



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR

Gasga Mandujano, Juan Diego (orcid.org/0000-0001-8535-7153)

ASESOR:

Mg. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-00002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

ATE — PERÚ

2023

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a Dios como expresión de gratitud por orientarme en el camino correcto, por cuidarme y proporcionarme la fuerza y sabiduría necesarias. Agradezco también por permitirme conocer a profesores y amigos excepcionales a lo largo de mi trayectoria universitaria

Agradezco a mis padres, Juan Gasga Rojas y Ana Elba Mandujano, así como a mis familiares, por ofrecerme su apoyo incondicional en momentos difíciles y por señalarme el camino para seguir adelante en la consecución de cada una de mis metas propuestas

Agradecimiento

Expreso mi gratitud a la Universidad Cesar Vallejo y a toda la comunidad universitaria por proporcionarme la oportunidad de cursar una carrera profesional. Agradezco especialmente a los docentes por su orientación y por compartir su conocimiento.

Expreso mi agradecimiento al ingeniero Luis Jimmy Clemente Condori por ofrecerme su respaldo, guía y exigencia durante la ejecución y el desarrollo de la investigación, lo cual contribuyó a la adquisición de nuevos conocimientos.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis padres y familiares por brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles. Asimismo, agradezco a todas las personas que participaron en el proceso de desarrollo de la investigación y durante toda mi etapa universitaria.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y

ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad", cuyo autor es GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 7.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 28 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY DNI: 09957407 ORCID: 0000-0002-0250-4363	Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 28-12-2023 19:28:32

Código documento Trilce: TRI - 0711524



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO DNI: 73233995 ORCID: 0000-0001-8535-7153	Firmado electrónicamente por: JDGASGAG el 17- 012024 08:36:03

Código documento Trilce: INV - 1503398

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	17
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	20
3.4 Técnicas e Instrumentos.....	23
3.5 Procedimiento.....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	28
3.7 Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS	30
2 DISCUSIÓN	69
3 CONCLUSIÓN	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS	79

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Características del zapote</i>	12
Tabla 2: <i>Composición química del zapote</i>	12
Tabla 3: <i>Permeabilidad del concreto</i>	16
Tabla 4: <i>Niveles de experimentales</i>	21
Tabla 5: <i>Ensayos experimentales</i>	21
Tabla 7: <i>Confiabilidad</i>	24
Tabla 8: <i>Características de los materiales</i>	33
Tabla 9: <i>Valores de módulo de finura del agregado grueso</i>	34
Tabla 10: <i>Valores de módulo de finura del agregado fino</i>	35
Tabla 11: <i>Valores experimentales del peso específico de la ceniza</i>	36
Tabla 12: <i>Peso específico y Absorción del agregado fino</i>	36
Tabla 13: <i>Densidad y Absorción del agregado grueso</i>	37
Tabla 14: <i>Valores obtenidos del (Puss) y (Pusc) Agregado Grueso</i>	37
Tabla 15: <i>Valores obtenidos del (Puss) y (Pusc) Agregado Fino</i>	38
Tabla 16: <i>Resistencia promedio</i>	39
Tabla 17: <i>Contenido de aire promedio</i>	39
Tabla 18: <i>Contenido de aire promedio</i>	39
Tabla 19: <i>Elección de la proporción agua/ cemento por resistencia (f'_{cr})</i>	40
Tabla 20: <i>Determinación del peso del agregado grueso</i>	41
Tabla 21: <i>Determinación del volumen de los materiales por m^3</i>	41
Tabla 22: <i>Determinación de corrección por humedad</i>	41
Tabla 23: <i>Determinación de aporte de agua a la mezcla</i>	42
Tabla 24: <i>Determinación de agua efectiva</i>	42
Tabla 25: <i>Determinación de cantidad de material requerido</i>	43
Tabla 26: <i>Proporción de materiales para cada muestra en probeta</i>	43
Tabla 27: <i>Proporción de materiales para cada muestra en viga</i>	43
Tabla 28: <i>Proporción de materiales para cada muestra</i>	44
Tabla 29: <i>Asentamiento del concreto</i>	44
Tabla 30: <i>Profundidad de penetración del concreto 28 días de curado</i>	46
Tabla 31: <i>Resistencia a flexión a los 7 días</i>	47
Tabla 32: <i>Resistencia a flexión a los 14 días</i>	49
Tabla 33: <i>Resistencia a flexión a los 28 días</i>	52

Tabla 34: Correlación de Pearson para el asentamiento del concreto	66
Tabla 35: Correlación de Pearson para la Permeabilidad	67
Tabla 36: Correlación de Pearson para la resistencia a flexión	68

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Pirámides de Egipto	10
<i>Figura 2.</i> Coliseo de Roma, Italia	10
<i>Figura 3.</i> Partenón de Grecia	10
<i>Figura 4.</i> Propiedades del zapote.....	11
<i>Figura 5.</i> Curado de Vigas.....	13
<i>Figura 7.</i> Ceniza volante	15
<i>Figura 8.</i> Asentamiento del concreto	15
<i>Figura 9.</i> Análisis Granulométrico de los agregados	16
<i>Figura 11.</i> Creación del diseño.....	30
<i>Figura 12.</i> Selección del diseño	30
<i>Figura 13.</i> Selección de corridas	31
<i>Figura 14.</i> Selección de replicas	31
<i>Figura 15.</i> Factores de diseño	32
<i>Figura 16.</i> Factores de diseño.....	32
<i>Figura 17.</i> Calcinación del zapote	33
<i>Figura 18:</i> Valores de la curva granulométrica del agregado grueso	34
<i>Figura 19:</i> Valores de la curva granulométrica del agregado fino	35
<i>Figura 20.</i> Histograma para prueba de Slump.....	45
<i>Figura 21.</i> Histograma para prueba de penetración por presión	46
<i>Figura 22.</i> Grafica de dispersión para 7 días.....	48
<i>Figura 23.</i> Histograma de flexión para 7 días.....	49
<i>Figura 24.</i> Grafica de dispersión para 14 días.....	50
<i>Figura 25.</i> Histograma de flexión para 14 días.....	51
<i>Figura 26.</i> Grafica de dispersión para 28 días.....	53
<i>Figura 27.</i> Histograma de flexión para 28 días.....	53
<i>Figura 28.</i> Prueba de Anderson Darling para Asentamiento	56
<i>Figura 29.</i> Análisis de Varianza para Asentamiento	57
<i>Figura 30.</i> Efectos estandarizados para Asentamiento	58
<i>Figura 31.</i> Grafica de cubos para el Asentamiento	58
<i>Figura 32.</i> Prueba de Anderson Darling para Permeabilidad	59
<i>Figura 33.</i> Análisis de Varianza para Asentamiento	60
<i>Figura 34.</i> Efectos estandarizados para la permeabilidad.....	61
<i>Figura 35.</i> Grafica de cubos para la permeabilidad.....	61

<i>Figura 36.</i> Prueba de Normalidad para resistencia a flexión	62
<i>Figura 37.</i> Análisis de Varianza para resistencia a flexión	63
<i>Figura 38.</i> Efectos estandarizados para resistencia a flexión	64
<i>Figura 39.</i> Grafica de cubos para la resistencia a flexión.....	64
<i>Figura 40.</i> Clasificación de Pearson.....	65
<i>Figura 41.</i> Correlación de Pearson para Asentamiento.....	65
<i>Figura 42.</i> Correlación de Pearson para permeabilidad	66
<i>Figura 43.</i> Correlación de Pearson para resistencia a flexión	67

Resumen

La presente investigación, titulada “Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad” identifico que, en la actualidad, se han observado problemas sociales relacionados con la filtración y penetración de agua en las estructuras debido a fuertes precipitaciones, lo cual afecta a la población en general. Por lo tanto, se considera apropiado utilizar ceniza de corteza de zapote como aditivo en la producción de un tipo de concreto con baja permeabilidad, destinado a diversas estructuras expuestas a la humedad para reducir el impacto causado por las lluvias. El objetivo es mejorar las propiedades del concreto por medio de la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento. En esta investigación, se empleó un diseño experimental factorial 2^3 para optimizar los resultados, manipulando tres variables: la ceniza de corteza de zapote, agregado fino y el cemento. El propósito de este estudio es mejorar la permeabilidad y la resistencia del concreto. Se logró reducir la permeabilidad del concreto alcanzando una profundidad de penetración de 13 mm mediante el uso de proporciones de 6.5% de ceniza de zapote, 34% de agregado fino y 16.3 % de cemento. Además, se obtuvo un módulo de 54.13 kg/cm², a partir de estos resultados y en consonancia de la Norma NTC 4483, se concluye que la ceniza, debido a su elevado contenido de calcio y partículas finas posibilita la reducción de poros en el concreto. De esta manera la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Palabra clave: Concreto de baja permeabilidad, ceniza de la corteza de zapote, Resistencia a Flexión y diseño factorial 2^3 .

Abstract

The present research, titled "Addition of sapote bark ash in the physical and mechanical properties for a low permeability concrete" identifies that currently, social problems related to the filtration and penetration of water in structures have been observed due to heavy rainfall, which affects the population in general. Therefore, it is considered appropriate to use sapote bark ash as an additive in the production of a type of concrete with low permeability, intended for various structures exposed to humidity to reduce the impact caused by rain. The objective is to improve the properties of concrete through the addition of sapote bark ash, fine aggregate and cement. In this research, a 23 factorial experimental design was used to optimize the results, manipulating three variables: sapote bark ash, fine aggregate and cement. The purpose of this study is to improve the permeability and strength of concrete. The permeability of the concrete was reduced, reaching a penetration depth of 13 mm by using proportions of 6.5% sapote ash, 34% fine aggregate and 16.3% cement. In addition, a modulus of 54.13 kg/cm² was obtained. From these results and in accordance with the NTC 4483 Standard, it is concluded that ash, due to its high content of calcium and fine particles, enables the reduction of pores in the concrete. In this way, the addition of sapote bark ash, fine aggregate and cement improves the physical and mechanical properties of the concrete.

Keyword: Low permeability concrete, sapote bark ash, Flexural Strength and 2³ factorial design.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las dificultades vinculadas con la resistencia a largo plazo de las estructuras están vinculados a la porosidad y permeabilidad, las cuales determinan la capacidad de permitir el paso de los líquidos. Los principales productos químicos que deterioran estas estructuras son los sulfatos, ácidos, dióxido de carbono y cloruros, estos dos últimos compuestos, de manera directa o indirecta, afecta al acero de refuerzo, conocido como corrosión. Además, el concreto es susceptible a los efectos negativos de los agentes atmosféricos, lo cual puede disminuir su resistencia y durabilidad. A esto se suma la escasez de nuevos productos que se añadan o reemplacen en su composición, deficiencia de mantenimiento y la ausencia de monitoreo. Todo esto conlleva la necesidad de desarrollar nuevos diseños, que satisfagan las demandas de la sociedad y garanticen su integridad. (Solís & Alcover, 2019)

El concreto tradicional sufre daños en poco tiempo, debido a que la porosidad se encuentra dispersa en tamaños de granos. Por lo cual, experimenta una disminución en su resistencia a largo plazo y da lugar a costos considerables en términos de mantenimiento, debido a su exposición a las condiciones climáticas. Sandoval et al. (2019). Por otro lado, Bai & Hong, (2023) inducen que, la presencia de vacío permite la filtración de líquidos en la estructura, lo cual tiene un impacto negativo en su durabilidad y calidad. Asimismo, esta porosidad influye en propiedades importantes, como la resistencia del material.

En Colombia, se ha observado que el concreto de alto rendimiento y mayor resistencia se distingue por tener una proporción más elevada de cemento y micro sílice. Esto reduce su porosidad y aumenta su durabilidad en comparación con las estructuras estándar. Sin embargo, un aumento en el porcentaje de cemento aumenta significativamente su costo. Castellano, et al. (2021)

Bustamante (2012) induce que, en el Perú, a pesar de las investigaciones realizadas anteriormente con el objetivo de disminuir la permeabilidad en las estructuras, hasta el momento no se ha logrado establecer un procedimiento o método por la norma peruana para determinar su baja permeabilidad.

El concreto es un material poroso debido a la presencia de numerosos vacíos de diferentes tamaños interconectados entre sí, estos determinan la exposición del material a su entorno ambiental y a los posibles daños causados por la penetración de líquidos, como el agua, dióxido de carbono, cloruro, sulfato, entre otros. Provocando diversas reacciones, lo cual afecta la durabilidad del elemento constructivo. Bautista (2020)

Sika (2020) indica que, el ingreso de productos químicos y de líquidos al concreto presenta riesgos para su durabilidad y afecta el rendimiento de la estructura

En el Perú, a pesar de la amplia cantidad de investigaciones sobre la permeabilidad, no hay consenso sobre un método para medir la baja, media o alta permeabilidad del agua. Además, no se han establecido valores de referencia que posibiliten realizar comparaciones y clasificaciones en términos de reducir la permeabilidad. Bautista (2020)

El concreto convencional está compuesto por cemento, materiales de agregado y agua. A veces, resulta necesario realizar modificaciones debido a que las filtraciones de agua puedan afectar tanto las propiedades físicas como mecánicas del material. Huilca (2022)

De igual forma es necesario mencionar la proyección a futuro, si los resultados no son satisfactorios, aún se enfrentarán dificultades con la falta de un material sólido para reducir la permeabilidad. Además, persiste los problemas de durabilidad y filtración de agua, por lo cual, se recomienda continuar investigando con diferentes proporciones de dosificación con el fin de mejorar las características de porosidad y permeabilidad.

En consecuencia, a todo lo descrito en los anteriores párrafos, se eligió investigar la adición de ceniza de la corteza de zapote para un concreto de baja permeabilidad, de la siguiente forma se plantea el problema general: ¿Cómo la adición de ceniza de la corteza de zapote podría mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad? problemas específicos a) ¿Con una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento se podrían maximizar el asentamiento del concreto de baja permeabilidad? b) ¿ Con una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento se podrían maximizar la impermeabilidad del

concreto? C) ¿Con una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento se podría optimizar la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad? Además, para respaldar la **justificación teórica**, se ampliará conocimientos que se basa en informaciones y estudios realizados con la finalidad de conseguir un concreto con mínima permeabilidad, los cuales pueden ser considerados como antecedentes. Así también, nos basamos en teorías existentes como la norma American Concrete Institute (ACI) para determinar la calidad del concreto. Asimismo, se realizarán ensayos con el fin de reducir su permeabilidad. En tal sentido, la **justificación práctica** tiene como propósito mejorar las propiedades físicas como la permeabilidad y propiedades mecánicas como la resistencia. Esto se logrará adicionando en diferentes dosificaciones la ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, para lo cual se esperan resultados favorables que modifiquen las propiedades físicas y mecánicas. En lo que respecta a la **justificación social**, este estudio aportará beneficio y conocimiento para la sociedad, ya que el concreto de baja permeabilidad proporcionará una mayor durabilidad a las edificaciones, protegiendo de la humedad y mejorando la calidad de sus estructuras. Además, este estudio permitirá el desarrollo de nuevos productos que contribuyan positivamente al campo de la construcción, generando avances y mejoras. Seguidamente, en la **Justificación metodológica**, se propone una nueva metodología para esta investigación, que consiste en incorporar la ceniza de la corteza de zapote en el concreto y determinar sus propiedades físicas y mecánicas, para contestar la hipótesis planteada a través de los resultados derivados de las pruebas ejecutadas en el laboratorio. De esta manera, presentamos el siguiente **Objetivo general**, Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad por medio de la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento y como los **objetivos específicos** a) Maximizar el asentamiento del concreto de baja permeabilidad mediante una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, b) Maximizar la impermeabilidad del concreto mediante una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, c) Optimizar la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad mediante una adición definida de ceniza de corteza de zapote, agregado fino y cemento. Como **Hipótesis general** La adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado

fino y cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad, para la **hipótesis específica** a) Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza el asentamiento del concreto de baja permeabilidad, b) Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza la impermeabilidad del concreto, c) Una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento optimiza la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad.

El estudio determino que la delimitación temporal se llevó a cabo en 4 meses, que inicio en septiembre y concluyó en del 2023. Durante este tiempo, se realizó un proceso completo que abarco todas las etapas del proyecto, incluyendo el trabajo en gabinete, trabajo de campo, trabajo en laboratorio y por último la interpretación de los resultados.

II. MARCO TEÓRICO

Se considero como referencia internacional a Zae, et al. (2022) en su trabajo titulado "Rendimiento de la adición de ceniza de bagazo de caña como relleno para producir concreto ". En su investigación el objetivo fue analizar el impacto de la ceniza de bagazo de caña en las características mecánicas, para lo cual se realizó una metodología experimental. Basándose en los resultados, se evidencia que con las dosificaciones de 5% a 25% respecto al contenido de cemento, se logra una mayor trabajabilidad y mejora su resistencia a compresión. Finalmente, se llegó a la conclusión que es posible diseñar un concreto con mayor resistencia al adicionar ceniza de caña de bagazo, a su vez ayuda a reducir costos y consumo de cemento.

Gurdián, et al. (2021) en su trabajo titulado "Durabilidad del hormigón con aditivos puzolánicos y áridos reciclados". En su investigación el propósito fue evaluar las características mecánicas y la resistencia a largo plazo del concreto a través de pruebas de porosidad, permeabilidad y penetración de cloruro. Fue de carácter experimental, y como resultado se logró obtener que, los valores de permeabilidad disminuyen cuando se logra mayor tiempo de curado, ya que completa su desarrollo de microestructura. Además, se demostró que las propiedades mecánicas solo se ven afectado con los agregados reciclados. Finalmente se tuvo como conclusión que, todas las adiciones tanto como ceniza y agregados reciclados, son aceptados para su uso estructural.

Prakash, et al. (2020) en su artículo titulado "Concreto reforzado con fibra de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno". En su investigación el objetivo fue, adicionar las cenizas volantes como un material sustitutorio al cemento, a su vez, estudiar el efecto que genera la incorporación de la corteza de coco en las propiedades del concreto. La metodología empleada en este estudio fue experimental - descriptivo, teniendo como resultado que, la implementación de polipropileno y ceniza de la corteza de coco, reduce levemente la consistencia de la mezcla. En conclusión, este estudio demuestra que la fibra de polipropileno con la incorporación de ceniza de la corteza de coco, ayuda a mejorar las características mecánicas.

Castellano, et al (2021) en su trabajo científico titulado “Hormigón de ultra alto rendimiento con cenizas volantes locales con alto contenido de carbono sin quemar”. El propósito de su investigación fue, analizar las investigaciones en el cual se utilizaron cenizas volantes para mejorar sus características mecánicas del concreto, el enfoque metodológico utilizado en su estudio fue descriptivo. Lo cual tuvo como resultado que, la calidad de las cenizas volantes que se encuentran en Colombia ayuda a mejorar la resistencia sin ningún tratamiento o aditivo adicional. En conclusión, la ceniza es un material recomendable para mejorar las propiedades, aumentando su resistencia y durabilidad.

Viera, Morillo y Parion, (2022) en su artículo titulado “Influencia de las fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de los morteros”. Llevaron a cabo una investigación para estudiar, el efecto de la inclusión de fibra natural de cabuya en la permeabilidad del concreto, se empleó una metodología experimental. Para lo cual se utilizó una metodología experimental, que consiste en realizar ensayos de penetración y absorción. Teniendo como resultado que, las fibras de cabuya en dosificaciones de 0.15%, 0.3% y 0.5% aumentan la penetración del agua. A partir de esto, se concluyó que las adiciones de fibras de cabuya no disminuyen la permeabilidad.

Aizpurua, et al. (2018) en su artículo científico titulado “Concreto de alta resistencia con cenizas de materiales orgánicos y polímeros”. En su investigación el objetivo fue, identificar los efectos de agregar cenizas orgánicas en la mezcla y a su vez, estudiar la resistencia y deformación, empleando para ello un enfoque experimental del concreto, además, los resultados obtenidos demostraron que ambas adiciones de ceniza, tanto del uso de la cascarilla de arroz, al igual que la cascarilla de huevo, presentaron mejoras con respecto a la muestra de referencia. Al analizar los resultados, se concluyó que ambas adiciones de cenizas mejoran en sus propiedades mecánicas.

Yepes, Reyes y Tobón (2018) en su artículo titulado “Cenizas volantes y humo de sílice en la resistencia a la compresión y auto compactación del concreto”. En su investigación tuvo como objetivo, analizar el impacto de la incorporación de ceniza volante y determinar de qué forma contribuye a la resistencia. Se empleó una metodología experimental, y como resultado se observó que la influencia de la ceniza volante es positiva aumentando la resistencia en un 30%, cuando se

utiliza una dosificación de 15%. Esto se debe a que las partículas de las cenizas se incorporan en la trabajabilidad y ayudan a realizar un mayor desempeño. En conclusión, las mezclas en estado endurecido experimentan un incremento en la resistencia gracias a su composición química y puzolánica.

Burgos, Angulo y Mejía (2012) en su artículo titulado “Durability of add-on mortars with high carbon fly ash”. En su estudio, el propósito principal fue examinar la porosidad, permeabilidad y resistencia del concreto al adicionar la ceniza de carbón en un 10%, 20% y 30%. La metodología empleada fue experimental, porque se realizaron ensayos con especímenes de probetas, teniendo como resultado que, tras 28 días de proceso de curado, la inclusión de 10% de ceniza de carbón, mejoró en su resistencia en un 35.26%, a su vez se redujo la permeabilidad en un 13%. En conclusión, todas las adiciones con la adición de ceniza de carbón redujeron la permeabilidad del concreto.

Se considero como antecedente nacional al autor Ayala, et al. (2022) en su artículo titulado “Concreto permeable utilizando materiales parcialmente reciclados como agregados”. En su estudio el objetivo fue, analizar las distintas adiciones como la ceniza, fibras y agregados. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, dando como resultado que, la adición óptima en la mezcla para la fibra de carbono es de 0.27% y 4% y para la ceniza volante de 0% a 70%, estas adiciones tuvieron mejores comportamientos en estudios anteriores. Llegando a la conclusión que, para la elaboración de la mezcla se deberá sustituir parcialmente el agregado grueso, por diferentes adiciones como ceniza volante.

Torre, Espinoza y Matias, (2022) en tu artículo científico titulado “Uso de microsílíce, metacaolín y puzolana en el estudio del coeficiente de permeabilidad del concreto”. En su investigación el objetivo fue, evaluar la permeabilidad de la muestra al adicionar minerales ultrafinos como metacaolín, microsílíce y puzolana. Para lograrlo, se realizó una metodología experimental que consiste en adicionar los minerales en diferentes dosificaciones. Además, los resultados obtenidos demostraron que estas adiciones tienen una alta capacidad para reducir la permeabilidad. En conclusión, El estudio concluyó que la inclusión de minerales ultrafinos disminuye notablemente la permeabilidad en las estructuras.

Vega, et al. (2022), en su artículo titulado “Simple compressive strength of concrete with plaster and scallop debris”. Tuvieron como objetivo, evaluar la resistencia de las muestras al incorporar residuos de concha de abanico y yeso. Para lograrlo se utilizó una metodología experimental, y los resultados adquiridos indicaron que, al adicionar las fibras de conchas de abanico la resistencia se reduce ligeramente en contraste con la muestra de referencia. En conclusión, se determinó que las adiciones utilizadas serían más beneficiosas para la elaboración del cemento, ya que contienen oxido de calcio.

Contreras & Peña, (2017), en su investigación titulado “Analysis of compressive strength and permeability in concrete by adding dosages of coal fly ash to the mix”. Tuvieron como objetivo, evaluar la resistencia y la permeabilidad de la muestra al añadir ceniza volante de carbón. Para alcanzar este objetivo, se utilizó un enfoque metodológico experimental-cuasiexperimental. De manera complementaria, los datos recopilados revelaron que, al introducir ceniza volante de carbón, se produjeron ciertos efectos específicos en dosificaciones de 6% aumentan la resistencia en un 10.55% y reduce la permeabilidad en un 61.6%. En conclusión, se determinó que las adiciones utilizadas en este estudio serían muy beneficioso para las estructuras, ya que contienen oxido de calcio en un 1,18%.

Solís & Alcocer (2019), en su artículo titulado “Durability of concrete with high absorption aggregates”. Tuvieron el propósito principal de analizar la resistencia y determinar la durabilidad del concreto elaborado con agregados calizos en relación de agua y cemento. Para lograrlo, se empleó la metodología experimental que consiste en realizar ensayos como: porosidad, resistencia y contenida de aire. Dando como resultado que, la relación (a/c) de 0.40 tuvo una mayor resistencia que la relación de 0.70, además, la relación a/c de 0.40 en el ensayo de permeabilidad disminuyo significativamente. Como conclusión se determinó que la estructura tiene una mayor durabilidad en ambientes agresivos cuando se utiliza una (a/c) de 0.40. Además, tendrá una resistencia de 350 kg/cm³ y una porosidad aproximada de 12%.

Cáceres & Flores, (2021) en su artículo de investigación titulado “Concrete resistance with ash inclusión”. En su investigación el objetivo fue, analizar las características mecánicas de la muestra al incorporar la ceniza de origen vegetal.

Para lo cual, se utilizó una metodología experimental, que consistió en, elaborar mezclas con diferentes dosificaciones de ceniza y compararlas con la muestra patrón. Los resultados revelan que después de 28 días, ambas muestras presentan las mismas resistencias. En resumen, es posible añadir ceniza a la composición del concreto en determinadas cantidades. En conclusión, la ceniza puede ser adicionada en la mezcla del concreto en dosificaciones inferiores al 5% para lograr mejores resultados.

Farfán & Pastor (2018) en su artículo titulado “Adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto”. Tienen como objetivo, remplazar un porcentaje de cemento por ceniza de caña de azúcar y analizar la resistencia, considerando un diseño 210 kg/cm². El enfoque metodológico empleado fue experimental, que consistió en remplazar un 20% y 40% de ceniza por cemento. Luego de realizar un análisis, la resistencia se encuentra por debajo de un 59% con respecto al patrón. Como conclusión se estableció que las proporciones de 20% y 40% no logran mejorar las propiedades, por lo tanto, estas dosificaciones no representan una alternativa de solución.

Como base teórica tenemos: **La teoría del concreto** comenzó a utilizarse desde tiempos remotos, el ser humano ha empleado diversas técnicas de construcción en su afán por encontrar un lugar habitable. Incluso, se han registrado técnicas rudimentarias de construcción que se remontaban hace aproximadamente 7 milenios antes de Cristo, cuando diferentes civilizaciones entre ellas: los babilonios, los sumerios y los persas, optaron por establecer ciudades construyendo cerca a los recursos del agua como los ríos. Para la construcción de los muros, la gente cocinaba piedra caliza para obtener cal, posteriormente, se combinaban con subproductos de animales como: manteca de cerdo, yema de huevo, entre otros. Con el transcurso de los años, fueron los antiguos egipcios quienes perfeccionaron estas técnicas y metodologías para edificar las pirámides, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Pirámides de Egipto

Fuente: <https://bit.ly/4405BLq>

Aunque la ingeniería egipcia tuvo un gran avance, fueron los Romanos quienes realizaron estudios y lograron innovadores descubrimientos como al combinar diferentes elementos volcánicos, tales como la piedra caliza al mezclarse con el agua, se formaban una masa consistente que ofrecía una mayor resistencia. Además, el imperio Romano innovó la técnica del concreto aligerado, reduciendo el peso de las estructuras al mismo tiempo que se fortalecían los cimientos mediante el uso de barras de metal. Dos de las estructuras simbólicas y representativas de esa época son los monumentos. En la figura 2 y 3 se interpreta lo expuesto.

Figura 2. Coliseo de Roma, Italia



Fuente: <https://bit.ly/46kirWt>

Figura 3. Partenón de Grecia



Fuente: <https://bit.ly/42Z42MD>

A partir del año 1980 surgieron métodos innovadores de construcción, como el drum túnel, que posibilita la edificación de muros con forma curvas mediante el uso de un concreto flexible, en el cual, se utilizaron en diferentes lugares como Estados Unidos, México, entre otros. Hoy en día definimos un concreto convencional a la composición de tres materiales esenciales: el cemento, agregados y agua, con dosificación específicas dependiendo de las características y del diseño que se requiera. Además, la teoría del concreto

convencional tiene en cuenta otros factores, como la relación (A/C). Una relación de (A/C) más baja tiende a resultar una estructura más resistente y duradero, pero puede dificultar la trabajabilidad de la mezcla. Por otro lado, una relación (A/C) más alta puede aumentar la trabajabilidad, pero puede comprometer la resistencia y durabilidad de la estructura. Nistal, Retana y Ruíz (2012)

En el marco conceptual: Gonzales & López (2019) infieren que, la *ceniza de zapote* se obtiene mediante la carbonatación de zapote, el árbol carece de espinas y sus dimensiones aproximadas son entre 3 o 4 m de altura. Estos árboles se encuentran ubicados en las regiones montañosas de la selva. A su vez, Duque (2019) Señala que, para obtener un porcentaje de cenizas, empleó el método 0-8 de la AACCC, para lo cual, realizó un proceso de secado de la muestra en un peso de 1 g, luego se colocó en un horno a 550 °C durante un tiempo de 5 horas continuas.

$$Ceniza = \frac{Peso\ del\ residuo\ (g)}{Peso\ de\ la\ muestra\ (g)}$$

La producción promedio del *fruto de zapote* se puede estimar en aproximadamente 19 kg por cada planta de zapote al año, el cual está compuesto por, cáscara, pulpa y semilla. En la figura 4 se interpreta lo expuesto.

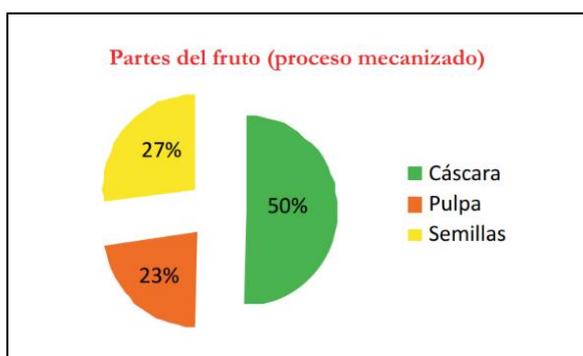


Figura 4. Propiedades del zapote

Fuente: <https://bit.ly/4445Sx9>

Además, dentro de las características físicas de la ceniza de zapote podemos encontrar: la apariencia y color, densidad, porosidad, tamaño de la partícula, entre otros. En la tabla 1 se interpreta lo expuesto.

Tabla 1: *Características del zapote*

Datos	Proporción
Masa (g)	133.6
Largo (mm)	86
Humedad (%)	60.4
Ancho (mm)	52
Ceniza (%)	5
Fibra (%)	11.7

Fuente: Duque (2019)

Por otro lado, en la composición química del zapote se refiere a las características químicas y composición de la ceniza. Algunas de las propiedades químicas del zapote podemos: Calcio, Hierro, Magnesio, Fósforo, Potasio, Sodio, entre otros. En la tabla 2 se interpreta lo expuesto.

Tabla 2: *Composición química del zapote*

Datos	Proporción
Calcio (%)	0.142
Fósforo (%)	0.542
Magnesio (%)	0.222
Potasio (%)	0.572
Zinc (ppm)	21

Fuente: Duque (2019)

Las *propiedades físicas* se pueden medir o percibir, las cuales no se ven afectadas por el tamaño de la mezcla, estas propiedades son cuantificables y tangibles. Se miden a través de la consistencia, fluidez, densidad, fraguado y trabajabilidad; en el cual se determina la forma en que la mezcla se comporta en su estado inicial. Jaime & Portocarrero (2018)

Las *propiedades mecánicas* se derivan principalmente de las proporciones de los materiales empleados como, los agregados, agua y el cemento. Además, en la preparación debe de existir una adecuada adherencia para tener un mejor resultado a largo plazo y una mayor vida útil. Estas propiedades se evalúan mediante diversos ensayos como: ensayo a flexión, compresión y tracción, durabilidad, entre otros. Montero (2019)

El *curado* hace referencia a la etapa en el cual consiste en sumergir el concreto bajo el agua para que reciba una adecuada hidratación y alcance su máxima resistencia, para ellos se debe de controlar la humedad, temperatura y fraguado, como se observa en la figura 5 y 6. El curado es esencial para asegurar un desarrollo óptimo del concreto, como resistencia, durabilidad y permeabilidad. Effio & Granada (2022)



Figura 5. Curado de Vigas



Figura 6. Curado de Probetas

El uso del *cemento* tuvo sus inicios en Grecia, donde existía rocas volcánicas que se aprovecharon para producir cemento natural. Además, con el pasar de los años lo romanos implementaron, cal y cenizas volcánicas conocida como puzolana. Hoy en día, el cemento ha sido uno de los agregados más importantes e indispensables para el concreto, ya que al interactuar químicamente con el agua se endurece y se vuelve sólido. Deledesma (2019). Además, la norma (NTP 334,009/MT 2018) nos menciona que, el cemento se elabora principalmente a partir de clínker, silicato de calcio y también incorpora sulfato de calcio. en su preparación.

La *granulometría* consiste en analizar y clasificar las partículas según su tamaño, esto permite separar las partículas de la muestra determinando sus dimensiones y cuantificando su distribución en diferentes rangos de tamaños. Además, se debe de controlar el material que pasa en cada tamiz y el retenido, estos datos permiten evaluar las propiedades de los materiales en los diferentes ensayos. Cuellar & Sequeiros (2017)

El *diseño de mezcla* es un procedimiento en el cual el método American Concrete Institute (ACI 211.1), nos brinda una aproximación teórica inicial, de los diseños de concreto, también se tiene que tomar en consideración los materiales empleados, su dosificación, sus propiedades, calidad y especificaciones que se va a emplear para su fabricación, como él (Slump, tamaño, estimación de mezcla, tipo de aditivos, etc.).

La *permeabilidad* se define como un principio físico y matemático que se utiliza para describir el fluido a través de los medios porosos. Además, en la ingeniería civil, se utiliza principalmente para comprender y predecir la permeabilidad en los materiales, como el suelo, el concreto y las rocas. Cuando un concreto es permeable, es propenso a sufrir filtraciones de líquidos. Esto puede ser problemático, ya que las filtraciones pueden comprometer la integridad estructural y reducir su resistencia mecánica. Además, la permeabilidad del concreto contribuye a su característica porosa, lo que significa que tiene una mayor tendencia a absorber agua y otros líquidos. Ayala, et al. (2022).

Las *cenizas volantes* al ser incorporada en el concreto pueden contribuir a mejora la, durabilidad, impermeabilidad, resistencia a sulfatos y mejorar la trabajabilidad del material. Estas propiedades se deben a su capacidad para reaccionar con los hidróxidos de calcio liberados durante el proceso de hidratación. Además, las cenizas volantes tienen sales de cloruro (Cl). Bonilla & Córdova (2021). En la figura 7 se interpreta lo expuesto, el cual, se obtuvo a través de la calcinación de materiales de residuos agrícolas



Figura 7. Ceniza volante

En el marco legal: las normas (NTP y ASTM C-143) Indican que el *asentamiento* se evalúa mediante el ensayo de Abrams, consiste en un molde de material metálico que tiene la forma de un cono, en el cual se llenará una primera capa de mezcla dando 25 golpes con una varilla, y de igual forma para las dos siguientes capas. Luego se levanta el molde y se mide la distancia vertical recorrida del concreto en pulgadas, entre la varilla encima del molde y el centro de la mezcla. En la figura 8 se interpreta lo expuesto.

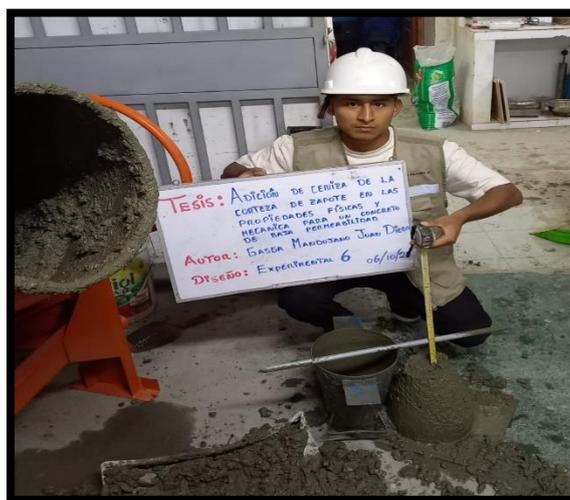


Figura 8. Asentamiento del concreto

Las normas (ASTM C 33 y N.T.P 400.37) establecen los requisitos y los límites *granulométricos* de la arena y la grava, para así poder ser óptimos en el diseño y la elaboración del concreto. Estos requisitos se determinan mediante el uso de los tamices, los cuales nos indican los tamaños de las partículas retenidas en cada tamiz. En la figura 9 se interpreta lo expuesto.



Figura 9. Análisis Granulométrico de los agregados

La Norma (NTC 4483) hace referencia al método para calcular el coeficiente de *permeabilidad*, además, la norma nos proporciona la tabla 3, que muestra el coeficiente de penetración en (m/s) y la profundidad de penetración en (mm). En la siguiente tabla identifican 3 niveles en las que se clasifican por: baja, media y alta.

Tabla 3. Permeabilidad del material de concreto

Coeficiente		
	Permeabilidad	Unidad
Baja	$< 10^{-12}$	m/s
Media	$10^{-12} a 10^{-10}$	m/s
Alta	$> 10^{-10}$	m/s
Profundidad de penetración		
Baja	menor de 30	mm
Media	de 30 a 60	mm
alta	mayor a 60	mm

Fuente: Norma técnica colombiana (NTC 4483)

Diseño factorial 2^k , la técnica de diseño factorial involucra la investigación de varias variables que afectan el desempeño de un resultado. Este enfoque tiene

en cuenta la manera en que estos factores interactúan entre sí con el objetivo de optimizar la variable de respuesta. De acuerdo con la evaluación crítica del diseño factorial 2^k , se utilizan ampliamente en experimentos que abordan múltiples factores, con el objetivo de examinar la influencia en el conjunto de en una variable de interés.

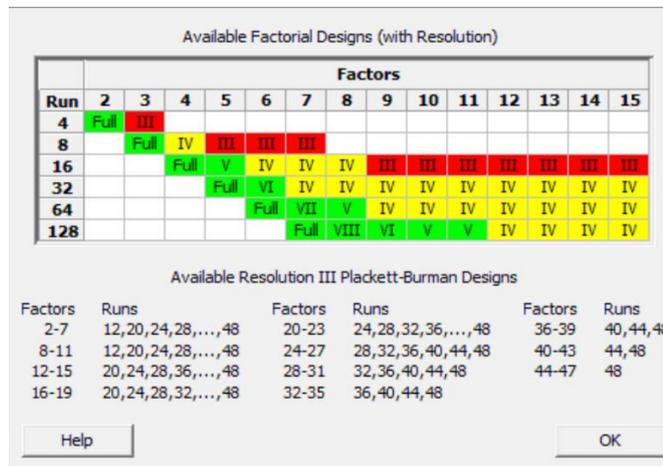


Figura 10. Diseño factorial

Fuentes: <https://bit.ly/3FBtEWF>

III. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Para Cabezas, Andrade y Torres (2018) mencionan que la investigación aplicada tiene como propósito el uso de conocimientos teóricos, vinculados a algunas experiencias que otros investigadores experimentaron con el uso de estos materiales, con la finalidad de resolver problemas cotidianos de los procesos constructivos en los cuales se preparan estas mezclas en forma masiva.

Por estas consideraciones, esta investigación es de *tipo aplicada*, dado que se espera alcanzar resultados muy favorables de la información detallada del concreto de baja permeabilidad.

Método de investigación: Brener (2007) induce que la investigación hipotético-deductivo, es un proceso de razonamiento científico en el cual se plantea una hipótesis y luego se realizan experimentos u observación para comprobar si estas son verdaderas o falsas. Además, se realizan una serie de procedimiento

que consiste en definir una problemática, proponer hipótesis, deducir los posibles resultados, desarrollar y dar validez o rechazar.

Teniendo estas consideraciones, el método de la investigación es *hipotético-deductivo*, porque se formuló una hipótesis para deducir los posibles resultados. Además, se experimentaron a través de ensayos para darle validez a la hipótesis planteada.

Nivel de investigación: El nivel de la investigación es *aplicativo*, por que busca resolver el problema de permeabilidad en el concreto, aplicando bases teóricas para contrastar la hipótesis planteada.

Enfoque de investigación: Para Sanchez (2019) en el enfoque cuantitativo, se recopilan datos como base para realizar diseños experimentales, medir su efecto y cuantificación. Además, se analizaron los resultados a través de datos numéricos y estadísticas

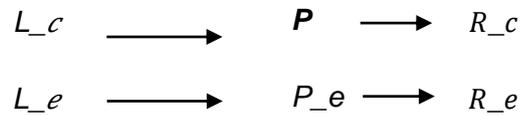
De la misma manera este estudio emplea un *enfoque cuantitativo*, porque se realizaron métodos para recolectar datos numéricos y estadísticos de las teorías, con el objetivo de comprobar las hipótesis planteadas a través de ensayos. Además, se obtuvo como resultados datos numéricos y estadísticos.

Diseño de investigación: Para Cabezas, Andrade y Torres (2018, p 41) la investigación experimental consiste en utilizar una o más variables independientes que se estudiarán, para determinar el efecto al manipular, con la finalidad de mejorar sus características.

En ese sentido la investigación es *cuasi experimental*, dado que se manipulan diferentes proporciones de dosificación de la variable independiente. Además, se manipula la variable (adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento) que es la causa, con la finalidad de poder determinar el efecto de la variable (propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad) de los materiales estudiados.

Para este diseño se tuvo la variable independiente (ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento) y para la variable dependiente (concreto de baja permeabilidad), para lo cual se realizaron 8 diseños de mezcla, manipulando

la variable independiente, en diferentes dosificaciones. Siendo el diseño experimental factorial de la siguiente manera:



L_c : Grupo control

$L_{e_{1-8}}$: Grupo experimental

R_c : Resultado patrón

R_{1-8} : Resultado experimental

P : Estímulo patrón

P_{1-8} : Estímulo experimental

Variables y operacionalización

Independiente: Ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y Cemento

- **Definición conceptual:** La ceniza de zapote es un material fácil de obtener, mediante su calcinación a 550°C durante 5 horas continuas, tiene muchas características como fosforo, potasio, magnesio y calcio, entre ellas el carbonato de calcio destaca por ser una de las composiciones del cemento. Duque (2019). Además, la ceniza contiene una cantidad significativa de óxido de calcio, un componente esencial para los materiales que conforman el cemento. Asimismo, son responsables de la resistencia del cemento. Aizpurua, Moreno y Caballero (2018).
- **Definición operacional:** Para esta variable, se adiciono la ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, en dosificaciones mínimas y máximas, esto traerá beneficios para reducir la permeabilidad del concreto, con respecto al grupo control.
- **Dimensión independiente:** Características físicas y Dosificación

Dependiente: Concreto de baja permeabilidad

- **Definición conceptual:** Según lo expuesto por Falcon (2021, P 21) El concreto con baja permeabilidad tiene por objetivo tener control sobre las filtraciones a través de los poros, reduciendo así la filtración de los líquidos además nos indica que para reducir la permeabilidad del concreto se incrementa los finos y se reduce el a/c. Además, la norma NTP 339.238 (2018) nos dice que se debe de realizar ensayos de la densidad y contenido de vacíos para poder determinar un concreto permeable.
- **Definición operacional:** El concreto de baja permeabilidad es un concreto empleado en las estructuras donde están expuestas a condiciones severas de agua y humedad. Para ello, se determinará si se mantiene la trabajabilidad del concreto. Además, se evaluará las probetas mediante los ensayos de impermeabilidad y vigas mediante los ensayos resistencia a flexión.
- **Dimensiones dependientes:** Propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto

Población, muestra y muestreo

Población: Para Cabezas, Andrade y Torres, (2018) se denomina población a un grupo de elementos donde se incluye en su totalidad, además, tienen características similares y es un grupo de la muestra que se desea estudiar.

En ese sentido el proyecto de investigación identifico como población, a 117 muestras, las cuales son distribuidas en dos grupos: ensayos en estado fresco, para medir el asentamiento y ensayos en estado endurecido para determinar la resistencia a flexión de viga 15 x 15 x 55, además ensayo de impermeabilidad por presión después de los 28 días de curado de probetas de 10 x 20 cm.

Muestra: Para López & Fachelli, (2015) inducen que la muestra se refiere a un subconjunto seleccionado de individuos, elementos, objetos, entre otros; de una población más amplia. Además, esta puede ser igual a la población ya que esta se utiliza cuando la población es reducida.

Para esta investigación, la muestra está determinado por el criterio del muestreo no probabilístico en el cual se consideró toda la población, tanto para las vigas a los 7, 14 y 28 días de curado y probetas después de los 28 días de curado.

Para los ensayos de las mezclas recién preparadas o estado fresco se identificó como población a las 9 muestras, las cuales se realizó el ensayo de asentamiento. Para lo cual, se tuvo 9 diseños de mezcla incluido la mezcla patrón. En la tabla 4 se interpreta lo expuesto.

Tabla 4: Niveles de experimentales

N° de Diseño	ceniza	AF	Cemento	Asentamiento
1	-	-	-	1
2	+	-	-	1
3	-	+	-	1
4	+	+	-	1
5	-	-	+	1
6	+	-	+	1
7	-	+	+	1
8	+	+	+	1
PATRÓN	...	-	-	1
Total				9

Para los ensayos en estado endurecido se identificó como población a las 108 muestras, las cuales se realizaron los ensayos a flexión e impermeabilidad. Para lo cual, en el ensayo de impermeabilidad se realizó 27 probetas las cuales se estudiaron después de los 28 días de curado y para el ensayo de la resistencia a flexión se realizó 81 vigas las cuales se estudiaron en sus edades de 7, 14 y 28 días de curado. En la tabla 5 se interpreta lo expuesto.

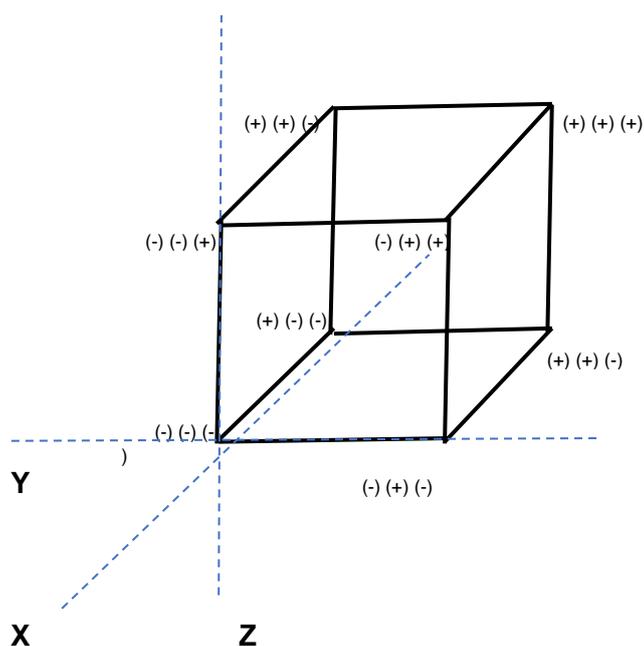
Tabla 5: Ensayos experimentales

ENSAYOS	Días	Grupos Experimental									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	DP	
Resistencia flexión	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
	14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
	28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
Impermeabilidad	28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27

Diseño Experimental factorial 2^k Para llevar a cabo el estudio actual, se optó por emplear un diseño factorial 2³ donde se tuvieron en cuenta tres variables. En este contexto, se establecieron ocho tratamientos diferentes al combinar las tres variables, que fueron la ceniza, el Ag. fino y cemento.

Tabla 6. Diseño factorial 2^3

N° diseños	X	Y	Z
1	-	-	-
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	-
5	-	-	+
6	+	-	+
7	-	+	+
8	+	+	+



Criterios de inclusión:

- Vigas que cumplan con los días de curado de (7,14 y 28 días)
- Ensayos que cumplan el procedimiento de asentamiento de la norma ASTM C143
- Las probetas que cumplan las dimensiones expuestas por norma ASTM C39 y NTC 4483
- Viga que cumplan con las dimensiones expuestas por norma ASTM C78
- Las probetas que cumplan con el procedimiento estipulado en la norma ASTM C-78 y NTC 4483

Criterio de exclusión:

- Probetas y vigas que no cumplan los días de curado
- Probetas que no cumplan con las dimensiones de las normas NTC 4483 y ASTM C-78
- Ensayos que no cumplan el procedimiento de asentamiento de la norma ASTM C-143

Muestreo: El muestreo no probabilístico por conveniencia hace referencia a la selección de la muestra que se realiza de manera accesible y conveniente para el investigador, en lugar de seguir un procedimiento estadístico aleatorio. Otzen & Manterola (2017)

En este estudio, se plantea un método de muestreo no probabilístico, donde la selección de la muestra se fundamentó en el criterio y la conveniencia del investigador en lugar de seguir un enfoque aleatorio.

Técnicas e Instrumentos

Técnicas: Para Cisneros, et al. (2022) indica que la técnica es un instrumento que ayuda a profundizar la búsqueda, y una de las metodologías empleada para ello es la técnica de observación. Para Orellana & Sánchez (2006) la técnica de observación nos permite observar la problemática y darle solución, además, nos brinda medios que se puedan emplear. Por otro lado, para Dulzaides & Molina (2004) en el análisis documental se recolectan datos de, revistas, libros, tesis y periódicos de acuerdo con las variables de interés, y se utiliza ficha o formatos para el registro de información.

Esta investigación aplica la observación porque se recopila información de los ensayos que se realizó en los laboratorios. También, se utiliza un análisis documental por que se toma como referencia investigaciones anteriores, para determinar las características físicas y mecánicas, así poder recopilar resultados favorables para nuestros objetivos propuestos.

Instrumentos: Para Cisneros, et al. (2022) menciona que son datos, técnicas, herramientas y formatos empleados en una investigación para poder registrar o documentar la información.

En ese sentido se utilizó para los instrumentos, formatos para la recolección de datos donde se anotará toda la información observada, teniendo como referencia la norma (ASTM y ACI), y la norma (NTP y NTC), además se utilizará el software para almacenar los datos como (Excel), para lo cual los formatos que se utilizarán serán:

- Formato de granulometría de los agregados (ASTM C-136/136M)
- Formato de ensayo de asentamiento (ASTM C-143)
- Formato de ensayo de resistencia a flexión (ASTM C-78)
- Formato de ensayo de Impermeabilidad por presión (NTC 4483)
- Formato de preparación y curado de probeta (ASTM C-31)

Validez de instrumento: Según Hernández & Mendoza, (2018) indica que la validez es otorgada mediante la medición de los instrumentos, indicando la finalidad por la que se está usando y es validado por juicio de experto.

Con lo descrito en el anterior párrafo, en este proyecto de investigación se estableció la determinación para la validez, a los formatos de los ensayos que serán elaborados por los mismos laboratorios de la institución, teniendo como validación a los juicios de expertos de acuerdo con la norma (ISO 17025) en el cual se obtendrán la calidad de los ensayos.

Confiabilidad: Para Guevara, Cárdenas & Camperos, (2015) inducen que la confiabilidad es una de las etapas donde se decide que el desarrollo del proyecto cumpla con los requisitos y que brinde seguridad de información, para lograr un resultado igual a las referencias tomadas.

En el proyecto de investigación la confiabilidad es eficaz, por ello la información será medida ya que se utilizó la tabla de confiabilidad para conocer el nivel de fiabilidad de la información. En la tabla 7 se interpreta lo expuesto, por otro lado, el laboratorio donde se realizó los ensayos está validados por la institución.

Tabla 7. Confiabilidad

Rango	Fiabilidad
Menos de 0.53	Nulo
Entre 0.54 a 0.60	Bajo
Entre 0.60 a 0.65	Aceptable
Entre 0.66 a 0.71	Altamente aceptable
Entre 0.72 a 0.99	Destacado
1.00	Óptimo

Procedimiento

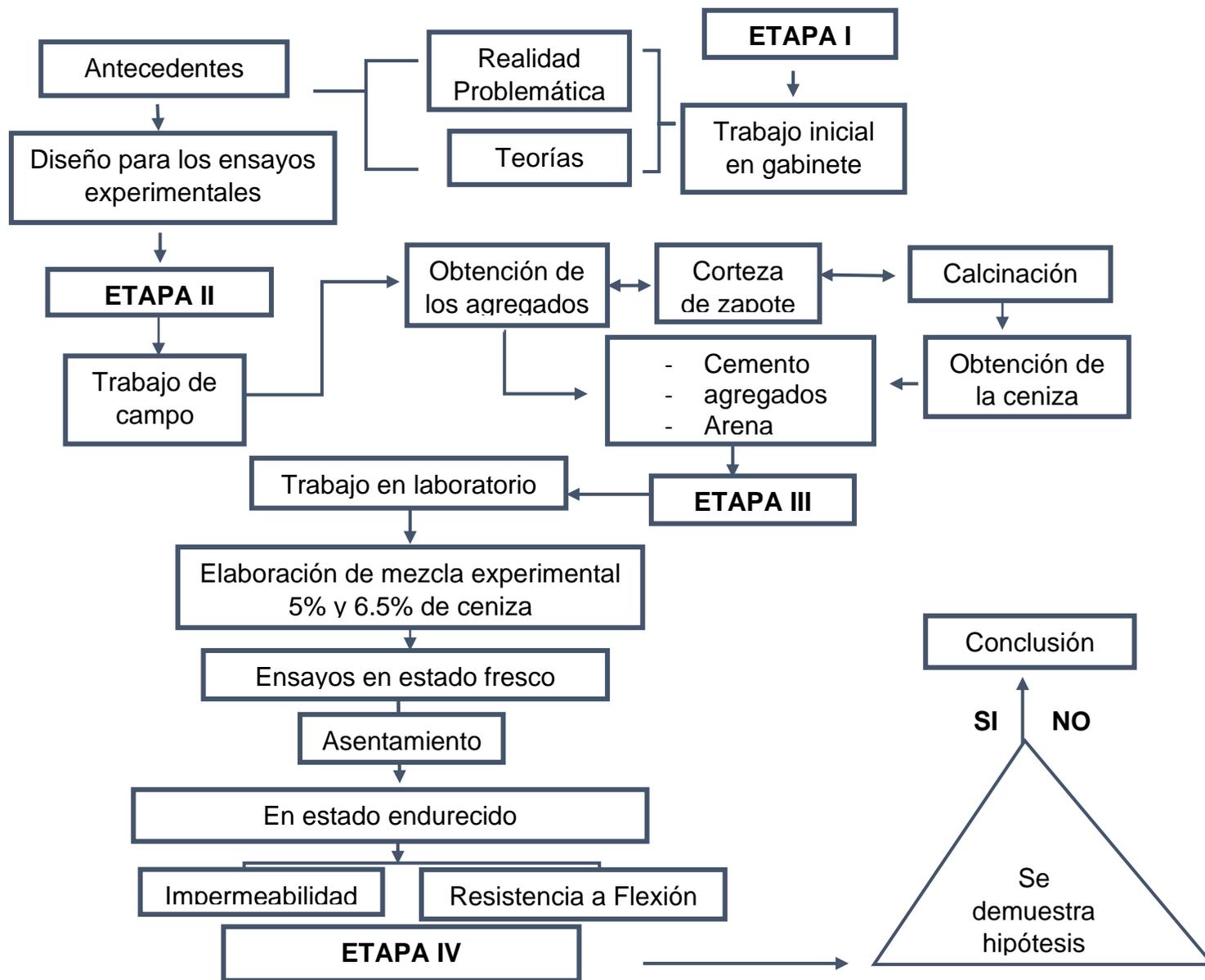
Para ejecutar el avance de la investigación, se realizó en cuatro etapas la cuales están conformadas por el trabajo inicial en gabinete, trabajo en campo, trabajo en laboratorio y trabajo final en gabinete.

Trabajo inicial de gabinete: Para poder desarrollar el proyecto de tesis se identificó una de las problemáticas que existen en el concreto y en la sociedad. De acuerdo con ello, se recolectó la información de los últimos 5 años de las diferentes tesis, artículos científicos, libros, entre otros; para obtener información que aporte al proyecto de investigación a formular las dimensiones, indicadores y definiciones. Asimismo, se realizó un diseño experimental factorial 2^3 que consiste en realizar 8 diseños experimentales, las cuales están conformadas por muestras con diferentes dosificaciones de ceniza, agregado fino y cemento, además de una muestra patrón. Finalmente se determinó que se realizó los ensayos en el laboratorio de la institución validado por el juicio de experto y se determinó la hipótesis planteada.

Trabajo de campo: En esta segunda etapa se realizó la obtención de los materiales para elaborar el concreto a estudiar, para ello se procedió a recolectar la corteza de zapote para luego llevarlo a un horno industrial y calcinarlo a 550 °C por 5 horas continuas, para obtener la ceniza que es uno de los agregados. Además, se realizó el análisis la granulometría de la arena, agregado grueso y ceniza de acuerdo a lo estipulado por la norma (ACI- 211). Finalmente, se almaceno los agregados en costales, para luego llevarlo al laboratorio donde se realizó lo ensayos correspondientes.

Trabajo de laboratorio: En esta tercera etapa se realizó los ensayos de las características físicas. Posteriormente los ensayos de características mecánicas del concreto, tanto en su estado inicial de la mezcla recién preparada como en su estado endurecido, para lo cual en estado fresco del concreto se realizó los ensayos de asentamiento (ASTM C-143) y para su estado endurecido del concreto se llevaron a cabo prueba de resistencia a flexión (ASTM C-78) e impermeabilidad (NTC- 4483). Finalmente, todos los ensayos son realizados de acuerdo con el procedimiento de las normas (ASTM, ACI, NTP y NTC).

Trabajo final de gabinete: Se realizó la recopilación de resultados brindados por el laboratorio debidamente acreditado y se realizó un análisis de resultado, para luego llegar a la conclusión y determinar si los ensayos son favorables para el proyecto de investigación, a su vez determinar si se cumple con los objetivos propuestos, de la misma manera se presenta el flujograma:



Método de análisis de datos

Esta investigación, utilizó la estadística, para obtener los datos y llegar a las conclusiones, para ello se utilizará la estadística descriptiva y la estadística inferencial.

Utilizaremos la estadística descriptiva con el propósito de sintetizar y describir los aspectos más relevantes de los datos mediante tablas, gráfico y formatos; dentro del análisis descriptivo describiremos datos cuantitativos que se utilizaron como la estadística media, porque se estudió todas las muestras y se obtuvo resultados individuales de todas las muestras. Por otro lado, la estadística inferencial nos permitió realizar las descripciones de la muestra, validar información, contrastar la hipótesis y realizar comparaciones basándonos en los resultados proporcionado por el laboratorio, para este caso se utilizará el ANOVA ya que se buscó comparar resultados del grupo patrón con el grupo experimental.

Aspectos éticos

Para garantizar la veracidad de información la presente investigación, obtendrá información vigente de los artículos, tesis y libros las cuales están publicadas en fuentes confiables para poder cumplir con lo establecido, igualmente se utilizará el software de TURNITIN para garantizar su confiabilidad de información. Además, se tendrá en consideración las normativas vigentes como la (NTP), (NTC) y el código de ética de la Universidad (UCV) de acuerdo con la resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV.

De acuerdo con el artículo N° 06, se aseguró la confidencialidad y se respetaron los derechos del autor al utilizar citas del texto, normas, tesis y revistas para recopilar información y desarrollar la estructura teórica. Además, se ha seguido las pautas establecidas por la norma ISO 690

Siguiendo con las disposiciones del artículo N° 07, de forma adecuada, se empleó la metodología seleccionada para recolectar datos y analizar los resultados, buscando obtener información relevante.

De acuerdo con el artículo N° 09, es responsabilidad del investigador garantizar de manera rigurosa y atendiendo a las normativas éticas, legales y de seguridad correspondiente. Esto implica el respeto absoluto a los términos y condiciones establecidos en los proyectos de investigación.

Siguiendo las indicaciones del artículo N° 14, al concluir la investigación, los hallazgos se compartirán mediante artículos o revistas especializadas.

IV. RESULTADOS

Diseño Experimental factorial 2³. Para realizar la investigación actual, se decidió utilizar un diseño factorial 2³, considerando tres variables específicas. En este marco, se definieron ocho tratamientos distintos al combinar las mencionadas variables. El procesamiento de las dosificaciones y resultados fueron generados mediante el software Minitab.

Procedimiento de diseño experimental

1. Crear diseño factorial: En primer lugar, nos vamos al menú superior y seleccionamos estadísticas, seguidamente seleccionamos DOE y crear diseño factorial. En la figura 11 se interpreta lo expuesto.

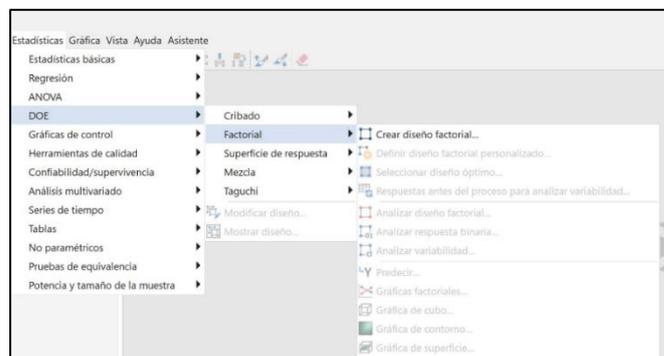


Figura 11. Creación del diseño

2. Seleccionamos el diseño factorial con tres niveles: Verificamos que la ventana contenga seleccionada el diseño con tres factores, seguidamente seleccionamos mostrar diseños disponibles. En la figura 12 se interpreta lo expuesto.

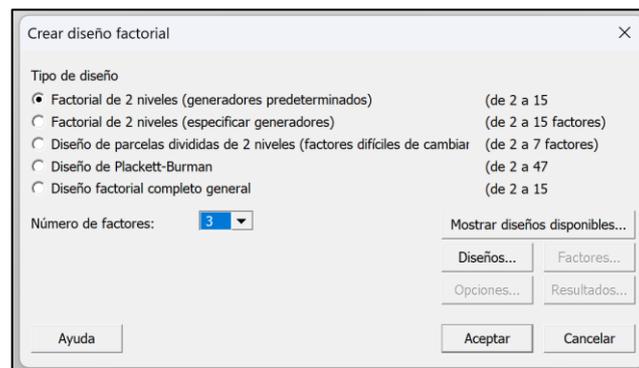


Figura 12. Selección del diseño

3. Diseños y corridas: Seleccionamos el los factores y las corridas para el diseño experimental, en este caso seleccionamos 3 factores y 8 tratamiento o combinaciones (corridas). En la figura 13 se interpreta lo expuesto.

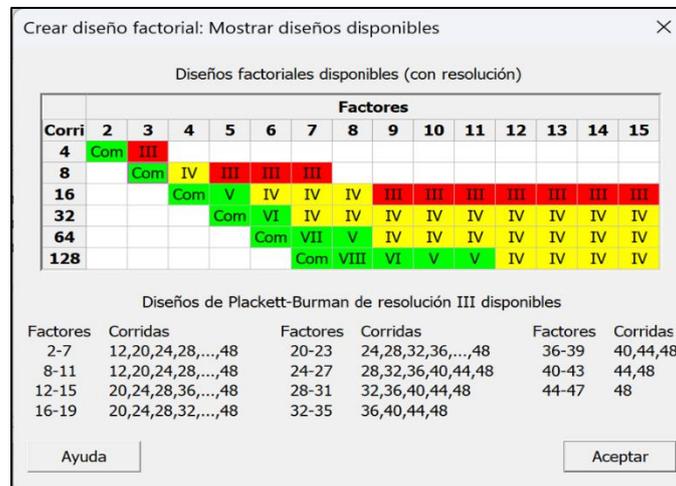


Figura 13.

Selección de corridas

4. Replicas: Seleccionamos diseño factorial completo 2^3 y seleccionamos el número de replicas que se desea repetir por cada diseño, en este caso elegimos 2 réplicas. En la figura 14 se interpreta lo expuesto.

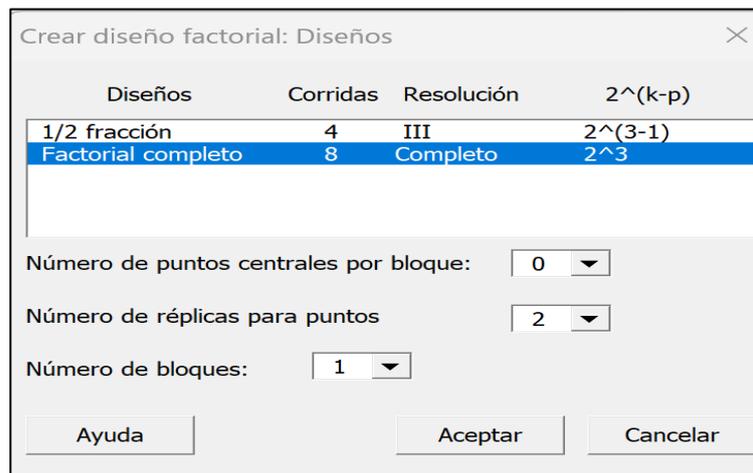


Figura 14. Selección de replicas

5. Asignación de Factores: Seguidamente se asigna los nombres de cada factor a analizar (Factor A =ceniza), (Factor B = Agregado fino) y (Factor C= cemento) y los valores mínimos y máximos por cada factor. En la figura 15 se interpreta lo expuesto.

Factor	Nombre	Tipo	Bajo	Alto
A	Ceniza	Numérico	-1	1
B	Ag fino	Numérico	-1	1
C	Cemento	Numérico	-1	1

Figura 15. Factores de diseño

6. Resumen del número de ensayos y dosificaciones: En la hoja de resultado nos aparece el número de factores 3, numero de corridas que son 16 por las dos replicas o repeticiones y en la parte inferior nos proporciona la tabla de diseño con las 16 corridas para cada una de las diferentes combinaciones. En la figura 16 se interpreta lo expuesto.

Resumen del diseño

Factores: 3 Diseño de la base: 3; 8
 Corridas: 16 Réplicas: 2
 Bloques: 1 Puntos centrales (total): 0

Todos los términos están libres de estructuras alias.

Tabla de diseño

Corrida	Blq	A	B	C
1	1	-	-	-
2	1	+	-	-
3	1	-	+	-
4	1	+	+	-
5	1	-	-	+
6	1	+	-	+
7	1	-	+	+
8	1	+	+	+
9	1	-	-	-
10	1	+	-	-
11	1	-	+	-
12	1	+	+	-
13	1	-	-	+
14	1	+	-	+
15	1	-	+	+
16	1	+	+	+

Figura 16. Factores de diseño

TRABAJO DE CAMPO

La ceniza de la corteza de zapote se obtuvo mediante la calcinación de la corteza de zapote, como se observa en la figura 17, a una temperatura de 550°C durante 5 horas continuas de las cuales se utilizó una cantidad de 850 kg de corteza de zapote, para obtener 28 kg de ceniza las cuales se utilizaron en los diseños experimentales.



Figura 17. Calcinación del zapote

• TRABAJO EN LABORATORIO

Para iniciar el estudio nos basamos en la norma (ACI 211) en el cual nos da una aproximación teórica para un diseño 210 kg/cm², para lo cual tenemos que obtener algunos valores de los materiales, absorción, porcentaje de humedad, módulo de finura, peso unitario y (TMN). Como se puede interpretar en la tabla número 8.

Tabla 8: Características de los materiales

DATOS	Ag. Fino	Ag. Grueso	Ceniza
PUSS (kg/m ³)	1574	1471	.....
PUSC (kg/m ³)	1776	1630	.....
Peso específico (kg/m ³)	2.65	2.65	2.50
Módulo de finura	3.11	6.42	.....
TMN	....	3/4"	.....
% absorción	1.63	0.73	.....
% De humedad (w)	1.58	0.42	.....

En primer lugar, se realizó la evaluación granulométrica para identificar (MF) de los agregados, basándonos en la normativa ASTM C-136 en el cual nos indica el procedimiento y la formula, la cual indica que el (MF) es calculado haciendo la sumatoria del porcentaje retenido acumulado entre 100. Tal como se interpreta en la tabla número 9 y número 10.

Tabla 9: Valores de módulo de finura del agregado grueso

CANTERA TRAPICHE					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADO	
		(g)	(%)	RETENIDO	PASANTE
2"	50.00	-	-	-	100.0
1 1/2"	37.50	-	-	-	100.0
1"	24.50	-	-	-	100.0
3/4"	19.05	227.40	4.5	4.5	95.5
1/2"	12.50	1657.90	32.5	36.9	63.1
3/8"	9.53	848.80	16.6	53.6	46.4
N°4	4.76	1807.20	35.4	89.0	11.0
N°8	2.38	384.50	7.5	96.5	3.5
N°16	1.18	84.70	1.7	98.2	1.8
FONDO		93.60	1.8	100.0	0.0
PESO SECO		5104.10	MF	6.417	

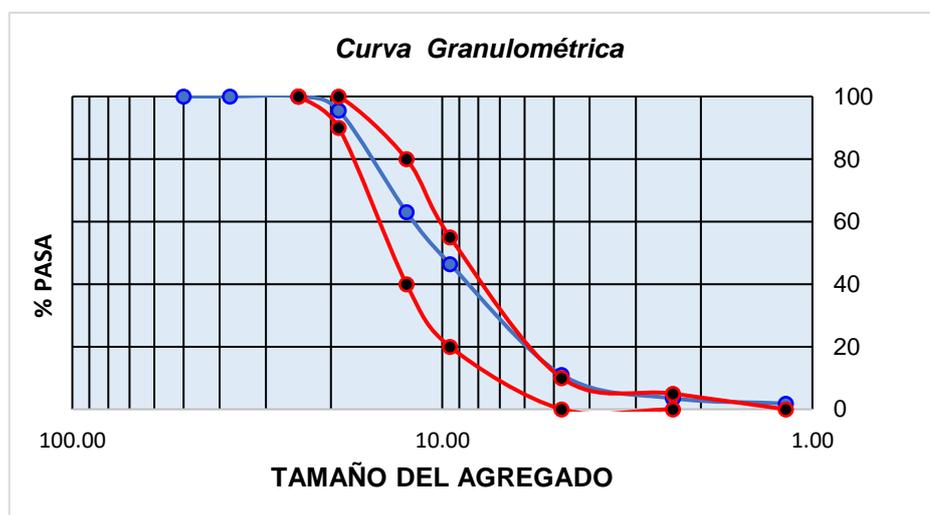


Figura 18: Valores de la curva granulométrica del agregado grueso

Interpretación: Siguiendo con los criterios definidos en la normativa (ASTM C-136) donde se hizo la sumatoria del porcentaje retenido acumulado de los

tamices (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) entre 100. Teniendo un resultado de (MF) de 6.417 el cual cumple con lo dispuesto por la norma.

Tabla 10: Valores de módulo de finura del agregado fino

CANTERA TRAPICHE					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		%	
		(g)	(%)	RETENIDO	Pasa
1/2"	12.50	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.76	13.8	4.0	4.0	96.0
N°8	2.38	44.6	13.1	17.1	82.9
N°16	1.19	90.5	26.5	43.6	56.4
N°30	0.60	80.4	23.6	67.2	32.8
N°50	0.30	57.1	16.7	83.9	16.1
N°100	0.15	38.4	11.2	95.1	4.9
Fondo		16.6	4.9	100.0	0.0
PESO SECO		341.4		MF =	3.11

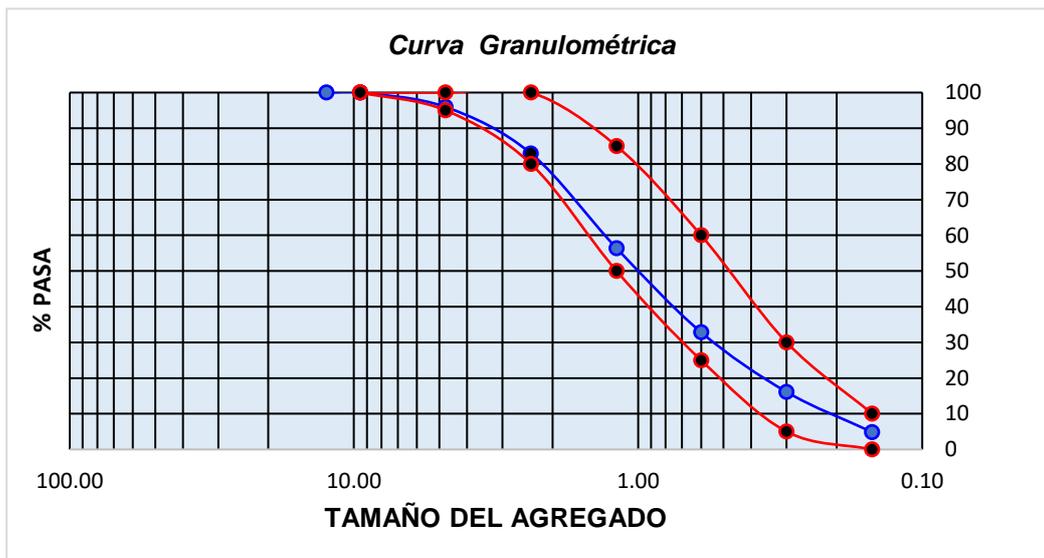


Figura 19: Valores de la curva granulométrica del agregado fino

Interpretación: Los datos mostrados en la tabla 10, siguiendo con los criterios definidos en la normativa (ASTM C-136) donde se hizo la sumatoria del porcentaje de los tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) entre 100. Teniendo como conclusión de un (MF) de 3.11 el cual cumple con lo dispuesto por la norma.

En segundo lugar, se llevó a cabo la prueba de densidad y porcentaje de absorción para determinar la unidad en función del volumen para las 3 variables a analizar. Para ello seguimos el procedimiento brindado por las normativas (ASTM C-127, ASTM C-128) en el cual se puede apreciar en la tabla número 11, 12 Y 13.

Tabla 11: *Valores experimentales del peso específico de la ceniza*

I. DATOS	MUESTRA	1	2	3
1	Matraz Volumetrico N°	500.00	500.00	500.00
2	Matraz + Agua, W1 (g)	636.00	636.00	636.00
3	Matraz + Suelo + Agua W2 (g)	695.00	697.00	696.00
4	Masa de suelo seco W3 (g)	100.00	100.00	100.00
5	$W_w (g) = (W1 + W3) - W2$	41.00	39.00	40.00
6	$G_s(T1^{\circ}C) = W_s/W_w$	2.44	2.56	2.50
7	Peso especifico	2.50		

Interpretación: Los resultados obtenidos expuestas en la tabla número 11, indican el peso específico promedio de la ceniza de la corteza de zapote, el cual fue determinado haciendo los cálculos de volumen de la ceniza entre el peso de la muestra, teniendo como resultado 2.50 kg/cm².

Tabla 12: *Densidad y Absorción del agregado fino*

DATOS		Muestra
Frasco volumétrico	A=	147.00
Frasco lleno de agua	B=	647.10
Muestra saturada superficialmente seca	P=	500.00
Frasco + agua+ muestra	C=	961.70
Agua añadida	$W = C - A - P$	314.70
Capacidad del frasco	$V = B - A$	500.00
Agua desplazada	$P_w = V - W$	185.30
Muestra seca al horno	D =	492.00
Específico SSS	$G_{ss} = P/P_w$	2.70
Específico seco al horno	$G_s = D/P_w$	2.65
Agua absorbida	$E = P - D$	8.00
Absorción percentage	$(E/D) * 100$	1.63

Interpretación: La información presentada en la tabla 12, indican la densidad del agregado fino, el cual fue determinado haciendo los cálculos de volumen de

la arena entre la muestra seca al horno, teniendo como resultado 1.63 kg/cm². Asimismo, se determinó el porcentaje de absorción haciendo la división del agua absorbida entre la muestra seca al horno todo multiplicado por 100, teniendo como resultado 2.65.

Tabla 13: *Densidad y Absorción del agregado grueso*

I.DATOS		
1	Volumen de 250 de agua V1 (m3)	250.00
2	volumen de agua + agregado grueso V2 (m3)	325.50
3	Peso del agregado grueso superficial saturado (g)	200.00
4	Volumen de desplazamiento (V2-V1)	75.50
	Pe=	peso es. / Volumen desplazamiento
		2.65

I.DATOS		
1	Muestra secada al horno (A)	198.56
2	Muestra saturada con superficie seca (B)	200.00
3	Porcentaje de absorción (b - a) / a * 100	0.73

Interpretación: La información presentada en la tabla 13, indican la densidad del agregado grueso, el cual fue determinado haciendo los cálculos de volumen de la piedra entre el peso de la muestra. Asumiendo (V2) menos (V1). Teniendo como resultado 2.65 kg/cm²

En tercer lugar, se llevó a cabo el ensayo de (Puss) y (Pusc), para ello nos basamos en la normativa (ASTM C-29) donde nos indica el procedimiento para realizar el ensayo, para lo cual tenemos que tener el volumen de un recipiente, una varilla y una balanza. Para ello hacemos en llenado del molde para determinar el peso suelto, seguidamente llenado la muestra al molde en tres capas iguales dando 25 varillas por cada capa para determinar el peso unitario compactado. Se puedes apreciar en la tabla número 14.

Tabla 14: *Valores obtenidos del (Puss) y (Pusc) Agregado Grueso*

I. PESO APARENTE SUELTO

Muestra suelta + vasija (kg)	6.425	6.442	6.395
Vasija (kg)	2.360	2.360	2.360
Muestra suelta (kg)	4.070	4.080	4.040
Volumen del recipiente	0.00276	0.00276	0.00276
Aparente suelto (kg/cm ³)	1473	1479	1462

PUSS =	1471
---------------	-------------

II. PESO APARENTE COMPACTADO

Muestra compactada + vasija (kg)	6.835	6.885	6.855
Vasija (kg)	2.360	2.360	2.360
Muestra compactada (kg)	4.480	4.530	4.500
Volumen del recipiente	0.00276	0.00276	0.00276
Aparente compactado (kg/cm3)	1621	1639	1629

PUSC =	1630
---------------	-------------

Interpretación: Los datos incluidos en la tabla número 14, muestran los pesos obtenidos tanto para el (Puss) como para el (Pusc), los cuales se obtuvieron como resultado, un (Puss) de 1471 kg/cm² y un (Pusc) de 1630 kg/cm².

Tabla 15: Valores obtenidos del (Puss) y (Pusc) Agregado Fino

I. PESO APARENTE SUELTO

Muestra suelta + vasija (kg)	6.669	6.735	6.708
Vasija (kg)	2.360	2.360	2.360
Muestra suelta (kg)	4.310	4.380	4.350
Volumen del recipiente	0.00276	0.00276	0.00276
Aparente suelto (kg/cm3)	1561	1585	1575

PUSS =	1574
---------------	-------------

II. PESO APARENTE COMPACTADO

Muestra compactada + vasija (kg)	7.238	7.286	7.260
Vasija (kg)	2.360	2.360	2.360
Muestra compactada (kg)	4.880	4.930	4.900
Volumen del recipiente	0.00276	0.00276	0.00276
Aparente compactado (kg/cm3)	1767	1785	1775

PUSC =	1776
---------------	-------------

Interpretación: Los datos incluidos en la tabla número 15, muestran los pesos obtenidos tanto para el (Puss) como para el (Pusc) los cuales se obtuvieron como resultado un (Puss) de 1574 kg/cm² y un (Pusc) de 1776 kg/cm².

Diseño de mezcla

Procedimiento 1

Calculo promedio requerido para la $F'c$ 210 + 84 kg/cm² entonces nuestro diseño es de 294 kg/cm²

Tabla 16: Resistencia promedio

$F'c$	$F'cr$
210 - 350	$F'cr + 84$

Procedimiento 2

Cálculo de contenido de aire según el (TMN) del Ag. grueso, para este diseño se empleó agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ", el cual nos da como resultado que el aire atrapado es del 2%.

Tabla 17: Contenido de aire promedio

TMN Ag. grueso	Aire atrapado
$\frac{3}{4}$ "	2.0

Procedimiento 3

Cálculo de contenido de agua el cual es determinado de acuerdo al (TMN) del agregado grueso y al asentamiento que se desea trabajar, para lo cual tenemos un (TMN) de $\frac{3}{4}$ " y un asentamiento de 3" a 4", teniendo como resultado a 205 Lt/m³

Tabla 18: Contenido de aire promedio

Asentamiento	Tamaño máximo nominal							
	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{4}$ "	1"	1 $\frac{1}{2}$ "	2"	3"	4"
Sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....

Procedimiento 4

Cálculo de (A/C) se realizó la interpolación de la resistencia mínima y máxima que vendría hacer 250 kg/cm² y 300 kg/cm², teniendo como referencia un diseño de 294 kg/cm². Para lo cual tenemos como resultado que nuestra relación a/c es de 0.56.

Tabla 19: Elección de la proporción agua/ cemento por resistencia (f'_{cr})

A/C POR RESISTENCIA		
f'_{c} (Kg/cm ²)	sin aire	con aire
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
450	0.38	0.33

Procedimiento 5

Cálculo de contenido de cemento se realizó con la tabla número 18 y tabla número 19, dando como resultado que el contenido de cemento es de 367.12 kg/m³.

$$\frac{\text{contenido de agua}}{\text{relación } \left(\frac{a}{c}\right)} = \frac{205}{0.56} = 367.12 \text{ kg/cm}^3$$

Procedimiento 6

Para establecer el peso del Ag. grueso, se realizó haciendo la multiplicación del (MF) del Ag. fino por el peso específico del agregado grueso, para lo cual la norma nos brinda un parámetro expuesto en la tabla número 20, teniendo como resultado 978 kg/m³.

$$\text{Peso del Ag. Grueso} = \frac{b}{br} * Pusc$$

Tabla 20: Determinación del peso del agregado grueso

TMN Ag. grueso	Volumen del Ag. grueso, considerando diferentes relaciones de (MF) del material fino (b/br)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Procedimiento 7

Cálculo de volumen absoluto de los agregados, una vez obtenido de los materiales y porcentaje de aire atrapado dividiremos cada uno de los resultados entre su peso específico, teniendo como resultado el volumen absoluto de todos los materiales.

Datos	
Ag. Fino (Kg) =	792.561
Ag. Grueso (Kg) =	965.739

$$Volumen = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Peso específico}}$$

Tabla 21: Determinación del volumen de los materiales por m³

DATOS OBTENIDOS (en Seco)	
Aire (%) =	2.00
Agua (Lt) =	205.00
Cemento (Kg) =	367.12
Peso a. Grueso (Kg) =	978.00
Peso a. Fino (Kg) =	763.93

Procedimiento 8

Cálculo de corrección por humedad de los agregados, es necesario llevar a cabo la multiplicación del peso del agregado en seco por el % de humedad entre 100 más 1. Teniendo como referencia los datos obtenidos en la tabla número 22.

Tabla 22: Determinación de corrección por humedad

$$\text{Peso Seco} * \frac{\% \text{ de humedad}}{100} + 1$$

Procedimiento 9

Determinación de volumen necesario para agua en la mezcla, se realizó haciendo la resta del % de humedad menos % de absorción multiplicado por el agregado seco todo entre 100, teniendo como resultado de -3.358.

$$\frac{(\% \text{ de Humedad} - \% \text{ Absorción}) * \text{Agregado}}{100}$$

Tabla 23: *Determinación de aporte de agua a la mezcla*

Datos	
Ag. Fino (Kg) =	-0.365
Ag. Grueso (Kg) =	-2.994
Suma (Kg) =	-3.358

Procedimiento 10

Cálculo de agua efectiva, se realizó haciendo la resta del agua calculada en la tabla número 21, menos el cálculo de la tabla número 23. Dando como resultado 208.4 Lt/m³ de concreto

$$\text{Agua} = (\text{Agua calculada} - \text{Aport de agua a la mezcla})$$

Tabla 24: *Determinación de agua efectiva*

Datos	
Agua (Lt) =	208.358

➤ Materiales requeridos por m³

C: Volumen de cemento = 0.1183 m³

C: Peso de cemento = 268 kg

AG: Volumen = 0.363 m³

AG: Peso = 792.561 kg

AF: Volumen = 0.294 m³

AF: Peso = 792.561 kg

H₂O: Volumen y peso del agua = 205 Lt

Tabla 25: Determinación de cantidad de material requerido

Cantidad de materiales				
Dosificación	Cemento	AG Fino	AG. Grueso	H2O
Kg (m3)	367.120	792.560	965.730	208.450
Volumen (m3)	0.118	0.294	0.363	0.205
Kg (1 Bolsa)	1.000	2.160	2.630	0.568
Volumen (1 Bolsa)	1.000	2.500	3.080	1.742

Resultado de la dosificación en kg, para el cual se cuantifico el peso total por volumen requerido, en el cual está incluido el desperdicio por cada volumen, expuestas en la tabla 26 y 27.

Tabla 26: Proporción de materiales para cada muestra en probeta

N: de muestras	CENIZA (Kg)	Ag. Fino (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (Lt)	Ag. Grueso (Kg)
1	0.124	5.329	2.473	1.400	6.478
2	0.161	5.329	2.473	1.400	6.478
3	0.124	6.589	2.473	1.400	6.478
4	0.161	6.589	2.473	1.400	6.478
5	0.124	5.329	3.733	1.400	6.478
6	0.161	5.329	3.733	1.400	6.478
7	0.124	6.589	3.733	1.400	6.478
8	0.161	6.589	3.733	1.400	6.478
Patrón	....	5.329	2.473	1.400	6.478

Tabla 27: Proporción de materiales para cada muestra en viga

N: de muestras	CENIZA (Kg)	Ag. Fino (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (Lt)	Ag. Grueso (Kg)
1	2.875	123.898	57.496	32.554	150.615
2	3.737	123.898	57.496	32.554	150.615
3	2.875	127.678	57.496	32.554	150.615
4	3.737	127.678	57.496	32.554	150.615
5	2.875	123.898	61.276	32.554	150.615
6	3.737	123.898	61.276	32.554	150.615
7	2.875	127.678	61.276	32.554	150.615
8	3.737	127.678	61.276	32.554	150.615
Patrón	.....	123.898	57.496	32.554	150.615

Resultado de la dosificación en %, para el cual se cuantifico el % total por cada unidad de muestra en base al peso requerido, en el cual está incluido el desperdicio por cada volumen de probeta y viga, expuestas en la tabla 28.

Tabla 28: *Proporción de materiales para cada muestra*

N: de muestras	CENIZA (%)	Ag. Fino (%)	Cemento (%)	Agua (%)	Ag. Gruesa (%)	TOTAL, EN (%)
1	0.8	33.7	15.7	8.85	41.0	100.00
2	1.0	33.6	15.6	8.83	40.9	100.00
3	0.8	34.4	15.5	8.75	40.6	100.00
4	1.0	34.3	15.4	8.73	40.5	100.00
5	0.8	33.4	16.5	8.75	40.6	100.00
6	1.0	33.3	16.5	8.73	40.5	100.00
7	0.8	34.1	16.4	8.66	40.1	100.00
8	1.0	34.0	16.3	8.64	40.1	100.00
9	0	33.9	15.8	8.92	41.3	100.00

1. Asentamiento del concreto (ASTM C-143)

Tabla 29: *Asentamiento del concreto*

Asentamiento (ASTM C-143)			
N° DE MUESTRAS	Asentamiento		
	Pulgadas	cm	Aspecto
Patrón	3 1/2"	8.89	Plástico
Experimental 1	3"	7.62	Plástico
Experimental 2	3 1/2"	8.89	Plástico
Experimental 3	3 1/4"	8.25	Plástico
Experimental 4	3"	7.62	Plástico
Experimental 5	2"	5.08	Seco
Experimental 6	2"	5.08	Seco
Experimental 7	1 1/2"	3.81	Seco
Experimental 8	2 1/2"	5.35	Seco

Interpretación: En la tabla 29 se observa el ensayo del concreto en estado fresco o (estado inicial). Se observa que el diseño patrón presenta una consistencia favorable al igual que el diseño 1,2,3 y 4, mientras que los diseños 5, 6, 7 y 8 muestran una trabajabilidad menos favorable.

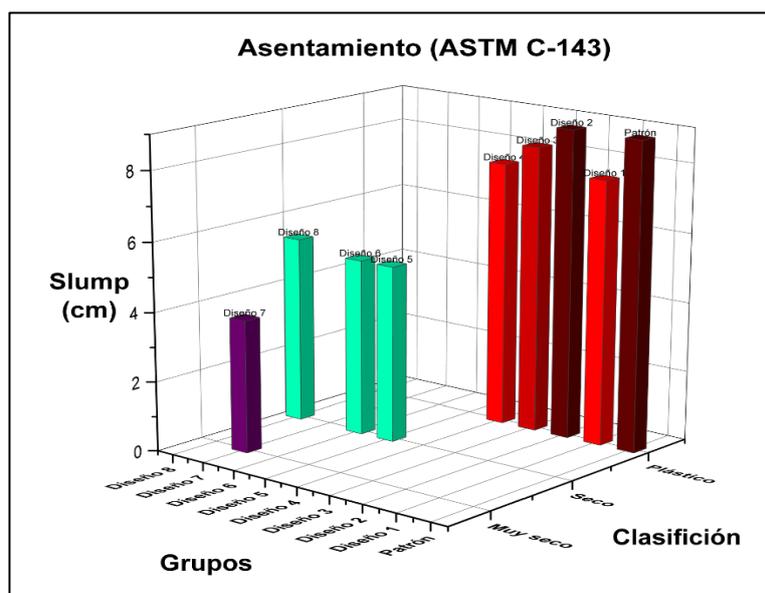


Figura 20. Histograma para prueba de Slump

Interpretación: Para llevar a cabo la prueba de asentamiento, se llevó a cabo la preparación del concreto de acuerdo con el diseño establecido con diferentes proporciones de ceniza de corteza de zapote, agregado fino y cemento. La imagen 20 ilustra el histograma, evidencian las variaciones entre las barras de colores similares, indicando que cada barra representa un diseño de mezcla. es importante destacar que las 5 barras de color rojo representan una clasificación constante manteniéndose como una mezcla plástica, asimismo se observa que el diseño experimental 5, 6 y 8 presentan una desventaja en su trabajabilidad, mientras que el diseño experimental 7 obtuvo un impacto negativo clasificándolo como una mezcla muy seca.

2. Prueba para evaluar la permeabilidad del concreto al (NTP 4483)

Para poder determinar la profundidad a la que el agua penetra en el concreto se llevaron a cabo los ensayos pertinentes para determinar la permeabilidad bajo presión, tanto en las probetas estándar como con las experimentales con la incorporación de ceniza 5.5% y 6.5%, agregado fino 33.7% y 34% y cemento 15.7% y 16.3%.

Tabla 30: Profundidad de penetración del concreto 28 días de curado

N°	IDENTIFICACIÓN		Profundidad de Penetración (mm)	Permeabilidad
1	Patrón	M1	135	Alta
2		M2	138	
3	Diseño 1	M1	62	Alta
4		M2	75	
5	Diseño 2	M1	43	Media
6		M2	44	
7	Diseño 3	M1	116	Alta
8		M2	126	
9	Diseño 4	M1	15	Baja
10		M2	13	
11	Diseño 5	M1	49	Media
12		M2	47	
13	Diseño 6	M1	42	Media
14		M2	44	
15	Diseño 7	M1	28	Baja
16		M2	28	
17	Diseño 8	M1	22	Baja
18		M2	21	

Interpretación: En la tabla 30 ilustra la profundidad de penetración del agua para las muestras patrón, así como para las aquellas que incorporan las tres variables (ceniza, Agregado fino y cemento).

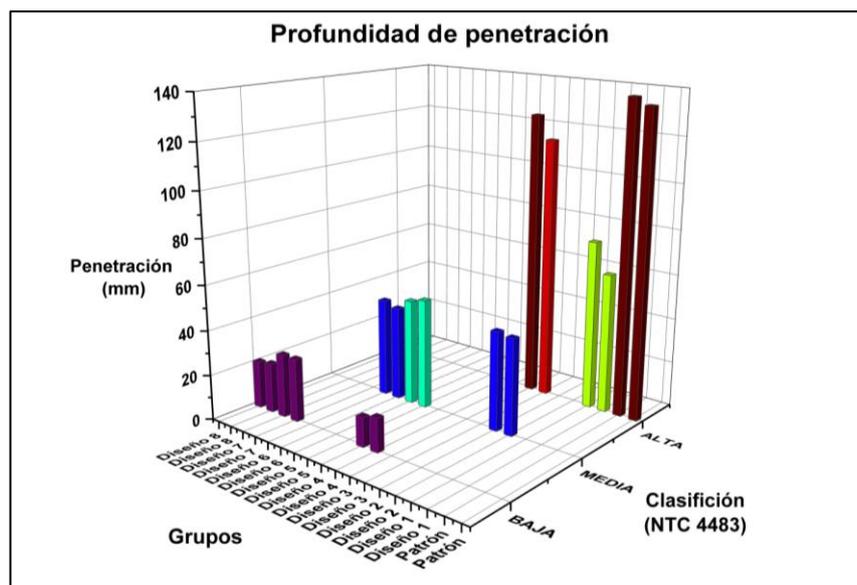


Figura 21. Histograma para prueba de penetración por presión

Interpretación: Para realizar el ensayo de permeabilidad, se realizó el curado de las muestras a los 28 días, después de la preparación del concreto teniendo como referencia la norma NTC 4483. La imagen 21 ilustra los resultados de la profundidad de penetración del agua por presión. En dicho histograma se evidencian las variaciones entre las barras de colores similares, indicando que cada barra representa una muestra de la mezcla, es importante destacar que el diseño patrón, 1 y 3 representan una clasificación constante manteniéndose como un concreto de alta permeabilidad, asimismo se observa que el diseño experimental 2, 5 y 6 presentan un impacto positivo clasificándolo como un concreto de permeabilidad media, mientras que el diseño experimental 4, 7 y 8 obtuvieron un impacto muy favorable clasificándolo como un concreto de baja permeabilidad.

3. Prueba resistencia a flexión (ASTM C78)

Este análisis fue llevado a cabo conforme a las pautas de la norma ASTM C78, que establece que los especímenes deben tener dimensiones de 540 x 150 x 150 mm.

Tabla 31: Resistencia a flexión a los 7 días

DISEÑOS		CARGA APLICADA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (kg-f/cm ²)	PROMEDIO
Patrón	M1	3426.5	45.69	46.04
	M2	3470.6	46.27	
	M3	3462.1	46.16	
Diseño 1	M1	3597.3	47.96	48.10
	M2	3624.1	48.32	
	M3	3601.4	48.02	
Diseño 2	M1	3369.8	44.93	45.07
	M2	3392.1	45.23	
	M3	3378.1	45.04	
Diseño 3	M1	3292.1	43.89	44.08
	M2	3311.5	44.15	
	M3	3315.2	44.2	
Diseño 4	M1	3163.2	42.18	42.22
	M2	3186.5	42.49	
	M3	3149.5	41.99	
Diseño 5	M1	3451.9	46.03	46.22
	M2	3481.4	46.42	
	M3	3466.5	46.22	

Diseño 6	M1	3739.1	49.85	50.04
	M2	3769.8	50.26	
	M3	3751.2	50.02	
Diseño 7	M1	3581.5	47.75	48.02
	M2	3614.4	48.19	
	M3	3609.7	48.13	
Diseño 8	M1	3659.4	48.79	49.00
	M2	3692.4	49.23	
	M3	3674.1	48.99	

Interpretación: En la tabla 31 refleja los resultados promedios por el grupo patrón fue de 46.04 kg/cm², mientras que para el diseño experimental 6 fue de 50.04 kg/cm². Esto indica que con una dosificación de 6.5% de ceniza de la corteza de zapote, 33.7% de Agregado fino y 16.3% de cemento, supera el diseño control.

Grafica de contorno para resistencia a Flexión (7 días)

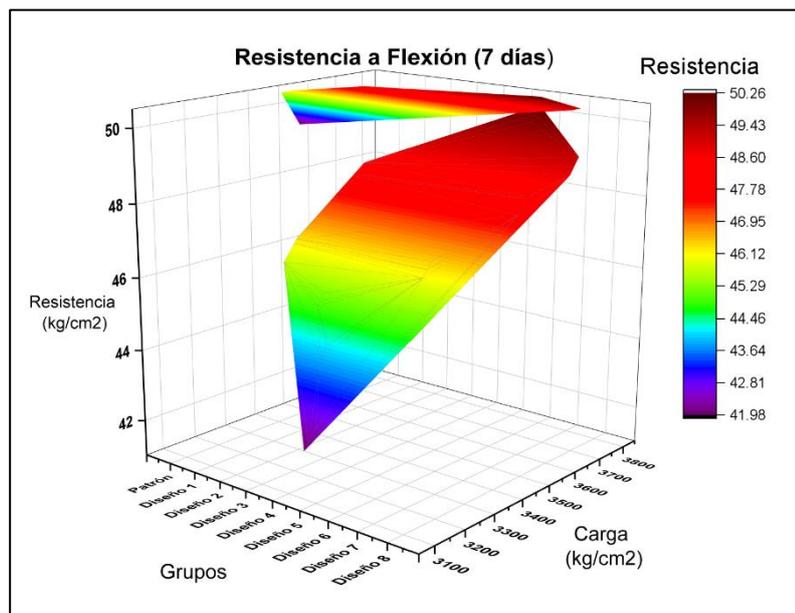


Figura 22. Grafica de dispersión para 7 días

Interpretación: En la figura 22 se presenta el gráfico que exhibe las dispersidad obtenidas en cada diseño, en los 7 días de curado. Se observa que al incrementar la proporción de ceniza y agregado fino la resistencia no alcanza niveles adecuados, manteniendo una resistencia constante. Sin embargo, al incrementar la cantidad de cemento y ceniza, la resistencia a flexión aumenta significativamente, alcanzando un máximo de 50.04 kg/cm² en el diseño experimental 6.

Histograma para resistencia a Flexión (7 días)

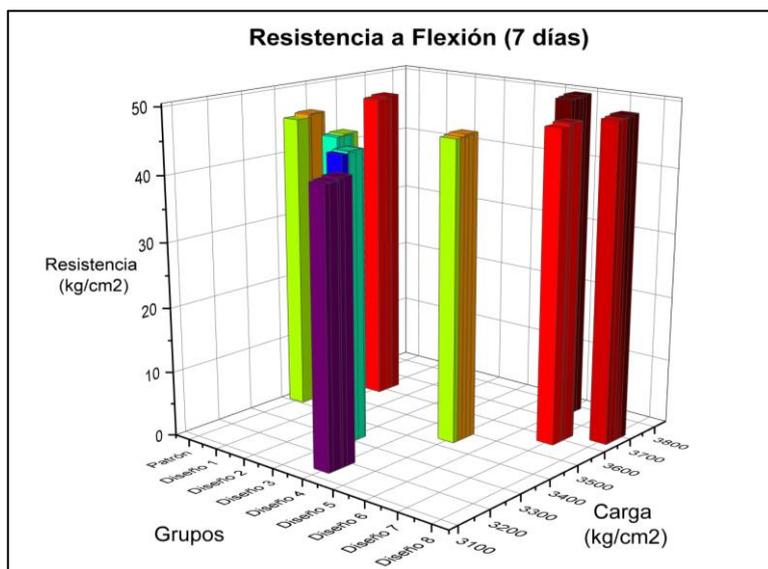


Figura 23. Histograma de flexión para 7 días

Interpretación: Para llevar a cabo la prueba de resistencia a flexión, se elaboraron 3 muestras de vigas según el diseño planteado con diferentes dosificaciones de ceniza, agregado fino y cemento. En la figura 23 el histograma ilustra los resultados. En dicho histograma se evidencian las variaciones entre las barras de colores similares, indicando que cada barra representa una muestra de la mezcla, es importante destacar que el diseño 4, 3 y 2 representan una variación negativa ligera teniendo una resistencia por debajo del grupo patrón, asimismo se observa que el diseño experimental 1, 5, 6, 7 y 8 obtuvieron un impacto muy favorable obteniendo una resistencia por encima del grupo patrón.

Tabla 32: Resistencia a flexión a los 14 días

DISEÑOS		CARGA APLICADA (kg-f)	MODULO DE ROTURA (kg-f/cm ²)	PROMEDIO
Patrón	M1	3426.5	45.69	46.04
	M2	3470.6	46.27	
	M3	3462.1	46.16	
Diseño 1	M1	3597.3	47.96	48.10
	M2	3624.1	48.32	
	M3	3601.4	48.02	
Diseño 2	M1	3526.2	47.02	47.02
	M2	3520.5	46.94	
	M3	3533.5	47.11	

Diseño 3	M1	3428.2	45.71	45.94
	M2	3471.2	46.28	
	M3	3436.2	45.82	
Diseño 4	M1	3299.1	43.99	44.04
	M2	3296.7	43.96	
	M3	3312.7	44.17	
Diseño 5	M1	3617.5	48.23	47.97
	M2	3583.6	47.78	
	M3	3592.1	47.89	
Diseño 6	M1	3892.9	51.91	52.09
	M2	3926.5	52.35	
	M3	3901.3	52.02	
Diseño 7	M1	3765.1	50.2	49.98
	M2	3729.5	49.73	
	M3	3758.2	50.02	
Diseño 8	M1	3826.4	51.02	51.08
	M2	3852.4	51.37	
	M3	3812.7	50.84	

Interpretación: En la tabla 32 refleja los resultados promedios obtenida por el grupo patrón fue de 46.04 kg/cm², mientras que para el diseño experimental 6 alcanzó un 52.09 kg/cm². Esto indica que con una dosificación de 6.5% de ceniza de la corteza de zapote, 33.7% de Agregado fino y 16.3% de cemento, supera el diseño control.

Grafica de contorno para resistencia a Flexión (14 días)

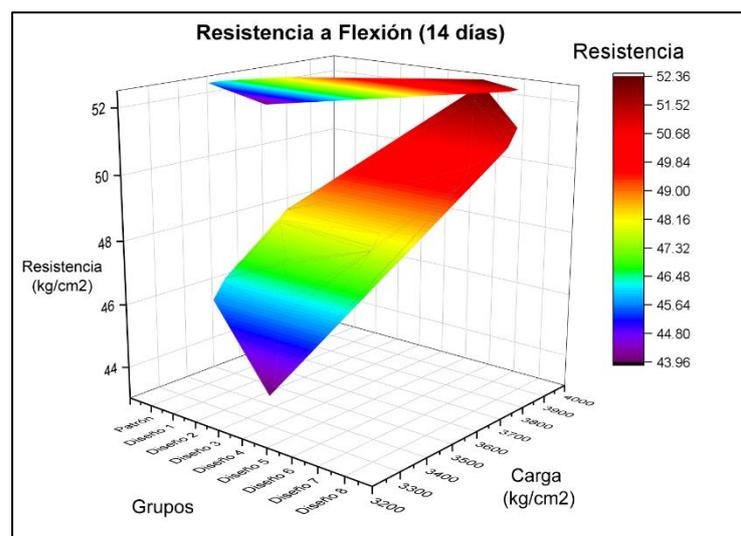


Figura 24. Grafica de dispersión para 14 días

Interpretación: En la figura 24 se presenta el gráfico que exhibe las dispersidad obtenidas en cada diseño de concreto en los 14 días de curado. Se observa que al incrementar la proporción de ceniza y agregado fino la resistencia no alcanza niveles adecuados, manteniendo una resistencia constante. Sin embargo, al incrementar la cantidad de cemento y ceniza, la resistencia a flexión aumenta significativamente, alcanzando un máximo de 52.09 kg/cm² a los 14 días de curado en el diseño experimental 6.

Histograma para resistencia a Flexión (14 días)

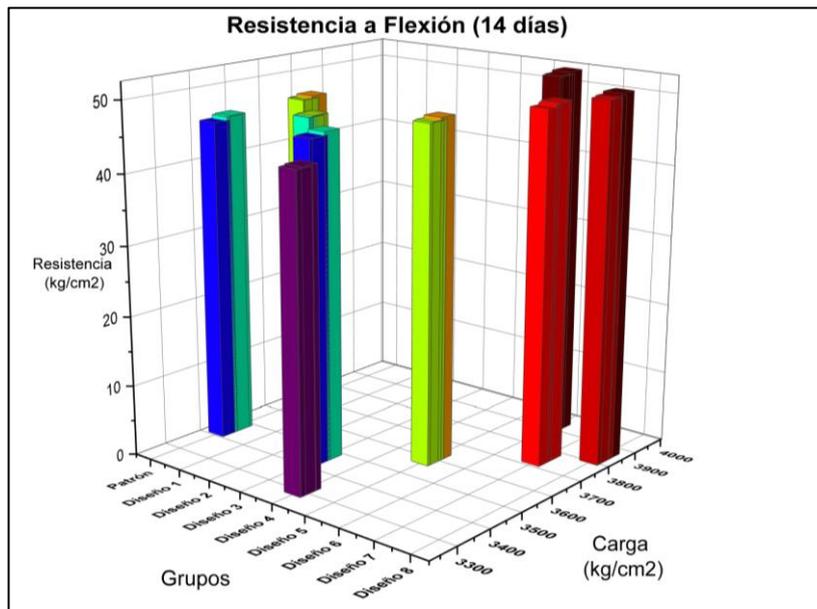


Figura 25. Histograma de flexión para 14 días

Interpretación: Para llevar a cabo la prueba de resistencia a flexión, se elaboraron 3 muestras de vigas según el diseño planteado con diferentes dosificaciones de ceniza, agregado fino y cemento. En la figura 25 se presenta el histograma. En dicho histograma se evidencian las variaciones entre las barras de colores similares, indicando que cada barra representa una muestra de la mezcla, es importante destacar que el diseño 4 y 3 representan una variación negativa ligera teniendo una resistencia por debajo del grupo patrón, asimismo se observa que el diseño experimental 1, 2, 5, 6, 7 y 8 obtuvieron un impacto muy favorable obteniendo una resistencia por encima del grupo patrón.

Tabla 33: Resistencia a flexión a los 28 días

DISEÑOS		CARGA APLICADA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (kg-f/cm ²)	PROMEDIO
Patrón	M1	3605.1	48.07	47.91
	M2	3575.4	47.67	
	M3	3598.4	47.98	
Diseño 1	M1	3744.4	49.93	49.72
	M2	3771.4	50.26	
	M3	3769.4	48.97	
Diseño 2	M1	3672.4	48.97	49.00
	M2	3659.3	48.79	
	M3	3692.5	49.23	
Diseño 3	M1	3586.7	47.82	47.92
	M2	3583.9	47.79	
	M3	3611.2	48.15	
Diseño 4	M1	3456.5	46.09	45.95
	M2	3429.8	45.73	
	M3	3452.2	46.03	
Diseño 5	M1	3756.2	50.08	50.10
	M2	3769.1	50.25	
	M3	3748.7	49.98	
Diseño 6	M1	4078.3	54.38	54.10
	M2	4035.2	53.8	
	M3	4059.8	54.13	
Diseño 7	M1	3924.6	52.33	52.12
	M2	3896.4	51.95	
	M3	3906.5	52.09	
Diseño 8	M1	3982.5	53.1	53.08
	M2	3992.4	53.23	
	M3	3968.2	52.91	

Interpretación: En la tabla 33 refleja los resultados promedios, el grupo Patrón fue de 47.91 kg/cm², mientras que para el diseño experimental 6 alcanzó un 54.10 kg/cm². Esto indica que con una dosificación de 6.5% de ceniza de la corteza de zapote, 33.7% de Agregado fino y 16.3% de cemento, supera el diseño control.

Grafica de contorno para resistencia a Flexión (28 días)

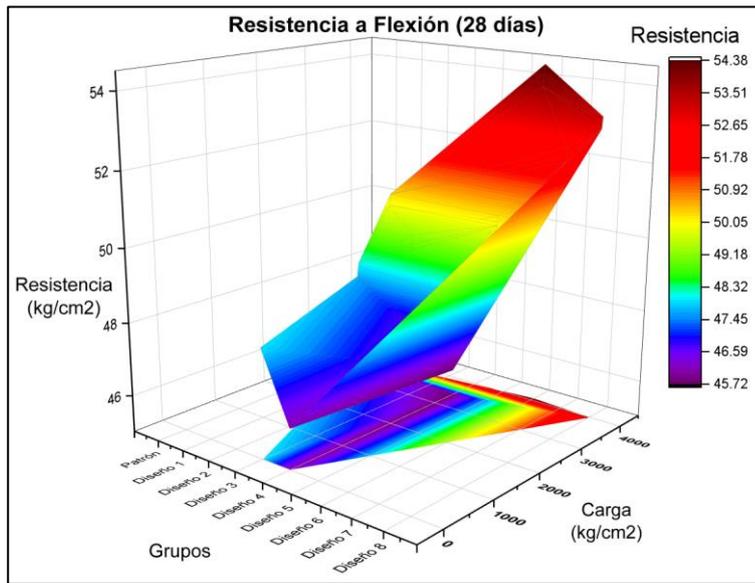


Figura 26. Grafica de dispersión para 28 días

Interpretación: En la figura 28 se presenta el gráfico que exhibe las dispersidad obtenidas en cada diseño de concreto en los 28 días de curado. Se observa que al incrementar la proporción de ceniza y agregado fino la resistencia no alcanza niveles adecuados, manteniendo una resistencia constante. Sin embargo, al incrementar la cantidad de cemento y ceniza, la resistencia a flexión aumenta significativamente, alcanzando un máximo de 54.10 kg/cm² a los 28 días de curado en el diseño experimental 6.

Histograma para resistencia a Flexión (28 días)

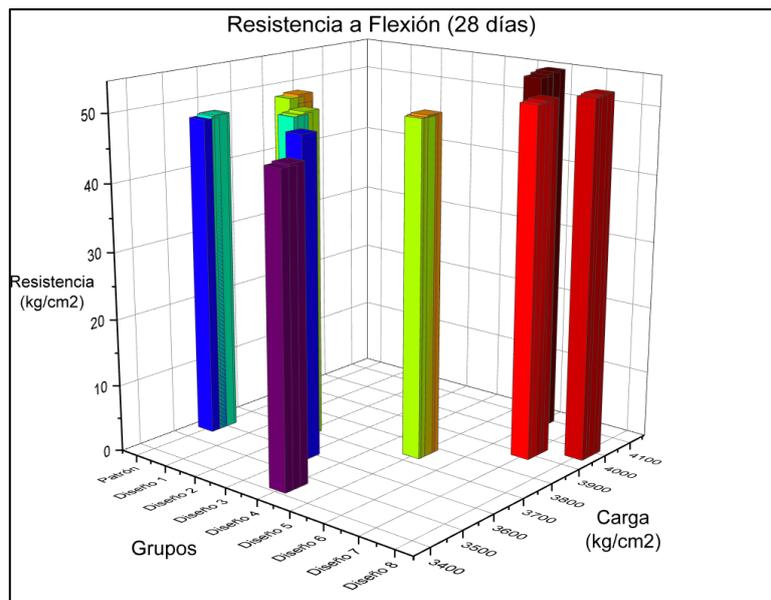


Figura 27. Histograma de flexión para 28 días

Interpretación: Para llevar a cabo el ensayo, se elaboraron 3 muestras de vigas de concreto según el diseño planteado con diferentes dosificaciones de ceniza, agregado fino y cemento. En la figura 27 se presenta el histograma. En dicho histograma se evidencian las variaciones entre las barras de colores similares, indicando que cada barra representa una muestra de la mezcla, es importante destacar que el diseño 4 representa una variación negativa ligera teniendo una resistencia por debajo del grupo patrón, asimismo se observa que el diseño experimental 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 8 obtuvieron un impacto muy favorable obteniendo una resistencia por encima del grupo patrón.

4.2.3 Contrastación de hipótesis

En relación con la comprobación de la normalidad, se han establecido las siguientes condiciones:

- **Hipótesis nula (H₀):** Si el Valor P > α , es una distribución normal.
- **Hipótesis alternativa (H₁):** Si el Valor P < α , no siguen una distribución normal.

4.2.4 Para la hipótesis general

H₀: $\mu = 210 \text{ kg/cm}^2$: La adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento no mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad

H₁: $\mu > 210 \text{ kg/cm}^2$: La adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad

Decisión

De acuerdo con la normativa para la toma de decisiones en la prueba de hipótesis, el valor de "P" obtenido es ≤ 0.05 . Por lo tanto, se da validez a la hipótesis alternativa. Considerando que de las 3 hipótesis específicas aceptamos 2 hipótesis alternativas.

Conclusión

Esta conclusión respalda que la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento mejora las propiedades del concreto de baja permeabilidad, considerando que para el ensayo de asentamiento los resultados no son favorable.

4.2.5 Contraste de hipótesis específico 1

Para llevar a cabo la verificación de la hipótesis específica 1, se ejecutaron los siguientes métodos.

A) Prueba de normalidad mediante Anderson Darling aplicada al asentamiento

Con el propósito de verificar si la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, en proporciones específicas maximiza el asentamiento, realizamos el análisis mediante prueba de normalidad.

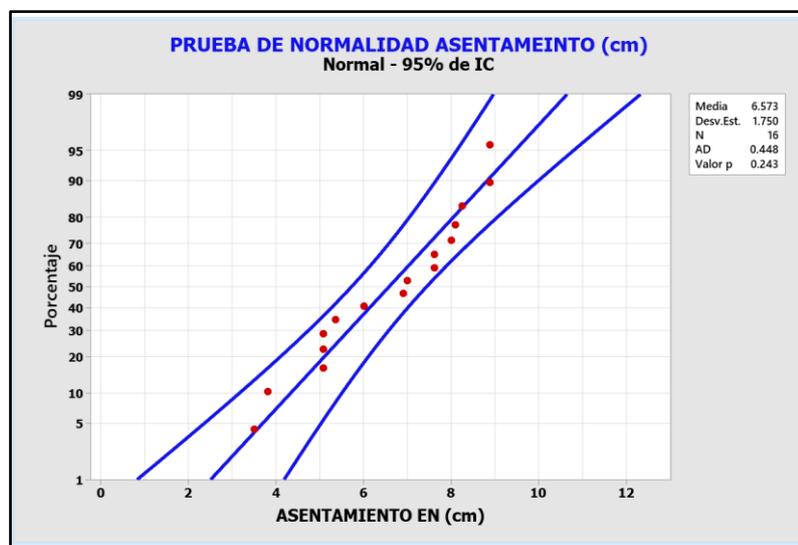


Figura 28. Prueba de Anderson Darling para Asentamiento

En la figura 28 se presenta la evaluación de normalidad para la permeabilidad, con el fin de determinar si es una distribución normal. Según la gráfica, se aprecia que los resultados tienen una distribución normal, además, el valor obtenido para "Valor P" es 0.243, superando el umbral de 0.01.

b) Análisis de varianza aplicando al asentamiento (ANOVA)

H₀: P > 0.05: Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento no maximiza el asentamiento del concreto de baja permeabilidad

H₀: P ≤ 0.05: Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza el asentamiento del concreto de baja permeabilidad.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	36.6319	5.2331	4.49	0.026
Lineal	3	32.4438	10.8146	9.28	0.006
Ceniza	1	2.7556	2.7556	2.36	0.163
Ag fino	1	1.6512	1.6512	1.42	0.268
Cemento	1	28.0370	28.0370	24.05	0.001
Interacciones de 2 términos	3	4.1151	1.3717	1.18	0.378
Ceniza*Ag fino	1	2.9412	2.9412	2.52	0.151
Ceniza*Cemento	1	0.8930	0.8930	0.77	0.407
Ag fino*Cemento	1	0.2809	0.2809	0.24	0.637
Interacciones de 3 términos	1	0.0729	0.0729	0.06	0.809
Ceniza*Ag fino*Cemento	1	0.0729	0.0729	0.06	0.809
Error	8	9.3254	1.1657		
Total	15	45.9573			

Figura 29. Análisis de Varianza para Asentamiento

La imagen 29 ilustra el proceso de análisis de varianza, en la interpretación de estos resultados, se ha considerado la alineación con los objetivos planteados, los cuales buscan maximizar el asentamiento mediante la incorporación establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento.

Decisión

De acuerdo con la normativa para la evaluación en la prueba de hipótesis, el valor de P de las combinaciones supera 0.05. En consecuencia, se valida la hipótesis nula.

Conclusión

Esta conclusión respalda que una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento no maximiza el asentamiento del concreto de baja permeabilidad

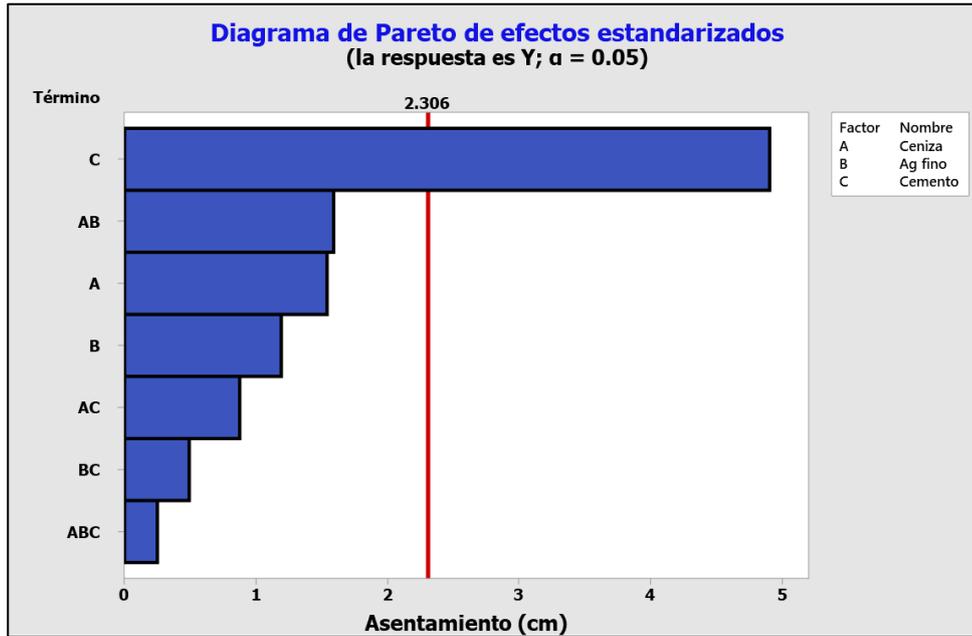


Figura 30. Efectos estandarizados para Asentamiento

La representación gráfica 30 exhibe el diagrama de Pareto, el cual identifica los materiales que han tenido una contribución más significativa. La línea roja indica el valor crítico de los materiales que han maximizado el asentamiento del concreto. Se observa que todas las combinaciones tienen un valor no significativo en el asentamiento, aunque esta mejora se aprecia de manera individual con el cemento.

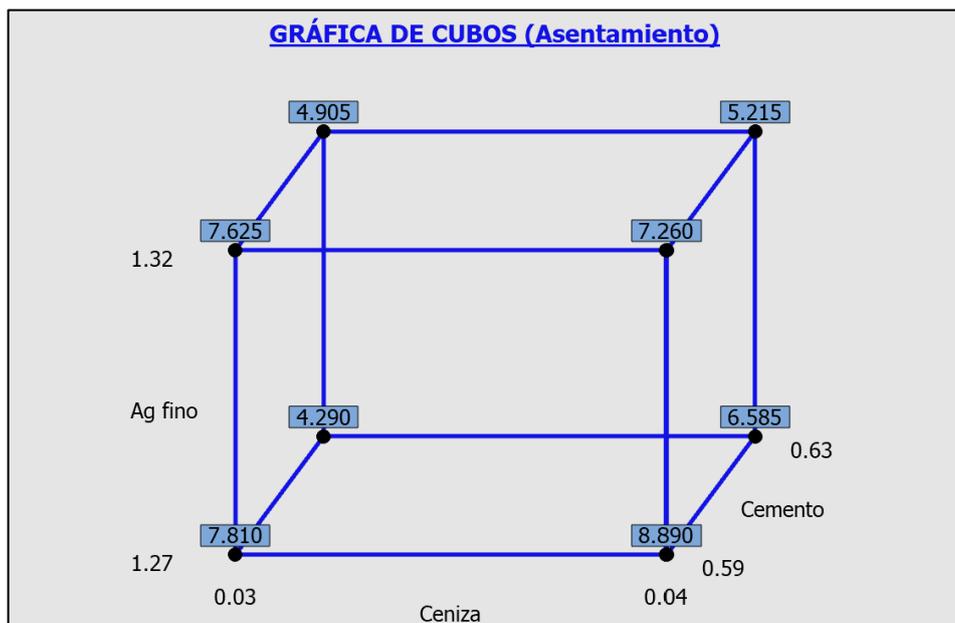


Figura 31. Gráfica de cubos para el Asentamiento

La figura 31 exhibe la representación gráfica de los impactos generados por los diseños experimentales que incluyen el factor cenizo, factor agregado fino y factor cemento, en sus dosificaciones de ceniza: 0.03 kg y 0.04 kg, para agregado fino 1.27 kg y 1.32 y cemento 0.59 kg y 0.63 kg

4.2.6 Contratación de hipótesis específico 2

Para llevar a cabo la verificación de la hipótesis específica 2, se ejecutaron los siguientes métodos.

A) Evaluación de la normalidad mediante la prueba de Anderson Darling aplicada a la permeabilidad

Con el propósito de verificar si la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, en proporciones específicas disminuye la permeabilidad, se realizó la prueba de normalidad.

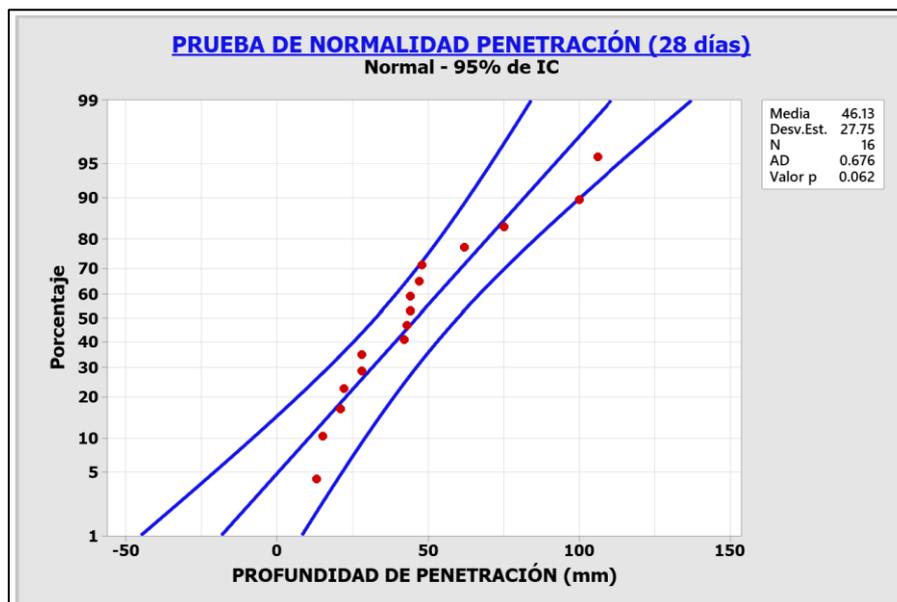


Figura 32. Prueba de Anderson Darling para Permeabilidad

La imagen 32 ilustra el análisis de normalidad relacionado con la permeabilidad. Al observar la gráfica, se nota que los datos se alinean con las características típicas de una distribución normal. Además, el valor registrado para el "Valor P" es de 0.062, lo cual está por encima del límite de 0.01.

b) Análisis de varianza aplicando a la permeabilidad (ANOVA)

H₀: P > 0.05: Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento no maximiza la impermeabilidad del concreto

H₁: P ≤ 0.05: Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza la impermeabilidad

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	16102.4	2300.35	130.06	0.000
Lineal	3	8069.2	2689.73	152.07	0.000
Ceniza	1	5148.1	5148.06	291.06	0.000
Ag. fino	1	85.6	85.56	4.84	0.059
Cemento	1	2835.6	2835.56	160.31	0.000
Interacciones de 2 términos	3	6413.2	2137.73	120.86	0.000
Ceniza*Ag. fino	1	1743.1	1743.06	98.55	0.000
Ceniza*Cemento	1	3630.1	3630.06	205.23	0.000
Ag. fino*Cemento	1	1040.1	1040.06	58.80	0.000
Interacciones de 3 términos	1	1620.1	1620.06	91.59	0.000
Ceniza*Ag. fino*Cemento	1	1620.1	1620.06	91.59	0.000
Error	8	141.5	17.69		
Total	15	16243.9			

Figura 33. Análisis de Varianza para Asentamiento

La imagen 33 ilustra el proceso de análisis de varianza, en la interpretación de estos resultados, se ha considerado la alineación con los objetivos planteados, los cuales buscan mejorar la impermeabilidad del concreto mediante adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento.

Decisión

De acuerdo con la normativa para la toma de decisiones en la prueba de hipótesis, el valor de P de las combinaciones obtenido ≤ 0.05 . En consecuencia, la hipótesis nula es rechazada.

Conclusión

Esta conclusión respalda que una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza la impermeabilidad del concreto

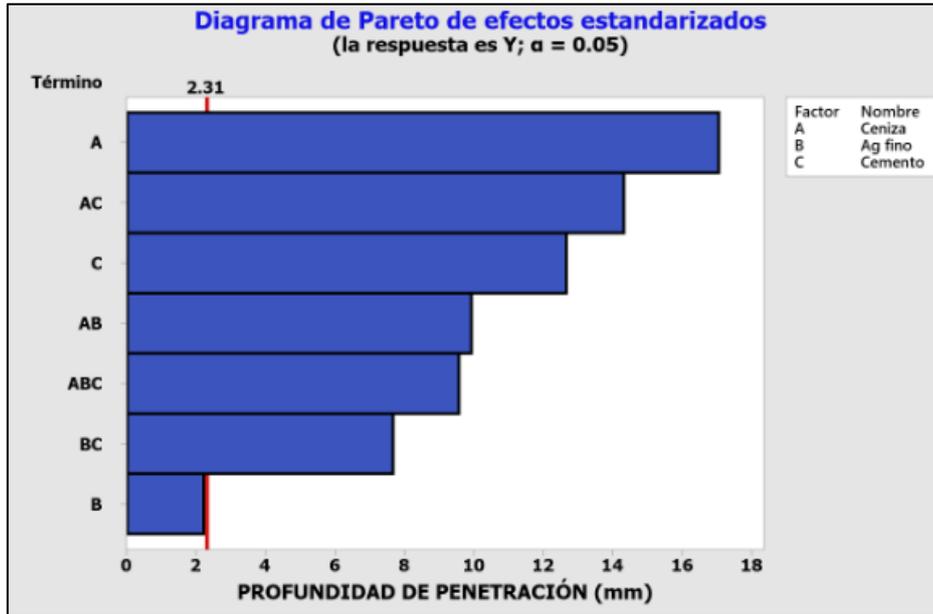


Figura 34. Efectos estandarizados para la permeabilidad

La representación gráfica 34 exhibe el diagrama de Pareto, el cual identifica los materiales que han tenido una contribución más significativa. La línea roja destaca los materiales que han mejorado a la impermeabilidad del concreto. Se observa que todas las combinaciones tienen un impacto positivo en la impermeabilidad, aunque esta mejora se aprecia de manera individual con la ceniza.

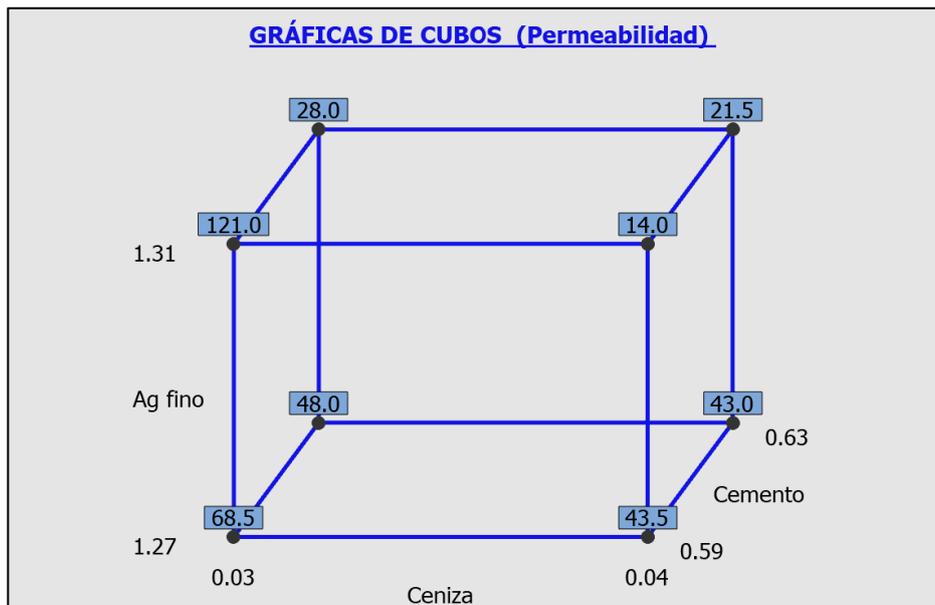


Figura 35. Gráfica de cubos para la permeabilidad.

La figura 35 exhibe la representación gráfica de los impactos generados por los diseños experimentales que incluyen el factor cenizo, factor agregado fino y factor cemento, en sus dosificaciones de ceniza: 0.03 kg y 0.04 kg, para agregado fino 1.27 kg y 1.31 y cemento 0.59 kg y 0.63 kg.

4.2.7 Contratación de hipótesis específico 3

Para llevar a cabo la verificación de la hipótesis específica 3, se ejecutaron los siguientes métodos.

a) Evaluación de la normalidad mediante la prueba de Anderson Darling aplicada a la resistencia a flexión

Con el propósito de verificar si la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, en proporciones específicas eleva la resistencia a flexión, la prueba de normalidad muestra una distribución normal.

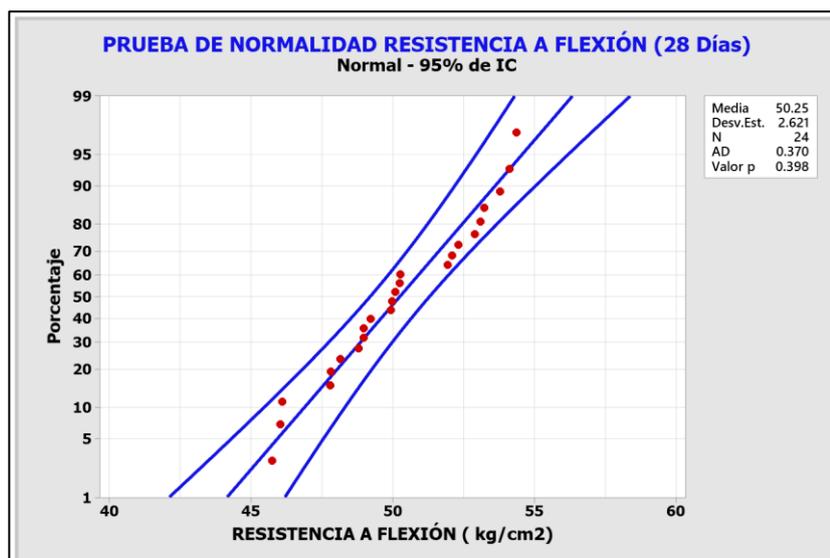


Figura 36. Prueba de Normalidad para resistencia a flexión

En la representación gráfica 36 se presenta el análisis de normalidad para la flexión, con el fin de determinar si los datos recolectados siguen una distribución normal. Según la gráfica, se aprecia que los datos se alinean con las características típicas de una distribución normal, además, el valor obtenido para "Valor P" es 0.398, superando el umbral de 0.01.

b) Análisis de varianza aplicando a la resistencia a flexión (ANOVA)

H₀: P > 0.05: Una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento no optimiza la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad

H₁: P ≤ 0.05: Una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento optimiza la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	156.476	22.354	241.26	0.000
Lineal	3	113.614	37.871	408.74	0.000
Ceniza	1	1.921	1.921	20.73	0.000
Ag fino	1	5.558	5.558	59.99	0.000
Cemento	1	106.134	106.134	1145.49	0.000
Interacciones de 2 términos	3	41.652	13.884	149.85	0.000
Ceniza*Ag fino	1	6.902	6.902	74.49	0.000
Ceniza*Cemento	1	21.946	21.946	236.86	0.000
Ag fino*Cemento	1	12.804	12.804	138.19	0.000
Interacciones de 3 términos	1	1.211	1.211	13.06	0.002
Ceniza*Ag fino*Cemento	1	1.211	1.211	13.06	0.002
Error	16	1.482	0.093		
Total	23	157.958			

Figura 37. Análisis de Varianza para resistencia a flexión

En la figura 37 indica que el valor P obtenido a través (ANOVA) fue de 0.02, un resultado inferior a 0.05.

Decisión

Según los lineamientos para decidir en pruebas de hipótesis, el valor P registrado es ≤ 0.05 . Por lo tanto, se valida la hipótesis alternativa.

Conclusión

Esta conclusión respalda que una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento eleva la resistencia del concreto de baja permeabilidad

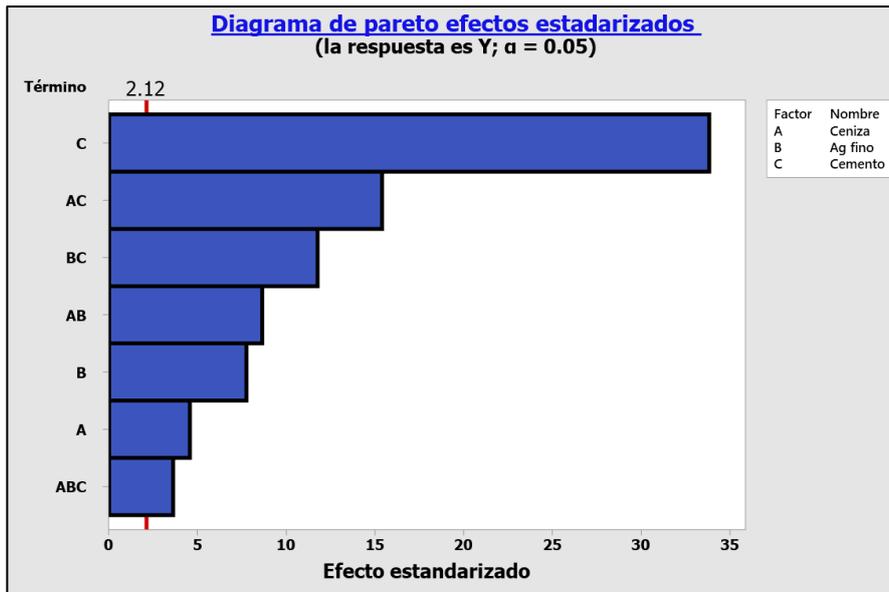


Figura 38. Efectos estandarizados para resistencia a flexión

La representación gráfica 38 exhibe el diagrama de Pareto, el cual identifica los materiales que han tenido una contribución más significativa. La línea roja destaca los materiales que han mejorado su resistencia. Se observa que todas las combinaciones tienen un impacto positivo a la flexión, aunque se aprecia con un mayor nivel individual con el cemento.

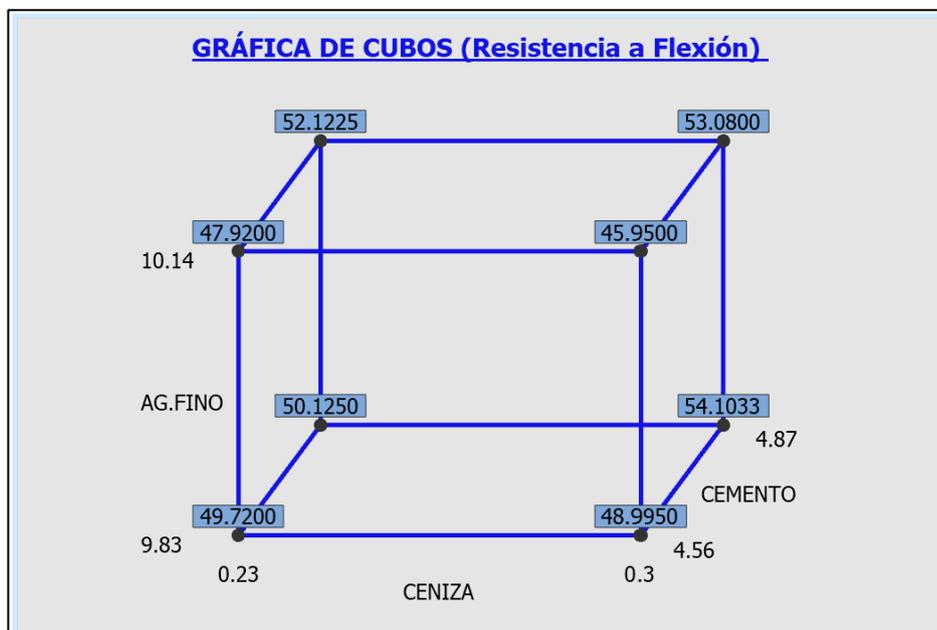


Figura 39. Gráfica de cubos para la resistencia a flexión.

39.

La figura 39 exhibe la representación gráfica de los impactos generados por los diseños experimentales que incluyen el factor cenizo, factor agregado fino y factor cemento, en sus dosificaciones de ceniza: 0.23 kg y 0.30 kg, para agregado fino 9.83 kg y 10.14 y cemento 4.56 kg y 4.87 kg.

4.2.8 Correlación de Pearson (r)

El índice de “r” es una herramienta estadística utilizada para examinar la conexión entre dos o más variables numéricas. Al analizar, se busca el valor "r" de Pearson, que varía de menos 1 a uno. Un resultado de 1 denota una relación positiva, -1 muestra una relación negativa, mientras que 0 muestra que no hay relación.

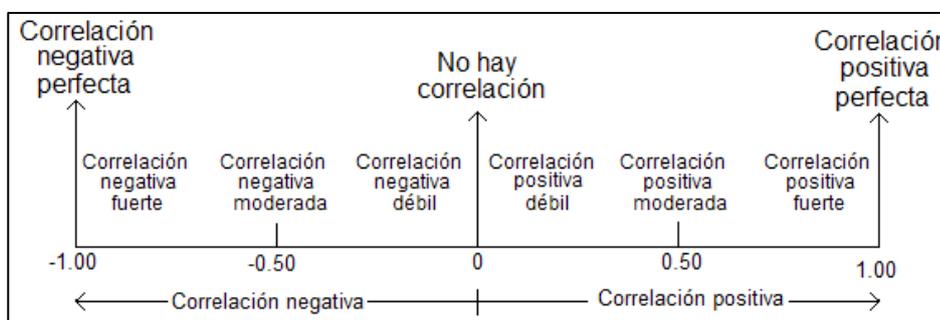


Figura 40. Clasificación de Pearson

Fuente: Cuellar (2018)

1.) Correlación de Pearson para el asentamiento del concreto

El siguiente grafica 41 presenta la correlación entre la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento para el asentamiento del concreto.

Correlaciones en parejas de Pearson			
Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para ρ
Cemento	Asentamiento	-0.781	(-0.920; -0.466)
Ag fino	Asentamiento	-0.190	(-0.626; 0.338)
Ceniza	Asentamiento	0.245	(-0.285; 0.660)

Figura 41. Correlación de Pearson para Asentamiento

Interpretación: Se aprecia la evaluación de la relación entre las 3 variables y los efectos generados en el asentamiento del concreto. En este contexto, el valor de “r” obtenido para la ceniza fue de -0.781, por otro lado, el valor de “r” para el agregado fino es de -0.190, por último, el valor de “r” para el cemento es de 0.245.

Tabla 34: Correlación de Pearson para el asentamiento del concreto

VARIABLES	"r"	NIVEL DE RELACIÓN
CENIZA DE ZAPOTE	-0.781	Correlación negativa fuerte
AGREGADO FINO	-0.190	Correlación negativa débil
CEMENTO	0.245	Correlación positiva débil

Interpretación: En la tabla 34 se expresa que la ceniza de la corteza de zapote presenta una influencia indirectamente proporcional negativa fuerte con respecto al asentamiento, dado que, al adicionar ceniza de la corteza de zapote, el Slump disminuye. Además, la adición de agregado fino presenta una influencia indirectamente proporcional negativa débil y por último la adición de cemento presenta una relación directamente proporcional positiva débil dado que al adicionar cemento mejora el asentamiento.

2.) Correlación de Pearson para la permeabilidad del concreto

El siguiente grafica 42 presenta la correlación entre la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento para la permeabilidad.

Correlaciones en parejas de Pearson			
Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para ρ
Ceniza	PERMEABILIDAD	-0.563	(-0.828; -0.093)
Ag fino	PERMEABILIDAD	-0.073	(-0.549; 0.439)
Cemento	PERMEABILIDAD	-0.418	(-0.757; 0.098)

Figura 42. Correlación de Pearson para permeabilidad

Interpretación: Se aprecia la evaluación de la relación entre las 3 variables y los efectos generados en la permeabilidad del concreto. En este contexto, el valor de "r" obtenido para la ceniza fue de 0.110, por otro lado, el valor de "r" para el agregado fino es de -0.188, por último, el valor de "r" para el cemento es de 0.820.

Tabla 35: *Correlación de Pearson para la Permeabilidad*

VARIABLES	"r"	NIVEL DE RELACIÓN
CENIZA DE ZAPOTE	-0.653	Correlación positiva débil
AGREGADO FINO	-0.073	Correlación negativa perfecta
CEMENTO	-0.418	Correlación positiva fuerte

Interpretación: En la tabla 35 se expresa que la ceniza de la corteza de zapote presenta una influencia indirectamente proporcional positiva fuerte con respecto a la permeabilidad, dado que, al adicionar ceniza de la corteza de zapote, la permeabilidad disminuye. Además, la adición de agregado fino presenta una influencia indirectamente proporcional positiva débil y por último la adición de cemento presenta una relación indirectamente proporcional positiva débil dado que al adicionar cemento disminuye la permeabilidad

3.) Correlación de Pearson para la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad

El siguiente grafica 43 presenta la correlación entre la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento para la resistencia a flexión.

Correlaciones en parejas de Pearson			
Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para p
Ceniza	Resistencia a Flexión	0.110	(-0.307; 0.492)
Ag fino	Resistencia a Flexión	-0.188	(-0.549; 0.233)
Cemento	Resistencia a Flexión	0.820	(0.622; 0.919)

Figura 43. Correlación de Pearson para flexión

Interpretación: Se aprecia la evaluación de la relación entre las 3 variables y los efectos generados en la resistencia del concreto. En este contexto, el valor de "r" obtenido para la ceniza fue de 0.110, por otro lado, el valor de "r" para el agregado fino es de -0.188, por último, el valor de "r" para el cemento es de 0.820.

Tabla 36: *Correlación de Pearson para la resistencia a flexión*

VARIABLES	"r"	NIVEL DE RELACIÓN
(A) CENIZA DE ZAPOTE	0.110	Correlación positiva débil
(B) AGREGADO FINO	-0.188	Correlación negativa débil
(C) CEMENTO	0.820	Correlación positiva fuerte

Interpretación: En la tabla 36 se expresa que la variable (A) presenta una influencia directamente proporcional positiva débil, con respecto a la resistencia a flexión, además la adición de agregado fino presenta una influencia indirectamente proporcional negativa débil y por último la adición de cemento presenta una influencia directamente proporcional positiva fuerte dado que al adicionar cemento mejora la resistencia a flexión.

2 DISCUSIÓN

Tras obtener los resultados, se llevó a cabo una comparación entre las teorías y los antecedentes que se utilizaron como fundamentos para desarrollar la investigación.

Discusión 1

En relación con las propiedades, se obtuvieron resultados diferentes. Por un lado, se observó que la inclusión de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento disminuye el valor de las propiedades físicas, como el asentamiento, en los diseños experimentales (5, 6, 7 y 8). Al mismo tiempo, se reduce la permeabilidad del concreto en los 8 diseños experimentales, destacándose como los mejores resultados los obtenidos en los diseños (4, 7 y 8). En lo que respecta a las propiedades mecánicas, se evidencia una mejora en la capacidad de resistencia ante la flexión para los 8 diseños experimentales. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Contreras y Peña (2017), quienes concluyeron que la incorporación de ceniza volante reduce los valores de las propiedades físicas, como la permeabilidad y aumentan al añadir cenizas en dosificaciones de 4% y 6%, la resistencia a la flexión.

Discusión 2

Maximizar el asentamiento del concreto de baja permeabilidad mediante una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento

Se obtuvo un asentamiento de 3 ½" para el diseño patrón el cual se clasifica como un concreto plástico, para el diseño 1 se obtuvo un Slump de 3" el cual se clasifica como un concreto plástico, para el diseño 2 se obtuvo un Slump de 3 ½" el cual se clasifica como un concreto plástico, para el diseño 3 se obtuvo un Slump de 3 ¼" el cual se clasifica como un concreto plástico, para el diseño 4 se obtuvo un Slump de 3" el cual se clasifica como un concreto plástico, para el diseño 5 se obtuvo un Slump de 2" el cual se clasifica como un concreto seco, para el diseño 6 se obtuvo un Slump de 2" el cual se clasifica como un concreto seco, para el diseño 7 se obtuvo un Slump de 1 ½" el cual se clasifica como un concreto muy seco, para el diseño 8 se obtuvo un Slump de 2 ½" el cual se

clasifica como un concreto muy seco. Estos resultados están en concordancia con lo señalado por la norma ASTM (C-143) donde indican la clasificación del asentamiento por la consistencia del concreto en su estado inicial de fraguado. En esta investigación, se logró alcanzar para el diseño 1 al 4 una clasificación plástica, mientras para el diseño 5 y 6 una clasificación seca y para el diseño 7 y 8 una clasificación muy seca

Discusión 3

Maximizar la permeabilidad del concreto mediante una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento

Con base a los resultados, se obtuvo obtener una profundidad de penetración de agua al concreto, para el diseño de patrón se obtuvo un resultado de 136.5 mm, para el diseño experimental 4 se logró mejorar la penetración del agua obteniendo una penetración de 14 mm, con su dosificación de 6.5 % de ceniza, 34.0% de agregado fino y 15.7% de cemento. Estos hallazgos coinciden con lo expuesto por Contreras y Peña (2017) donde indican que la incorporación de ceniza volante en sus dosificaciones de 6% obtuvo una profundidad de penetración de 52.5 mm En esta investigación, se logró alcanzar maximizar la reducción de permeabilidad del concreto con el diseño experimental 4.

Discusión 4

Con base a los resultados, se obtuvo una resistencia a flexión del concreto para el diseño patrón teniendo una resistencia de 46.04 kg/cm², para el diseño experimental 5 se logró mejorar la resistencia a flexión obteniendo una resistencia de 50.04 kg/cm², con su dosificación de 5.5 % de ceniza, 33.7% de agregado fino y 16.3% de cemento. Estos resultados están en concordancia con lo señalado por el autor Huilca (2022) donde indican que la incorporación de ceniza volante en sus dosificaciones de 8% de ceniza obtuvo una resistencia de 58 kg/cm². En esta investigación, se logró optimizar el rango de dosificación para alcanzar una máxima resistencia del concreto con el diseño experimental 5.

3 CONCLUSIÓN

Conclusión general

La adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento mejoran las propiedades físicas, reduciendo su permeabilidad, para los 8 diseños experimentales, considerando un impacto negativo para el asentamiento dado que se presenta una disminución en su trabajabilidad. En cuanto a las propiedades mecánicas, mejora para los 8 diseños experimentales.

Conclusión específico 1

Se logró maximizar el asentamiento del concreto de baja permeabilidad mediante la adición específica de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento. Los diseños experimentales 1 al 4 logran mantener su trabajabilidad del concreto debido a que contienen mínimas dosificaciones de finos, por otro lado, el diseño 5 al 8 disminuyen su trabajabilidad debido a su excedencia de materiales finos, logrando una clasificación seca y muy seca.

Conclusión específico 2

Se logró maximizar la permeabilidad mediante la adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento. Se logró una permeabilidad baja de 14 mm con la adición de 6.5% de ceniza, 34% de agregado fino y 15.7% de cemento para el diseño experimental 4, mientras que la permeabilidad más alta se registró en el diseño patrón con 136.5 mm.

Conclusión específico 3

Se logró optimizar la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad, mediante la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento. Los resultados obtenidos demuestran que el diseño 6 con dosificaciones de 6.5% de ceniza de la corteza de zapote, 33.7% de agregado fino y 16.3% de cemento, alcanzaron una máxima resistencia de 50.04 kg/cm², por encima del patrón.

RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis realizado para la creación de un concreto de baja permeabilidad mediante la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento, se proponen las siguientes sugerencias:

- Se sugiere optimizar la dosificación para elevar el rendimiento de esta investigación el cual tuvo un impacto favorable mejorando un 93% en cuanto a la disminución de la permeabilidad del concreto, buscando alcanzar una mayor eficacia y obtener resultados más precisos.
- Se sugiere optimizar la dosificación para elevar el rendimiento de esta investigación el cual tuvo un impacto favorable mejorando un 12% en cuanto a la resistencia del concreto, buscando alcanzar una mayor eficacia y obtener resultados más precisos.
- Se recomienda emplear el diseño factorial 2^k ya que contribuye a alcanzar los resultados deseados mediante la optimización de la composición de los diseños y aporta a conocer el efecto de cada una de las variables
- Se recomienda emplear proporciones de ceniza de la corteza de zapote en dosificaciones mayores a 6.5% con el fin de conseguir elaborar concretos impermeables menores a 14 mm de penetración de agua.
- Se recomienda para futuras investigaciones seguir tabulando y llevar a cabo estudios con el propósito de alcanzar una máxima mejorar de las proporciones del concreto, buscando así obtener un concreto de baja permeabilidad y mejorar la resistencia.
- Se sugiere llevar a cabo investigaciones con diversos materiales empleados en el concreto como agregado grueso, relación A/C, agregado fino y cemento.

REFERENCIAS

Artículos científicos

SANDOVAL, Gersson. et al. Correlation between Permeability and Porosity for Pervious Concrete (PC). *Dyna* [en línea]. 2019, [Fecha de Consulta 10 de Junio de 2023]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.77613>

ZAE, Jesús, et al. Desempeño de la adición de ceniza de bagazo de caña como filler para producir concretos autocompactantes. *Revista ALCONPAT* [en línea]. Octubre 2022 [Fecha de consulta: 9 de Junio del 2023]. DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v13i1.642>

CASTELLANO, Nancy.; et al. Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash. *Dyna* [en línea]. 2021, [Fecha de Consulta 9 de Junio del 2023]. ISSN: 0012-7353. DOI: <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n216.89234>

GURDIÁN, H.; et al. Durabilidad del hormigón con aditivos puzolánicos y áridos reciclados. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea]. 2021, [fecha de Consulta 10 de Junio del 2023]. DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.542>

VIERA, Paulina.; MORILLO, Dayra y PARION, Jofre. Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, y cemento, cal y arena. *Figempa* [en línea]. 2022, [Fecha de consulta 10 de Junio de 2023]. ISSN 2602-8484. DOI: <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3410>

TORRE, Ana V.; ESPINOZA, Pedro C. y MATIAS, Jesús A. Uso de las redes neuronales artificiales en el estudio del coeficiente de permeabilidad de concretos adicionados con microsílíce, metacaolín y puzolana. *Inf. tecnol.* [en línea]. 2022, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000500081>

VEGA, Sleyther.; et al. Resistencia a compresión simple del concreto con yeso y residuos de conchas de abanico. *Bol. Quim* [en línea]. 2022, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023], ISSN: 0250-5460 Disponible en: <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.1.1>

FARFÁN, Marlon & PASTOR Hary. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura [en línea]. 2018, [fecha de Consulta 10 de Junio de 2023]. ISSN: 2305-8552. Disponible en: <https://doi.org/10.18050/RevUCVHACER.v7n3a2>

PRAKASH, R; et al. "Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre", Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. [en línea]. 2020, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023]. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20190403>

YEPES, Jaime. REYES, Néstor. TOBÓN Jorge I. Effect of fly ash and silica fume on rheology, compressive strength and self-compacting in cement mixtures. Dyna [en línea]. 2018, [Fecha de Consulta 10 de Junio de 2023]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68960>

SOLÍS, Gilberto & ALCOCER, Ángel. Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. Ingeniería. Investigación y Tecnología [en línea]. 2019 [fecha de Consulta 10 de Junio de 2023]. ISSN: 2594-0732. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n4.039>

CÁCERES, Samuel & FLORES, Darwin. Resistencia del concreto con inclusión de ceniza. Journal of Research and Innovation in Civil Engineering [en línea]. 2021 [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023]. ISSN: 2789-0856 Disponible en: <https://bit.ly/3XBAUtQ>

SANCHEZ, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. Rev. Digit. Invest. Docencia Univ. [en línea]. 2019, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023], ISSN 2223-2516 Disponible en: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

LÓPEZ- Pedro & FACHELI, Sandra. [en línea]. 1er ed. Metodología de la investigación social cuantitativa. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona-España, 2015 [Fecha de consulta: 10 Junio del 2023]. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/record/129382>

CABEZAS-Edison, ANDRADE-Diego, TORRES- Johana. [en línea]. 1er, ed. Introducción a la metodología de la investigación científica. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018 [Fecha de consulta 10 de

Junio del 2023], ISBN: 978-9942-765-44-4 Disponible en: <https://bit.ly/metodologiacientifica>

CISNEROS, Alicia.; et al. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. Ciencias Económicas y Empresariales Artículo de Investigación [en línea]. Diciembre del 2022, [Fecha de consulta 10 de Julio del 2023]. ISSN: 2477-8818 Disponible en: <https://bit.ly/tecnicaseinstrumentos>

HERNÁNDEZ, Roberto & MENDOZA, Christian. [en línea]. 2da, ed. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V, 2018 [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023], Disponible en: <https://bit.ly/metodologiadeinvestigación> ISBN: 978-1-4562-6096-5

GUEVARA, Wilmer.; CÁRDENAS, Andrónico y CAMPEROS, Andrea. Metodología para evaluar el factor confiabilidad en la gestión de proyectos de diseño de equipos industriales. Tecnura [en línea]. 2015, [fecha de Consulta 10 de Junio de 2023]. ISSN: 0123-921X. Disponible en: <https://bit.ly/3XF3s5E>

BUSTAMANTE, B. La degradación del concreto armado. *Revista Universidad EAFIT*, [en línea] 2012. [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/467YUIQ>

DULZAIDES, María & MOLINA, Ana. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. ACIMED [en línea]. 2004, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023], ISSN 1024-9435. Disponible en: <https://bit.ly/3XfnO52>

ORELLANA, Dania & SÁNCHEZ Cruz. Técnicas de recolección de datos en tornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. *Revista de Investigación Educativa* [en línea]. 2006, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023]. ISSN: 0212-4068. Disponible en: <https://bit.ly/43eO4Ox>

AIZPURUA, L., MORENO, G., y CABALLERO, K. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *I+D Tecnológico*, [en línea]. 2018, [Fecha de consulta 10 de Junio del 2023]. ISSN: 1680-8894 Disponible en: <https://doi.org/10.33412/idt.v14.2.2071>

GONZALES, Simplicio & LÓPEZ, Juana. Flora Medicinal Zoque-Popoluca de Magallanes, Veracruz. Biblioteca Mexicana [en línea]. 2009, [fecha de consulta 10 de Junio del 2023] Disponible en: <https://bit.ly/42Ryzvz>

AYALA, Jhon.; et al. Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. TecnoL. [en línea]. 2022, [Fecha de consulta 11 de Junio del 2023]. ISSN: 0123-7799. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.2080>

NISTAL, RETANA Y RUÍZ. El hormigón: historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia. Tecnología y desarrollo. [en línea]. 2012, [Fecha de consulta 23 de Junio del 2023]. ISSN: 1696-8085 Disponible en: <https://bit.ly/3rj3Kms>

BRENER, Alejandro. Una forma alternativa para la enseñanza del método hipotético-deductivo. INCI [en línea]. 2007, [Fecha de consulta 23 de Junio del 2023]. ISSN 0378-1844. Disponible en: <https://bit.ly/3recTNj>

OTZEN & MANTEROLA. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. [en línea]. 2017, [Fecha de consulta 27 de Julio del 2023]. ISSN 0717-9502. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

BURGOS, Diana; ANGULO, Daniela y MEJIA, Ruby. Durabilidad de morteros adicionales con cenizas volantes de alto contenido de carbón. Rev. LatinAm. Metal. Mater. [en línea]. 2012, [Fecha de consulta 07 de Julio del 2023], ISSN 0255-6952. Disponible en: <https://bit.ly/3D3qdGV>

Trabajos de Titulación

JAIME, Miguel & PORTOCARRERO, Luis. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018 [tesis] Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://bit.ly/influenciadeceniza>

DELEDESMA, Carrera. Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210$ kg/cm² sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash – 2019. [tesis] Universidad San Pedro. Disponible en: <https://bit.ly/3NzPM8F>

DUQUE, Luisa. Carbohidratos y compuestos bioactivos de zapote amarillo (*Pouteria campechiana*) en dos estados de desarrollo. Morelos 2019 [tesis] Instituto Politécnico Nacional. Disponible en: <https://bit.ly/441Eyz6>

CÁNOVA, Diego. Propuesta de modificación al proceso convencional de diseños de mezcla de concreto en el LEMC. Piura 2021, [Tesis]. Universidad de Piura. Disponible en: <https://bit.ly/3qQIAgJ>

HUILCA, Brayan. "Influencia de ceniza de Queñual (*Polylepis*) sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350$ kg/cm², Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho, Lima 2022. [Tesis]. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3qOhKEK>

CUELLAR, Julio & SEQUEIROS, Walker. Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo i y cemento puzolánico tipo ip en la ciudad de Abancay – Apurímac. Perú 2017 [tesis]. Universidad Tecnológica de los Andes. Disponible en: <https://bit.ly/3NAdhhJ>

EFFIO, Félix & GRANDA, Luiggi. Estudio de las propiedades físico - mecánicas del concreto empleando partículas de caucho reciclado como material suplementario del agregado grueso, Lambayeque 2022. [Tesis]. Universidad Nacional Pedro Luis Gallo. Disponible en: <https://bit.ly/43Q7hXV>

BONILLA, Jersson & CÓRDOVA, Edgar. Evaluación de la composición química de las cenizas de samán (*Samanea saman*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) para aprovechamiento como potasa. Guayaquil- Ecuador 2021. [Tesis]. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en: <https://bit.ly/3pzfMrA>

FALCON, Liliana. Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucílago de huaraco en zonas altoandinas, Huancayo, Junín 2021. [tesis]. Universidad Continental. Disponible en: <https://bit.ly/3ro7jrP>

MONTERO, Yoel. Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo. Pimentel 2019. [tesis]. Universidad señor de Sipán. Disponible en: <https://bit.ly/3XFZWYU>

BAUTISTA, Liliana. La permeabilidad al agua en el concreto cemento-arena. Indicador durabilidad, Iquitos – 2020. [tesis]. Universidad Científica del Perú. Disponible en: <https://bit.ly/3PQzU2S>

CONTRERAS, Karol & PEÑA, José. Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Trujillo 2017. [tesis]. Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://bit.ly/43vDoLL>

Revistas electrónicas

REVISTA SIKA [en línea]. Lima: Sika Perú S.A. [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2023]. ISSN: 01122-0594 Disponible en: <https://bit.ly/sikaperu>

Norma técnica

NORNA TECNICA PERUANA. NTP 334.009:2016/MT 1:2018. El cemento Pórtland tipo I Disponible en: <https://bit.ly/46aRiVP>

ANEXOS

Anexos 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROB.GENERAL: ¿Cómo la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento podrían mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad?	OBJ.GENERAL: Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad por medio de la adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento	HIP.GENERAL: La adición de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad	VI: Ceniza de la corteza de zapote, Agregado fino y Cemento	Dosificación	Peso (kg)	<ul style="list-style-type: none"> • MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Hipotético deductivo • DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental Factorial 2³ Gc (A): Y1 → X → Y2 Ge (A): Y3 → X' → Y3 Gc: Grupo control sin adición Ge: Adicionando ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada • ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo • NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Correlacional • MUESTRA: El ensayo consta de 81 vigas, 27 probetas y 9 ensayos de asentamiento • POBLACIÓN: Está conformada por 9 grupos muestrales • MUESTREO: No probabilístico por conveniencia • TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE DATOS: Ensayos y la observación • TÉCNICA DE PORCESAMIENTO DE DATOS: Herramientas tecnológicas (Softwares)
ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	VD: Propiedades físicas y mecánicas del Concreto de baja permeabilidad	Propiedades Físicas	-Asentamiento (in)	
¿Con una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento se podrían maximizar el asentamiento del concreto de baja permeabilidad?	Maximizar el asentamiento del concreto de baja permeabilidad mediante una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento	Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza el asentamiento del concreto de baja permeabilidad				
¿Con una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento se podrían maximizar la impermeabilidad del concreto?	Maximizar la permeabilidad del concreto mediante una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento	Una adición establecida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento maximiza la impermeabilidad del concreto				
¿Con una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento se podría optimizar la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad?	Optimizar la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad mediante una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento	Una adición definida de ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento optimiza la resistencia a flexión del concreto de baja permeabilidad	Propiedades mecánicas	-Resistencia a flexión (kg/cm ²)		

Anexo 2. Matriz operacional

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VI: Ceniza de la corteza de zapote, agregado fino y cemento	La ceniza de la corteza de zapote es un material fácil de obtener, mediante su calcinación a 550 °C durante 5 horas, tiene muchas características como fosforo, potasio, magnesio y calcio, entre ellas el carbonato de calcio destaca por ser una de las composiciones del cemento, Duque (2019).	Se adiciono la ceniza de la corteza de zapote en dosificaciones de 5%, 5.5% y 6.5% con respecto al cemento, para reducir la permeabilidad del concreto, con respecto al grupo control.	Dosificación	-Diseño de mezcla	Proporción (kg)
VD: Propiedades físicas y mecánicas del Concreto de baja permeabilidad	Hace referencia a la trabajabilidad del concreto y a la capacidad de resistir las cargas, el cual evita su deterioro funcional por la permeabilidad en una edad temprana. Liliana (2022, p, 21)	Se evaluó si se mantiene la trabajabilidad del concreto y el % de vacíos. Además, se evaluó las probetas mediante los ensayos de permeabilidad, compresión y tracción a los 7 y 28 días de curado.	Propiedades Físicas	- Asentamiento -Impermeabilidad	Razón
			Propiedades mecánicas	-Resistencia a flexión	Razón

Investigador: Gasca Mandujano, Juan Diego D.N.I. N°: 73233995

Título de la investigación: Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

Universidad: Universidad César Vallejo D.N.I. N°: 0067813

Experto: Luis Villarreal Orsola

Grado académico: Doctor (M) Magister (I) Otros () Especifique: Doctor en Ciencias

Institución donde labora: Universidad César Vallejo

Fecha: Día 14 Mes 12 Año 2023

Variables	Aspecto por Evaluar			Opinión del experto							
	Dimensiones	Indicadores	Item/Pregunta	Escala		Puntuación			Observaciones/Sugerencias		
Ceniza de la corteza de zapote, Agregado fino y Cemento	Dosificación	Ceniza de la corteza de zapote (Min-Max) 5.5%, 6.5%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables el adicionar ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?						X		
	Dosificación	Agregado Fino (Min-Max) 33.7%, 34%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables al adicionar agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?						X		
	Dosificación	Cemento (Min-Max) 15.7%, 16.3%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables al adicionar cemento en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?							X	
Propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad	Propiedades Físicas	Asentamiento	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo de Asentamiento nos permitirá evaluar el comportamiento físico del concreto?							X	
		Permeabilidad	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo a permeabilidad nos permitirá evaluar el comportamiento físico de concreto?							X	
	Propiedades Mecánicas	Resistencia a flexión	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo de Resistencia a flexión nos permitirá evaluar el comportamiento mecánico del concreto?								X

Firma del experto

Luis Villarreal Orsola

LUIS V. VILLARREAL ORSOLA
JEFE DEL LABORATORIO UCV
SUELOS Y CONCRETO
C.I.P. N° 76748

Investigador: Gasga Mandujano, Juan Diego D.N.I. N°: 73233995

Título de la investigación: "Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"

Universidad: Universidad César Vallejo

Experto: CLICHENTE CONDORELU ALUIS JIMMY D.N.I. N°: 09957403

Grado académico: Doctor (X) Magister () Otros () Especifique: Docencia en Ciencias

Institución donde labora: Universidad César Vallejo

Fecha: Día 14 Mes 12 Año 2023

Variables	Aspecto por Evaluar				Opinión del experto					
	Dimensiones	Indicadores	Ítem/Pregunta	Escala	1	2	3	4	5	Observaciones/Sugerencias
Ceniza de la corteza de zapote, Agregado fino y Cemento	Dosificación	Ceniza de la corteza de zapote (Min-Max) 5.5%, 0.5%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables el adicionar ceniza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?				X			
	Dosificación	Agregado Fino (Min-Max) 33.7%, 34%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables el adicionar agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?					X		
	Dosificación	Cemento (Min-Max) 15.7%, 16.3%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables al adicionar Cemento en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?						X	
Propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad	Propiedades Físicas	Asentamiento	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo de Asentamiento nos permitirá evaluar el comportamiento físico del concreto?					X		
		Permeabilidad	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo a permeabilidad nos permitirá evaluar el comportamiento físico del concreto?					X		
	Propiedades Mecánicas	Resistencia a flexión	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo de Resistencia a flexión nos permitirá evaluar el comportamiento mecánico del concreto?						X	

Firma del experto

[Firma]

Dr. CLICHENTE CONDORELU ALUIS JIMMY
 INSPECTOR DE CALIDAD
 SOLOS Y CONCRETO
 C.I.P. N° 22196



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

ASTM C 117 / NTP 339.036

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

ASTM C-117 / NTP 339.036

REFERENCIA	Datos de laboratorio
AUTOR	Georgi Menduyano Juan Diego
TESIS	"Acción de ceniza de la corteza de zapallo en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	Lima - Perú 2023
FECHA	Ate - Lima - Perú
	14 de Diciembre de 2023

**MEDICIÓN DE PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO
ASTM C 138**

ENSAYO (PATRÓN)	ENSAYO (DISEÑO 1)	ENSAYO (DISEÑO 2)
3 1/2" pug	3" pug	3 1/2" pug

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
ASTM C 143 / NTP 328.035**

ENSAYO (DISEÑO 3)	ENSAYO (DISEÑO 4)	ENSAYO (DISEÑO 5)
3 1/4" pug	3" pug	2" pug

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO
ASTM C 231 / NTP 326.063**

ENSAYO (DISEÑO 6)	ENSAYO (DISEÑO 7)	ENSAYO (DISEÑO 8)
2" pug	1 1/2" pug	2 1/2" pug

OBSERVACIONES

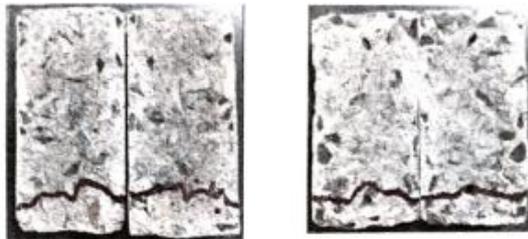
- 1. El ensayo fue realizado en serie con los equipos en buen estado y calibrados.
- 2. Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<p>Revisado por:</p>  <p>M. Sc. Luis J. Clemente Condori INSPECTOR DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO UCV C.I.P. N° 92196</p> <p><small>M. Sc. Clemente Condori, Luis J.</small></p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>M. Ing. Requis Carbajal JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO UCV C.I.P. N° 76748</p> <p><small>M. Ing. Requis Carbajal, Luis Villar</small></p>
---	---

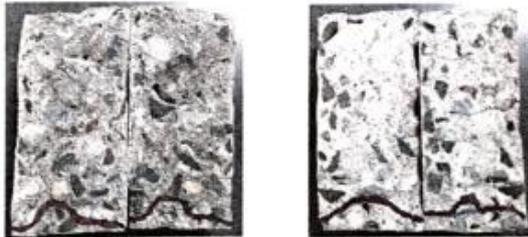
PROYECTO : Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad
TESISTA : GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO
UBICACIÓN : Lima Perú
FECHA : 14/12/2023

6. Panel fotográfico : Muestras partidas diametralmente para medir la profundidad de penetración

6.7 Probeta diseño 6



6.8 Probeta diseño 7



6.9 Probeta diseño 8



Revisado por:  M. Sc. Luis J. Gigliottig C.O.C. INSPECTOR DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 92196	Aprobado por:  Dr. Luis V. Roquis Carbajal JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 76748
M.Sc: Clemente Condoril, Luis Jimmy	Ms. Ing: Roquis Carbajal, Luis Villar

NTC 4483
 ACI 211
 ASTM C-31

Metodo de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua
 Diseño de mezcla de concreto
 Preparación y curado de especimenes de probetas cilíndricas

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA
	NTC 4483

PROYECTO : Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

TESISTA : GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO

UBICACIÓN : Lima Perú

FECHA : 14 /12/2023

1. Tipo de Muestra : Concreto endurecido
2. Presentación : Especímenes de cilindro de 4" x 8"
3. Equipo : Para medir la permeabilidad del concreto endurecido, por presión de agua
4. Metodo de ensayo : NTC 4483 "Metodo de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto"
5. RESULTADO : Ensayo de profundidad de penetración
presión de agua : 0.5 Mpa

N°	IDENTIFICACIÓN		Fecha de inicio de ensayo	Fecha de termino de ensayo	Profundidad de Penetración (mm)	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Permeabilidad
1	Patrón	M1	06/11/2023	10/11/2023	135	1.02E-10	Alta
2	Patrón	M2	06/11/2023	10/11/2023	138	1.11E-10	
3	Diseño 1	M1	06/11/2023	10/11/2023	62	2.28E-11	Alta
4	Diseño 1	M2	10/11/2023	14/11/2023	75	3.22E-11	
5	Diseño 2	M1	10/11/2023	14/11/2023	43	1.10E-11	Media
6	Diseño 2	M2	10/11/2023	14/11/2023	44	1.17E-11	
7	Diseño 3	M1	14/11/2023	18/11/2023	116	7.61E-11	Alta
8	Diseño 3	M2	14/11/2023	18/11/2023	126	9.53E-11	
9	Diseño 4	M1	14/11/2023	18/11/2023	15	1.36E-12	Baja
10	Diseño 4	M2	18/11/2023	22/11/2023	13	1.13E-12	
11	Diseño 5	M1	18/11/2023	22/11/2023	49	1.61E-11	Media
12	Diseño 5	M2	18/11/2023	22/11/2023	47	1.25E-11	
13	Diseño 6	M1	22/11/2023	26/11/2023	42	1.06E-11	Media
14	Diseño 6	M2	22/11/2023	26/11/2023	44	1.28E-11	
15	Diseño 7	M1	22/11/2023	26/11/2023	28	4.75E-12	Baja
16	Diseño 7	M2	26/11/2023	30/11/2023	28	5.26E-12	
17	Diseño 8	M1	26/11/2023	30/11/2023	22	3.25E-12	Baja
18	Diseño 8	M2	26/11/2023	30/11/2023	21	2.47E-12	

Revisado por :  M. Sc. Luis J. Clemente Condori INSPECTOR DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO UCV C.I.P. N° 92896 M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy	Aprobado por :  D. Luis Villar Carbajal JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO UCV C.I.P. N° 76748 Ms. Ing. Requis Carbajal, Luis Villar
--	--

NTC 4483
ACI 211
ASTM C-31

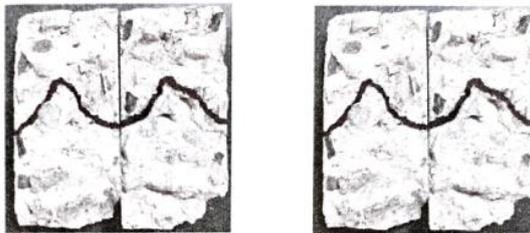
Metodo de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua
Diseño de mezcla de concreto
Preparación y curado de especímenes de probetas cilíndricas



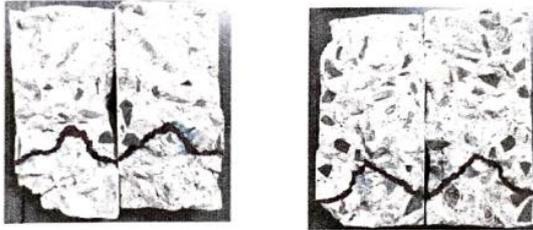
PROYECTO : Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad
TESISTA : GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO
UBICACIÓN : Lima Perú
FECHA : 14 /12/2023

6. Panel fotográfico : Muestras partidas diametralmente para medir la profundidad de penetración

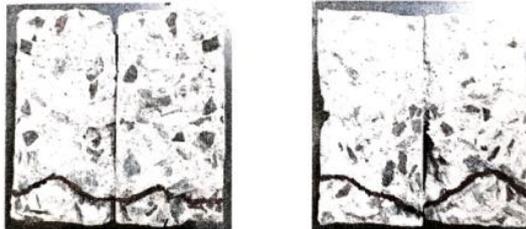
6.1 Probeta Patrón



6.2 Probeta diseño 1



6.3 Probeta diseño 2



Revisado por : M. Sc. Clemente Condoril INSPECTOR DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 92196	Aprobado por : Dr. Luis V. Requis Carbajal JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 76798
M.Sc. Clemente Condoril, Luis Jimmy	Ms. Ing. Requis Carbajal, Luis Villar

NTC 4483
ACI 211
ASTM C-31

Metodo de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua
Diseño de mezcla de concreto
Preparación y curado de especímenes de probetas cilíndricas

PROYECTO : Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

TESISTA : GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO

UBICACIÓN : Lima Peru

FECHA : 14/12/2023

Datos de la muestra :

Relación agua/cemento : 0.56

Edad: 28 días

		N° de Ensayos	Diseño 3	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 4	Diseño 5	Diseño 5
A	Masa seca al horno (gr.)		934.19	951.44	981.53	981.53	860.37	860.37
B	Másasaturada después de inmersión en el agua (gr.)		1028.07	1062.12	1083.01	1083.01	958.94	958.94
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (gr.)		1034.98	1074.86	1095.29	1095.29	972.60	972.60
D	Masa sumergida aparente (gr.)		529.14	545.22	562.68	562.68	497.85	497.85
	Descripción							
1	Absorción después de inmersión (%)		10.05	11.63	10.34	11.63	11.46	11.46
2	Absorción después de inmersión y ebullición		10.79	13.04	11.59	13.04	13.04	13.04
3	Densidad seca global (bruta) (gr/cm3)		1.85	1.83	1.79	1.81	1.81	1.81
4	DAW27: BF29densidad global (bruta) después de inmersión (gr/cm3)		2.03	2.03	2.00	2.03	2.02	2.02
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (gr/cm3)		2.05	2.04	2.03	2.06	2.05	2.05
6	Densidad aparente (gr/cm3)		2.31	2.33	2.34	2.34	2.37	2.37
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)		19.93	21.15	23.39	21.36	23.64	23.64

<p>Revisado por :</p> <div style="text-align: center;">  <p>M. Sc. Luis J. Clemente Condori INSPECTOR DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 92394</p> </div>	<p>Aprobado por :</p> <div style="text-align: center;">  <p>Luis V. Requiá Carbajal INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 71,743</p> </div>
<p>M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy</p>	<p>Ms. Ing. Requiá Carbajal, Luis Villar</p>

PROYECTO : Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

TESISTA : GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO

UBICACIÓN : Lima Perú

FECHA : 14/12/2023

Datos de la muestra :

Relación agua/cemento : 0.56

Edad: 28 días

		N° de Ensayos	Diseño 6	Diseño 7	Diseño 7	Diseño 8	Diseño 8
A	Masa seca al horno (gr.)	934.19	963.67	951.44	981.53	860.37	860.37
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (gr.)	1028.07	1065.74	1062.12	1083.01	958.94	958.94
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (gr.)	1034.98	1074.86	1075.47	1095.29	972.60	972.60
D	Masa sumergida aparente (gr.)	529.14	549.20	545.22	567.68	497.85	497.85
Descripción							
1	Absorción después de inmersión (%)	10.05	10.59	11.63	10.34	11.46	11.46
2	Absorción después de inmersión y ebullición	10.79	11.54	13.04	11.59	13.04	13.04
3	Densidad seca global (bruta) (gr/cm ³)	1.85	1.83	1.79	1.84	1.81	1.81
4	DAW27-BF29 densidad global (bruta) después de inmersión (gr/cm ³)	2.03	2.03	2.00	2.03	2.02	2.02
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (gr/cm ³)	2.05	2.04	2.03	2.06	2.05	2.05
6	Densidad aparente (gr/cm ³)	2.31	2.33	2.34	2.34	2.37	2.37
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.93	21.15	23.39	21.36	23.64	23.64

<p>Revisado por :</p> <div style="text-align: center;">  M. Sc. Luis Clemente Condorili INSPECTOR DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO UCY C.A.P. N° 92196 </div>	<p>Aprobado por :</p> <div style="text-align: center;">  Dr. Luis V. Requís Carbajal JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO UCY C.A.P. N° 76748 </div>
<p>M.Sc. Clemente Condorili, Luis Jimmy</p>	<p>Ms. Ing. Requis Carbajal, Luis Villar</p>

Investigador: Gasga Mandujano, Juan Diego D.N.I. N°: 73233995

Título de la investigación: Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

Universidad: Universidad César Vallejo D.N.I. N°:

Experto:

Grado académico: Doctor () Magister () Otros () Especifique:

Institución donde labora:

Fecha: Día Mes Año

Aspecto por Evaluar				Opinión del experto					
Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítem/Pregunta	Puntuación					
				1	2	3	4	5	
Ceniza de la corteza de zapote, Agregado fino y Cemento	Dosificación	Ceniza de la corteza de zapote (Min-Max) 5.5%, 6.5%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables el adición ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?						
	Dosificación	Agregado Fino (Min-Max) 33.7%, 34%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables el adición agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?						
	Dosificación	Cemento (Min-Max) 15.7%, 16.3%	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que, tiene efectos favorables el adición Cemento en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad?						
Propiedades físicas y mecánicas del concreto de baja permeabilidad	Propiedades Físicas	Asentamiento	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo de Asentamiento nos permitirá evaluar el comportamiento Físico del concreto?						
		Permeabilidad	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo a permeabilidad nos permitirá evaluar el comportamiento Físico de concreto?						
	Propiedades Mecánicas	Resistencia a flexión	¿De acuerdo a su conocimiento y su experiencia cree usted que con el ensayo de Resistencia a flexión nos permitirá evaluar el comportamiento Mecánico del concreto?						

Firma del experto 

M. Sc. Luis Y. Cimentita Condor
INSPECTOR DE CALIDAD
SUELOS Y CONCRETO
C.I.P. N° 92196

PROYECTO : Adición de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad

TESISTA : GASGA MANDUJANO JUAN DIEGO

UBICACIÓN : Lima Perú

FECHA : 14 /12/2023

- 1. Tipo de Muestra** : Concreto endurecido
2. Presentación : Especímenes de cilindro de 4" x 8"
3. Equipo : Para medir la permeabilidad del concreto endurecido, por presión de agua
4. Metodo de ensayo : NTC 4483 "Metodo de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto"
5. RESULTADO : Ensayo de profundidad de penetración
 presión de agua : 0.5 Mpa

N°	IDENTIFICACIÓN		Fecha de inicio de ensayo	Fecha de termino de ensayo	Profundiad de Penetración (mm)	Coefficiente de permeabilidad (m/s)	Permeabilidad
1	Patrón	M1	06/11/2023	10/11/2023	135	1.02E-10	Alta
2	Patrón	M2	06/11/2023	10/11/2023	138	1.11E-10	Alta
3	Diseño 1	M1	06/11/2023	10/11/2023	62	2.28E-11	Alta
4	Diseño 1	M2	10/11/2023	14/11/2023	75	3.22E-11	Alta
5	Diseño 2	M1	10/11/2023	14/11/2023	43	1.10E-11	Media
6	Diseño 2	M2	10/11/2023	14/11/2023	44	1.17E-11	Media
7	Diseño 3	M1	14/11/2023	18/11/2023	116	7.61E-11	Alta
8	Diseño 3	M2	14/11/2023	18/11/2023	126	9.53E-11	Alta
9	Diseño 4	M1	14/11/2023	18/11/2023	15	1.36E-12	Baja
10	Diseño 4	M2	18/11/2023	22/11/2023	13	1.13E-12	Baja
11	Diseño 5	M1	18/11/2023	22/11/2023	49	1.61E-11	Media
12	Diseño 5	M2	18/11/2023	22/11/2023	47	1.25E-11	Media
13	Diseño 6	M1	22/11/2023	26/11/2023	42	1.06E-11	Media
14	Diseño 6	M2	22/11/2023	26/11/2023	44	1.28E-11	Media
15	Diseño 7	M1	22/11/2023	26/11/2023	28	4.75E-12	Baja
16	Diseño 7	M2	26/11/2023	30/11/2023	28	5.26E-12	Baja
17	Diseño 8	M1	26/11/2023	30/11/2023	22	3.25E-12	Baja
18	Diseño 8	M2	26/11/2023	30/11/2023	21	2.47E-12	Baja

Revisado por :	Aprobado por :
 M. Sc. Luis Clemente Condoril INSPECCIÓN DE CALIDAD SUELOS Y CONCRETO C.A.P. N° 92196 UCV	 Dr. Luis V. Requis Carbajal JEFE DE LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO C.I.P. N° 76748 UCV
M. Sc. Clemente Condoril, Luis Jimmy	Ms. Ing. Requis Carbajal, Luis Villar

NTC 4483
 ACI 211
 ASTM C-31

Metodo de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua
 Diseño de mezcla de concreto
 Preparación y curado de especímenes de probetas cilíndricas

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C-172 / NTP 339.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: PATRÓN
FECHA	: 4 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
 ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
4 1/4 pulg	4 pulg	4 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC Giter García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C-172 / NTP 339.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 1
FECHA	: 4 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
 ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
3 pulg	3 1/4 pulg	3 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C-172 / NTP 339.036

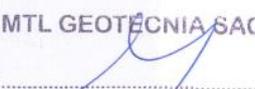
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 2
FECHA	: 4 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
3 1/2 pulg	3 1/4 pulg	3 1/2 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilver García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C-172 / NTP 338.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 3
FECHA	: 5 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
 ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
3 1/4 pulg	3 1/4 pulg	3 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC Guiser García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C-172 / NTP 339.036

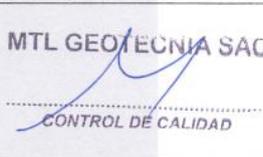
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 4
FECHA	: 5 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
 ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
3 pulg	3 1/4 pulg	3 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilber García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 269741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C-172 / NTP 339.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 5
FECHA	: 5 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
2 pulg	2 1/4 pulg	2 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Cilber García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299744	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C-172 / NTP 339.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 6
FECHA	: 6 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
 ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
2 pulg	2 pulg	2 pulg

OBSERVACIONES:

- El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA Gliber García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 29974-1 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C-172 / NTP 339.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 7
FECHA	: 6 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
1 3/4 pulg	1 1/2 pulg	1 1/2 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTROL DE CONCRETO FRESCO EN OBRA	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C-172 / NTP 339.036

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: GASCA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
MUESTRA	: Experimental 8
FECHA	: 6 de Octubre de 2023

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS
ASTM C 143 / NTP 339.035

ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
2 1/2 pulg	2 1/2 pulg	2 1/2 pulg

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado en obra con los equipos en buen estado y calibrados.
- * Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR.PR.LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobada	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			

TEMA	: "Adicional" de ceniza de corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"		
AUTOR	: GASIA MARDUJANO, Juan Diego		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		
Cantera	: Trapiche		
Materia	: Agregado Grueso		Ensayado por: Mirella Flores
N° Muestra	: M-01		Fecha de ensayo: 02/10/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

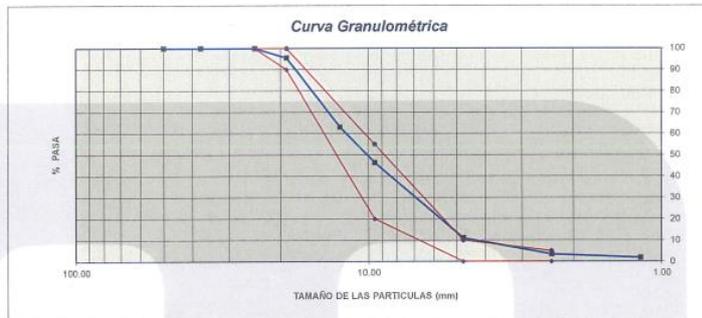
Método de preparación de muestra: Seco a horno
Método de tamizado: Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo: 5125.5 gr. Contenido de Humedad: 0.42 %
Peso inicial seco: 5104.1 gr. Tamaño máximo nominal: 3/4"
Módulo de finura: 6.42

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	227.4	4.5	4.46	95.5	90	100
1/2"	12.50	1657.9	32.5	36.94	63.1		
3/8"	9.53	848.8	16.8	53.57	46.4	20	55
N° 64	4.75	1807.2	35.4	88.97	11.0	0	10
N° 08	2.38	384.5	7.5	96.51	3.5	0	5
N° 16	1.18	84.7	1.7	98.17	1.8		
FONDO		93.60	1.8	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	GILBER CARRERA INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127			

TESTES : "Adicional" de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
AUTORES : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
UBICACIÓN : Lima, Perú

Cantera : Trapiche
Material : Agregado grueso
N° Muestra : M-01
Ensayado por: Mirielle Flores
Fecha de ensayo: 04/10/2023

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS
ASTM C127

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	1903.00
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	3040.00
3	Peso de la Muestra Seca	3018.00
4	Peso específico de Masa (SSS)	2.67
5	Peso específico de Masa (OD)	2.65
6	Peso específico de Masa (Aparente)	2.71
7	Absorción	0.7

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.67
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.71

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	0.73
---------------	------

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Clicer Cacería Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-011101
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

TESIS : "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
UBICACIÓN : Lima, Perú

Cantera : Trapiche
Material : Agregado fino
N° Muestra : M-02
Ensayado por: Mirella Flores
Fecha de ensayo: 02/10/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

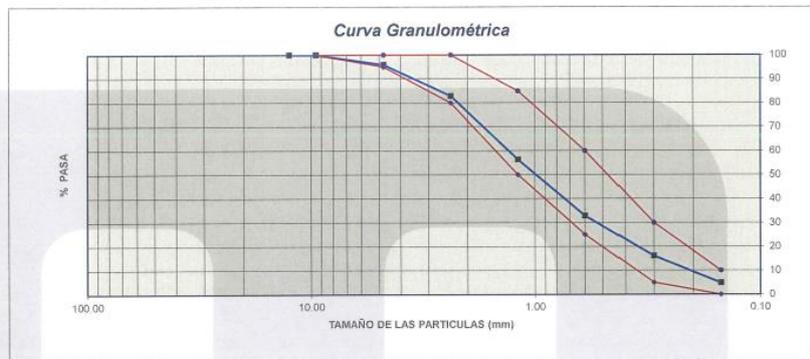
Método de preparación de muestra : Seco a horno
Método de tamizado : Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo : 346.8 gr. Contenido de Humedad : 1.58 %
Peso inicial seco : 341.4 gr. Tamaño máx. nominal : N° 08
Módulo de finura : 3.11

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	13.8	4.0	4.0	96.0	95	100
N° 08	2.38	44.6	13.1	17.1	82.9	80	100
N° 16	1.19	90.5	26.5	43.6	56.4	50	85
N° 30	0.60	80.4	23.6	67.2	32.8	25	60
N° 50	0.30	57.1	16.7	83.9	16.1	5	30
N° 100	0.15	38.4	11.2	95.1	4.9	0	10
FONDO		16.60	4.9	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: Silvia Cárdena Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	Código	FOR-PR-LAB-AG-002/01
	Revisión	2
	Aprobado	CG-MTL
	Fecha	22/06/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C29

TESIS : "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
 AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
 UBICACIÓN : Lima, Perú

Cantera : Trapiche
 Material : Agregado fino
 N° Muestra : M-02

Ensayado por: Mirella Flores
 Fecha de ensayo: 03/10/2023

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
 ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 1/2")
 Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.23	7.28	7.26
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.88	4.93	4.90
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1767.39	1785.14	1775.36
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)			1776		

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
 Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.67	6.73	6.70
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.31	4.38	4.35
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1561.23	1585.14	1575.36
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)			1574		

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA
-------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128			
TESIS : "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad" AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego UBICACIÓN : Lima, Perú			
Cantera : Trapiche Material : Agregado fino N° Muestra : M-02		Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 04/10/2023	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1	
1	Peso de Muestra Seca	gr 491.80
2	Peso de fiola + Agua	gr 647.10
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr 961.70
4	Peso de Muestra SSS	gr 500.00
8)	Peso Especifico de la Masa (SSS)	gr/cc 2.70
9)	Peso Especifico de la Masa (OD)	gr/cc 2.65
10)	Peso Especifico de la Masa (Aparente)	gr/cc 2.78
11)	Absorción	% 1.63

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.70
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.78

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.63
---------------	------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  César Cárdena Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	-	FECHA DE ENSAYO	04/10/2023
AUTOR	GASGA MANDUJANO, Juan Diego		
TESIS	"Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"		
UBICACION	Lima, Perú		

DISEÑO 1 - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICADO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.59		
4	AGUA			218.33		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	8.7	Bts/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.366
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2813	m ³ /m ³	0.644
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3623	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			365	Kg/m ³	
	AGUA			218	L/m ³	
	AGREGADO FINO			745	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³	
	CENIZA DE ZAPOTE (8.5% del peso del cemento)			23.95	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2316	Kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			757.2	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.05	Lts/m ³	0.4
	AGREGADO GRUESO			0.31	Lts/m ³	3.3
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					221.7 Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			222	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			757	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³	
	CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			23.946	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2335	Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (135 lt.)						
	CEMENTO			49.73	Kg	
	AGUA			29.93	Lts	
	AGREGADO FINO			102.23	Kg	
	AGREGADO GRUESO			130.15	Kg	
	CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			3232.6	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.06		A.F	1.96		
A.G	2.62		A.G	2.67		
H2o	25.6		H2o	25.6		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 INGENIERO CIVIL CIP N° 299744	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	-
AUTOR	GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	"Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACION	Lima, Perú
	Fecha de ensayo: 04/10/2023

DISEÑO 2 - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.59		
4	AGUA			218.33		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³		
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³	8.7
	Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2813	m ³ /m ³	0.644
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3623	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			218	Lt/m ³	
	AGREGADO FINO			745	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³	
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.42	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2311	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			757.2	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.05	Lts/m ³	0.4
	AGREGADO GRUESO			0.31	Lts/m ³	3.0
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				Lts/m ³	3.3
						221.7
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			222	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			757	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³	
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.420	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
	CANTIDAD DE MATERIALES (135 lt.)			2330	Kg/m ³	
	CEMENTO			49.73	Kg	
	AGUA			28.93	Lts	
	AGREGADO FINO			102.23	Kg	
	AGREGADO GRUESO			130.15	Kg	
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			2486.7	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
	C	1.0		C	1.0	
	A.F	2.06		A.F	1.96	
	A.G	2.62		A.G	2.67	
	H2o	25.6		H2o	25.6	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	:-	
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego	
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"	
UBICACION	: Lima, Perú	Fecha de ensayo: 05/10/2023

DISEÑO 3 - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCION %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A)	VALORES DE DISEÑO						
	1 ASENTAMIENTO			3-4	pulg		
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
	3 RELACION AGUA CEMENTO			0.59			
	4 AGUA			218.33			
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO	388.39		Kg/m ³	6.7	Ets/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	0.356	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2613	m ³ /m ³	0.644	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3623	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³		
	AGUA			218	L/m ³		
	AGREGADO FINO			760	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³		
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.42	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2325	Kg/m ³		
D)	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			772.2	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1	Kg/m ³		
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.05	Lts/m ³	0.4	
	AGREGADO GRUESO			0.31	Lts/m ³	3.0	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					3.4	
						221.7 Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³		
	AGUA			222	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			772	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³		
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.420	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2345	Kg/m ³		
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (135 lt.)						
	CEMENTO			49.73	Kg		
	AGUA			29.93	Lts		
	AGREGADO FINO			104.25	Kg		
	AGREGADO GRUESO			130.15	Kg		
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			2486.7	g		
	PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	2.10				A.F	2.00
	A.G	2.62				A.G	2.67
	H2o	25.6				H2o	25.6

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 CHUCI Carolina Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 209741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/09/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	-	DISEÑO 4 - Fc 210 kg/cm ²
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego	
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"	Fecha de ensayo: 05/10/2023
UBICACION	: Lima, Perú	

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM NATURAL %	ABSORCION %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.59		
4	AGUA			218.33		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	8.7	Bts/m ²
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.356
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2813	m ³ /m ³	0.644
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3823	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			218	Litro	
	AGREGADO FINO			760	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			950	Kg/m ³	
	CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			23.95	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2331	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			772.2	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.05	Lts/m ³	0.4
	AGREGADO GRUESO			0.31	Lts/m ³	3.0
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					3.4
						221.7 Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			222	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			772	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³	
	CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			23.946	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
	CANTIDAD DE MATERIALES (135 lt.)			2380	Kg/m ³	
	CEMENTO			49.73	Kg	
	AGUA			29.93	Lts	
	AGREGADO FINO			104.25	Kg	
	AGREGADO GRUESO			130.15	Kg	
	CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			3232.6	g	
PORPORCION EN PESO p3 (húmedo)				PORPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.10			A.F	2.00	
A.G	2.62			A.G	2.67	
H2o	25.6			H2o	25.6	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	-
AUTOR	: GASCA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACION	: Lima, Perú
	Fecha de ensayo: 05/10/2023

MATERIAL	DISEÑO 5 - f'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE							
A)	VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	cu/g		
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.59			
4	AGUA			218.33			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	8.7	Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.3200	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.356	
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2813	m ³ /m ³	0.644	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3623	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			370	Kg/m ³		
	AGUA			218	L/m ³		
	AGREGADO FINO			745	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			950	Kg/m ³		
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.42	Kg/m ³		
D)	PESO DE MEZCLA			2312	Kg/m ³		
	CORRECCIÓN POR HUMEDAD			757.2	Kg/m ³		
	AGREGADO FINO HUMEDO			954.1	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO						
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS			%	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			0.05	0.4		
	AGREGADO GRUESO			0.31	3.0		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				3.3	Lts/m ³	
					221.7		
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			370	Kg/m ³		
	AGUA			222	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			757	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³		
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.420	Kg/m ³		
G)	PESO DE MEZCLA			2332	Kg/m ³		
	CANTIDAD DE MATERIALES (135 lt.)						
	CEMENTO			40.96	Kg		
	AGUA			29.93	Lts		
	AGREGADO FINO			182.23	Kg		
	AGREGADO GRUESO			130.15	Kg		
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			2.486.7	g		
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	2.05				A.F	1.95
	A.G	2.60				A.G	2.66
	H2o	25.4				H2o	25.4

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Ciro, Carlos Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 2997-91	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
 ACI 211

REFERENCIA :
 AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
 TESIS : "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
 UBICACIÓN : Lima, Perú
 Fecha de ensayo: 06/10/2023

DISEÑO 6 - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ²
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE							
A)	VALORES DE DISEÑO						
	1	ASENTAMIENTO		3 - 4	pulg		
	2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
	3	RELACION AGUA CEMENTO		0.59			
	4	AGUA		218.33			
	5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
	6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.36			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		366.39	Kg/m ³	8.7	Bts/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.356	
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2813	m ³ /m ³	0.644	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3623	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			370	Kg/m ³		
	AGUA			218	L/m ³		
	AGREGADO FINO			745	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³		
	CENIZA DE ZAPOTE (8.5% del peso del cemento)			23.95	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2318	Kg/m ³		
D)	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			757.2	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1	Kg/m ³		
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			0.05	0.4		
	AGREGADO GRUESO			0.31	3.0		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				3.3		
					221.7	Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			370	Kg/m ³		
	AGUA			222	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			757	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³		
	CENIZA DE ZAPOTE (8.5% del peso del cemento)			23.95	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2337	Kg/m ³		
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (135 lt.)						
	CEMENTO			49.98	Kg		
	AGUA			29.93	Lts		
	AGREGADO FINO			102.23	Kg		
	AGREGADO GRUESO			130.15	Kg		
	CENIZA DE ZAPOTE (8.5% del peso del cemento)			3232.6	g		
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A,F	2.05				A,F	1.95
	A,G	2.60				A,G	2.66
	H2o	25.4				H2o	25.4

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	Gruber, G. S. G. G. G. INGENIERO CIVIL CIP N° 209741	MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	:-	
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego	
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"	
UBICACION	: Lima, Perú	Fecha de ensayo: 06/10/2023

DISEÑO 7 - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRÁPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.59		
4	AGUA			218.33		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39		Kg/m ³	8.7
	Volumen absoluto del cemento					m ³ /m ³
	Volumen absoluto del Agua				0.2183	m ³ /m ³
	Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino				0.2813	m ³ /m ³
	Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3623	m ³ /m ³
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			370		Kg/m ³
	AGUA			218		L/m ³
	AGREGADO FINO			760		Kg/m ³
	AGREGADO GRUESO			960		Kg/m ³
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.42		Kg/m ³
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2327		Kg/m ³
	AGREGADO FINO HUMEDO			772.2		Kg/m ³
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1		Kg/m ³
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.05		Lts/m ³
	AGREGADO GRUESO			0.31		3.4
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					221.7
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			370		Kg/m ³
	AGUA			222		Lts/m ³
	AGREGADO FINO			772		Kg/m ³
	AGREGADO GRUESO			964		Kg/m ³
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			18.420		Kg/m ³
G) PESO DE MEZCLA						
	CANTIDAD DE MATERIALES (135 ll.)			2347		Kg/m ³
	CEMENTO			49.96		Kg
	AGUA			23.93		Lts
	AGREGADO FINO			104.25		Kg
	AGREGADO GRUESO			130.15		Kg
	CENIZA DE ZAPOTE (5% del peso del cemento)			2486.7		g
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.09		A.F	1.99		
A.G	2.60		A.G	2.66		
H2o	25.5		H2o	25.5		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	:-		Fecha de ensayo:	06/10/2023
AUTOR	: GASGA MANDUJANO, Juan Diego			
TESIS	: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"			
UBICACION	: Lima, Perú			

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	g/cc					
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.11	1.58	1.63	1574	1776
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.65	6.36	0.42	0.73	1471	1630

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO				
1	ASENTAMIENTO		3 - 4	pu/g
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"	
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.59	
4	AGUA		218.33	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0	
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.36	
B) ANALISIS DE DISEÑO				
FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	8.7 Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agua			0.2183	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				0.356
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2813	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3623	m ³ /m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO				
CEMENTO			370	Kg/m ³
AGUA			218	L/m ³
AGREGADO FINO			760	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³
CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			23.95	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA			2333	Kg/m ³
D) CORRECCION POR HUMEDAD				
AGREGADO FINO HUMEDO			772.2	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO			964.1	Kg/m ³
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				
AGREGADO FINO			0.05	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO			0.31	3.0
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			3.4	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO				
CEMENTO			370	Kg/m ³
AGUA			222	Lts/m ³
AGREGADO FINO			772	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO			964	Kg/m ³
CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			23.95	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA			2352	Kg/m ³
G) CANTIDAD DE MATERIALES (135 IL)				
CEMENTO			49.98	Kg
AGUA			29.83	Lts
AGREGADO FINO			104.25	Kg
AGREGADO GRUESO			130.15	Kg
CENIZA DE ZAPOTE (6.5% del peso del cemento)			3232.6	g
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)		PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0	C	1.0	
A.F	2.09	A.F	1.99	
A.G	2.60	A.G	2.66	
H2o	25.5	H2o	25.5	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código	FOR-LAB-CON-003.01
		Revisión	0
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA : -
AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS : "Adicional" de visita de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN : Lima, Perú
Fecha de ensayo: 18/10/2023

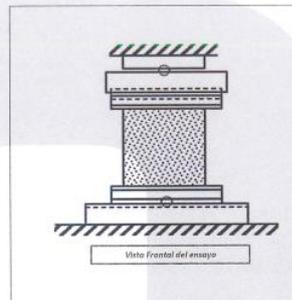
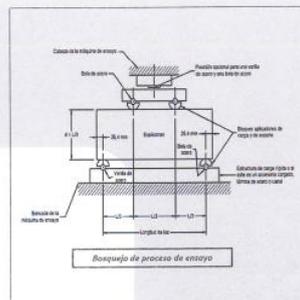
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	DISEÑO 1	DISEÑO 1	DISEÑO 1	DISEÑO 2	DISEÑO 2	DISEÑO 2
Alfura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3312.1	3286.7	3295.7	3486.2	3429.1	3459.3	3389.8	3392.1	3378.1
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	44.16	43.82	43.94	46.22	45.72	46.12	44.93	45.23	45.04

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código Revisión Aprobado Fecha	FOR-LAB-CON-003.01 0 CC-MTL 8/11/2021
-------------------------------------	---	---	--

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA: -
AUTOR: GASCA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS: "Adicional de control de la corteza de zapote en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN: Lima, Perú
Fecha de ensayo: 19/09/2023

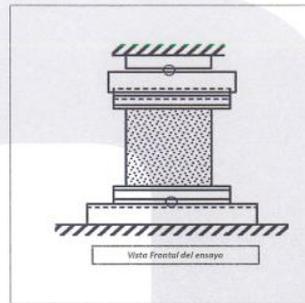
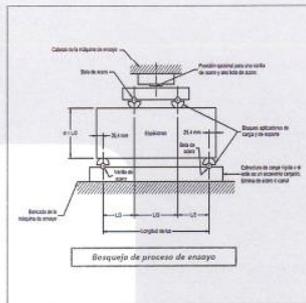
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM²
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	DISEÑO 3	DISEÑO 3	DISEÑO 3	DISEÑO 4	DISEÑO 4	DISEÑO 4	DISEÑO 5	DISEÑO 5	DISEÑO 5
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3292.1	3311.5	3315.2	3163.2	3186.5	3149.5	3451.9	3481.4	3466.5
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	43.89	44.15	44.20	42.18	42.49	41.99	46.03	46.42	46.22

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: Cristóbal Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 239741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código Revisión Aprobado Fecha	FOR-LAB-CDN-003.01 0 CC-MTL 8/11/2021
-------------------------------------	---	---	--

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA: -
AUTOR: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS: "Adicional de ceniza de la corteza de zapallo en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN: Lima, Perú
Fecha de ensayo: 20/10/2023

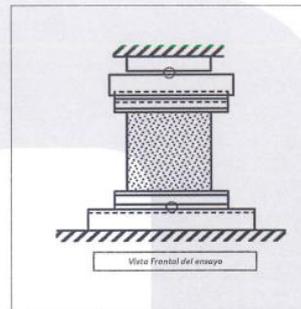
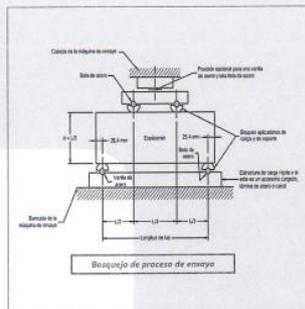
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM³
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	DISEÑO 6	DISEÑO 6	DISEÑO 6	DISEÑO 7	DISEÑO 7	DISEÑO 7	DISEÑO 8	DISEÑO 8	DISEÑO 8
Altura "h" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3739.1	3769.6	3751.2	3581.5	3614.4	3609.7	3659.4	3692.4	3674.1
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	49.85	50.28	50.02	47.75	48.19	48.13	48.79	49.23	48.99

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido, el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefa de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código: FOR-LAB-CON-003.01
		Revisión: 0
		Aprobado: CC-MTL
		Fecha: 8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA: -
AUTOR: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS: "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN: Lima, Perú Fecha de ensayo: 18/10/2023

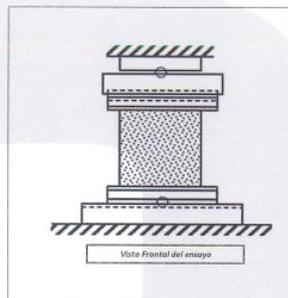
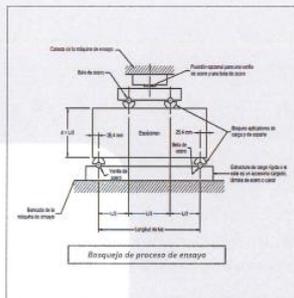
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM²
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	DISEÑO 1	DISEÑO 1	DISEÑO 1	DISEÑO 2	DISEÑO 2	DISEÑO 2
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3426.5	3470.6	3462.1	3597.3	3624.1	3601.4	3526.2	3520.5	3533.5
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	45.89	46.27	46.16	47.96	48.32	48.02	47.02	46.94	47.11

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: CINCUENTA Y CINCO AÑOS INGENIERO CIVIL CIF N° 239701	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-COM-003.01
	RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO	Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA: -
AUTOR: GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS: "Adicional de cenizas de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN: Lima, Perú Fecha de ensayo: 19/10/2023

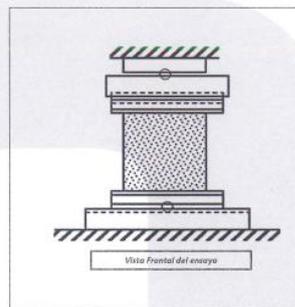
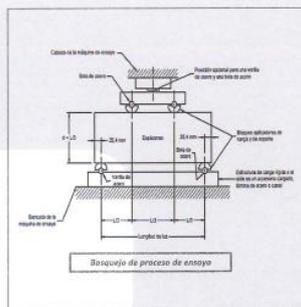
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM²
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	DISEÑO 3	DISEÑO 3	DISEÑO 3	DISEÑO 4	DISEÑO 4	DISEÑO 4	DISEÑO 5	DISEÑO 5	DISEÑO 5
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3428.2	3471.2	3436.2	3299.1	3296.7	3312.7	3617.5	3583.6	3592.1
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Ruptura (kg-f/cm ²)	45.71	46.28	45.82	43.99	43.96	44.17	46.23	47.76	47.89

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LAB-CON-003.01
	RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO		Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)		Aprobado	CC-MTL
			Fecha	8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA : -
AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS : "Alotonal de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN : Lima, Perú
Fecha de ensayo: 20/10/2023

A) INFORMACIÓN GENERAL:

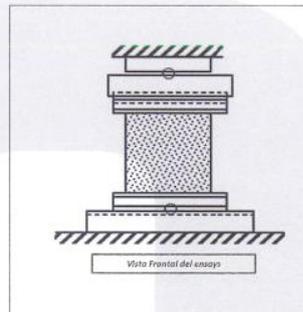
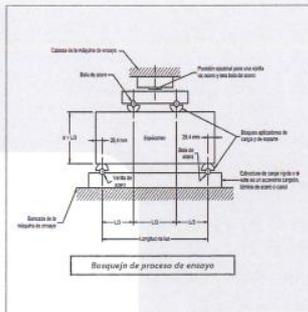
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM²

DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	DISEÑO 5	DISEÑO 6	DISEÑO 6	DISEÑO 7	DISEÑO 7	DISEÑO 7	DISEÑO 8	DISEÑO 8	DISEÑO 8
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3892.9	3928.5	3901.3	3765.1	3729.5	3758.2	3826.4	3852.4	3812.7
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Ruptura (kg-f/cm ²)	51.91	52.35	52.02	50.20	49.73	50.11	51.02	51.37	50.84

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: GILBERTO GARCÍA SUAREZ INGENIERO CIVIL CIP N° 289744	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código	FOR-LAB-CON-003.01
		Revisión	0
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA :
AUTOR : GASCA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS : "Adicional de ceniza de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN : Lima, Perú
Fecha de ensayo: 02/11/2023

A) INFORMACIÓN GENERAL:

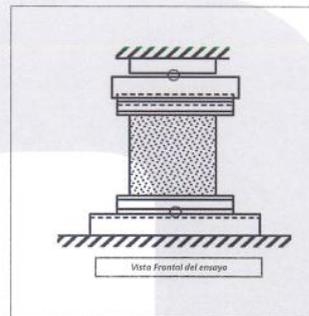
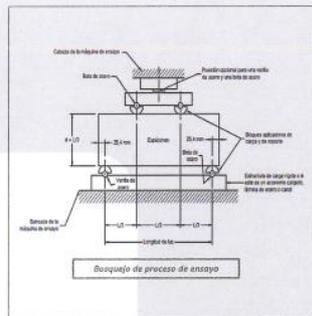
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2

DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	DISEÑO 3	DISEÑO 3	DISEÑO 3	DISEÑO 4	DISEÑO 4	DISEÑO 4	DISEÑO 5	DISEÑO 5	DISEÑO 5
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3586.7	3583.9	3611.2	3456.5	3429.8	3452.2	3756.2	3769.1	3748.7
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	47.82	47.79	48.15	46.09	45.73	46.03	50.08	50.25	49.98

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido, el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CON-002.01
	RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO	Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	01/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA : -
 AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
 TESIS : "Adicional de ososa de la corteza de zapote en la propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
 UBICACIÓN : Lima, Perú Fecha de ensayo: 01/10/2023

A) INFORMACIÓN GENERAL:

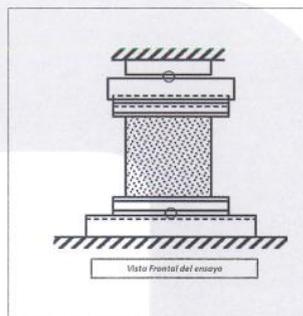
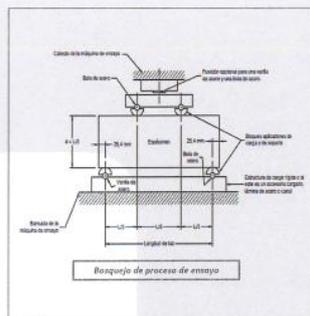
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM²

DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	DISEÑO 1	DISEÑO 1	DISEÑO 1	DISEÑO 2	DISEÑO 2	DISEÑO 2
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	3605.1	3575.4	3598.4	3744.4	3771.4	3769.4	3672.4	3659.3	3692.5
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	48.07	47.67	47.98	49.93	50.29	50.26	48.97	48.79	49.23

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por:  GILBER CARLOS CASHANI INGENIERO CIVIL CIP N° 289744	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CON-003.01
	RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO