | 4 | 8 | 1.342 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 14 | 4 | 8 | 1.357 | 1 | 44 | 22 | 6 | 105 |
| 15 | 4 | 8 | 1.332 | 1 | 44 | 22 | 6 | 80 |
| Promedio | | | | | | | | 92 |

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 16***Ensayo a la flexión 15%*

| RESISTENCIA A FLEXION A LOS 4 DÍAS CON EL 15% DE TIERRA DE DIATOMEA | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|-----------|--------------|------------|------------|--------------------------|-------------------|
| N° | Curado al aire libre (días) | Cocción de las muestras (horas) | Peso (kg) | Espesor (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) | Flecha de curvatura (cm) | Resistencia (PSI) |
| 1 | 4 | 8 | 1.326 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 2 | 4 | 8 | 1.369 | 1 | 44 | 22 | 6 | 90 |
| 3 | 4 | 8 | 1.301 | 1 | 44 | 22 | 6 | 92 |
| 4 | 4 | 8 | 1.316 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 5 | 4 | 8 | 1.263 | 1 | 44 | 22 | 6 | 95 |
| 6 | 4 | 8 | 1.309 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 7 | 4 | 8 | 1.404 | 1 | 44 | 22 | 6 | 105 |
| 8 | 4 | 8 | 1.313 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 9 | 4 | 8 | 1.323 | 1 | 44 | 22 | 6 | 109 |
| 10 | 4 | 8 | 1.310 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 11 | 4 | 8 | 1.312 | 1 | 44 | 22 | 6 | 100 |
| 12 | 4 | 8 | 1.318 | 1 | 44 | 22 | 6 | 90 |
| 13 | 4 | 8 | 1.316 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| 14 | 4 | 8 | 1.320 | 1 | 44 | 22 | 6 | 90 |
| 15 | 4 | 8 | 1.355 | 1 | 44 | 22 | 6 | 110 |
| Promedio | | | | | | | | 101 |

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 17*Ensayo de densidad 0%*

| Nº | Peso de la masa (g) | Peso total (g) | Peso de la parafina (g) | Volumen de la parafina (cm ³) | Volumen inicial (ml) | Volumen total (ml) | Vi -Vt (ml) | Volumen de la muestra (cm ³) | Densidad (g/cm ³) |
|-----------------|---------------------|----------------|-------------------------|---|----------------------|--------------------|-------------|--|-------------------------------|
| 1 | 53 | 60 | 7 | 8.75 | 500 | 538 | 38 | 29.25 | 1.8120 |
| 2 | 41 | 48 | 7 | 8.75 | 500 | 525 | 25 | 16.25 | 2.5231 |
| 3 | 44 | 49 | 5 | 6.25 | 500 | 525 | 25 | 18.75 | 2.3467 |
| 4 | 42 | 51 | 9 | 11.25 | 500 | 528 | 28 | 16.75 | 2.5075 |
| 5 | 53 | 60 | 7 | 8.75 | 500 | 538 | 38 | 29.25 | 1.8120 |
| 6 | 41 | 48 | 7 | 8.75 | 500 | 525 | 25 | 16.25 | 2.5231 |
| 7 | 44 | 49 | 5 | 6.25 | 500 | 525 | 25 | 18.75 | 2.3467 |
| 8 | 42 | 51 | 9 | 11.25 | 500 | 528 | 28 | 16.75 | 2.5075 |
| 9 | 53 | 60 | 7 | 8.75 | 500 | 538 | 38 | 29.25 | 1.8120 |
| 10 | 41 | 48 | 7 | 8.75 | 500 | 525 | 25 | 16.25 | 2.5231 |
| 11 | 44 | 49 | 5 | 6.25 | 500 | 525 | 25 | 18.75 | 2.3467 |
| 12 | 42 | 51 | 9 | 11.25 | 500 | 528 | 28 | 16.75 | 2.5075 |
| 13 | 53 | 60 | 7 | 8.75 | 500 | 538 | 38 | 29.25 | 1.8120 |
| 14 | 41 | 48 | 7 | 8.75 | 500 | 525 | 25 | 16.25 | 2.5231 |
| 15 | 43 | 49 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.4571 |
| Promedio | | | | | | | | | 2.2906 |

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 18***Ensayo de densidad 5%*

| Nº | Peso de la masa (g) | Peso total (g) | Peso de la parafina (g) | Volumen de la parafina (cm ³) | Volumen inicial (ml) | Volumen total (ml) | Vi -Vt (ml) | Volumen de la muestra (cm ³) | Densidad (g/cm ³) |
|-----------------|---------------------|----------------|-------------------------|---|----------------------|--------------------|-------------|--|-------------------------------|
| 1 | 32 | 37 | 5 | 6.250 | 500 | 519 | 19 | 12.75 | 2.510 |
| 2 | 36 | 41 | 5 | 6.250 | 500 | 526 | 26 | 19.75 | 1.823 |
| 3 | 38 | 44 | 6 | 7.500 | 500 | 524 | 24 | 16.5 | 2.303 |
| 4 | 34 | 38 | 4 | 5.000 | 500 | 523 | 23 | 18 | 1.889 |
| 5 | 32 | 37 | 5 | 6.250 | 500 | 519 | 19 | 12.75 | 2.510 |
| 6 | 36 | 41 | 5 | 6.250 | 500 | 526 | 26 | 19.75 | 1.823 |
| 7 | 38 | 44 | 6 | 7.500 | 500 | 524 | 24 | 16.5 | 2.303 |
| 8 | 34 | 38 | 4 | 5.000 | 500 | 523 | 23 | 18 | 1.889 |
| 9 | 32 | 37 | 5 | 6.250 | 500 | 519 | 19 | 12.75 | 2.510 |
| 10 | 36 | 41 | 5 | 6.250 | 500 | 526 | 26 | 19.75 | 1.823 |
| 11 | 38 | 44 | 6 | 7.500 | 500 | 524 | 24 | 16.5 | 2.303 |
| 12 | 34 | 38 | 4 | 5.000 | 500 | 523 | 23 | 18 | 1.889 |
| 13 | 32 | 37 | 5 | 6.250 | 500 | 519 | 19 | 12.75 | 2.510 |
| 14 | 36 | 41 | 5 | 6.250 | 500 | 526 | 26 | 19.75 | 1.823 |
| 15 | 38 | 44 | 6 | 7.500 | 500 | 524 | 24 | 16.5 | 2.303 |
| Promedio | | | | | | | | | 2.1473 |

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 19*Ensayo de densidad 10%*

| Nº | Peso de la masa (g) | Peso total (g) | Peso de la parafina (g) | Volumen de la parafina (cm ³) | Volumen inicial (ml) | Volumen total (ml) | Vi -Vt (ml) | Volumen de la muestra (cm ³) | Densidad (g/cm ³) |
|-----------------|---------------------|----------------|-------------------------|---|----------------------|--------------------|-------------|--|-------------------------------|
| 1 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 530 | 30 | 22.5 | 2.000 |
| 2 | 41 | 49 | 8 | 10 | 500 | 529 | 29 | 19 | 2.158 |
| 3 | 50 | 57 | 7 | 8.75 | 500 | 533 | 33 | 24.25 | 2.062 |
| 4 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 528 | 28 | 20.5 | 2.195 |
| 5 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 530 | 30 | 22.5 | 2.000 |
| 6 | 41 | 49 | 8 | 10 | 500 | 529 | 29 | 19 | 2.158 |
| 7 | 50 | 57 | 7 | 8.75 | 500 | 533 | 33 | 24.25 | 2.062 |
| 8 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 528 | 28 | 20.5 | 2.195 |
| 9 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 530 | 30 | 22.5 | 2.000 |
| 10 | 41 | 49 | 8 | 10 | 500 | 529 | 29 | 19 | 2.158 |
| 11 | 50 | 57 | 7 | 8.75 | 500 | 533 | 33 | 24.25 | 2.062 |
| 12 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 528 | 28 | 20.5 | 2.195 |
| 13 | 45 | 51 | 6 | 7.5 | 500 | 530 | 30 | 22.5 | 2.000 |
| 14 | 41 | 49 | 8 | 10 | 500 | 529 | 29 | 19 | 2.158 |
| 15 | 50 | 57 | 7 | 8.75 | 500 | 533 | 33 | 24.25 | 2.062 |
| Promedio | | | | | | | | | 2.0976 |

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 20***Ensayo de densidad 15%*

| Nº | Peso de la masa (g) | Peso total (g) | Peso de la parafina (g) | Volumen de la parafina (cm ³) | Volumen inicial (ml) | Volumen total (ml) | Vi -Vt (ml) | Volumen de la muestra (cm ³) | Densidad (g/cm ³) |
|-----------------|---------------------|----------------|-------------------------|---|----------------------|--------------------|-------------|--|-------------------------------|
| 1 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 2 | 34 | 39 | 5 | 6.25 | 500 | 522 | 22 | 15.75 | 2.159 |
| 3 | 37 | 43 | 6 | 7.5 | 500 | 521 | 21 | 13.5 | 2.741 |
| 4 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 5 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 6 | 34 | 39 | 5 | 6.25 | 500 | 522 | 22 | 15.75 | 2.159 |
| 7 | 37 | 43 | 6 | 7.5 | 500 | 521 | 21 | 13.5 | 2.741 |
| 8 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 9 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 10 | 34 | 39 | 5 | 6.25 | 500 | 522 | 22 | 15.75 | 2.159 |
| 11 | 37 | 43 | 6 | 7.5 | 500 | 521 | 21 | 13.5 | 2.741 |
| 12 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 13 | 36 | 42 | 6 | 7.5 | 500 | 525 | 25 | 17.5 | 2.057 |
| 14 | 34 | 39 | 5 | 6.25 | 500 | 522 | 22 | 15.75 | 2.159 |
| 15 | 37 | 43 | 6 | 7.5 | 500 | 521 | 21 | 13.5 | 2.741 |
| Promedio | | | | | | | | | 2.2665 |

Nota: Elaboración propia (2022).

ANEXO N° 6: RESULTADO TURNITIN

INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE TIERRA DIATOMEA CALCINADA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DENSIDAD DE TEJAS ARTESANALES

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | 1library.co Fuente de Internet | 2% |
| 2 | www.coursehero.com Fuente de Internet | 1% |
| 3 | repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 4 | Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante | 1% |
| 5 | repositorio.uct.edu.pe:8080 Fuente de Internet | 1% |
| 6 | www.significados.com Fuente de Internet | 1% |
| 7 | Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante | <1% |
| 8 | hdl.handle.net | |

| | | |
|----|---|------|
| | Fuente de Internet | <1 % |
| 9 | renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | M. Del Río Merino, F. Hernández Olivares. "Escayola reforzada por acción sinérgica entre aditivos del hormigón (fluidificantes, superfluidificantes y aireantes-plastificantes) y fibras de vidrio E", Materiales de Construcción, 2010 Publicación | <1 % |
| 11 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación Trabajo del estudiante | <1 % |
| 13 | Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante | <1 % |
| 14 | repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | patents.google.com Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | www.clubensayos.com Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 17 | celestinofeliciano.jimdofree.com Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | concepto.de Fuente de Internet | <1 % |
| 19 | Ariel Rey Villca Pozo. "Utilización de geopolímero para la mejora de las propiedades en morteros cal-puzolana y su empleo en países en desarrollo.", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación | <1 % |
| 20 | repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 21 | repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante | <1 % |
| 23 | Submitted to Universidad Tecnológica de Bolívar,UTB Trabajo del estudiante | <1 % |
| 24 | prezi.com Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | Francisca Lorenzo Mora. "LOS ESTUCOS MAYAS. Estudio físico-mecánico de variantes | <1 % |

técnicas y su aplicación en la conservación y restauración en el sitio arqueológico La Blanca, Petén, Guatemala.", Universitat Politecnica de Valencia, 2019

Publicación

| | | |
|----|---|------|
| 27 | Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante | <1 % |
| 28 | docslide.us Fuente de Internet | <1 % |
| 29 | repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 30 | enciclopedia.banrepcultural.org Fuente de Internet | <1 % |
| 31 | repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 32 | repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 33 | www.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo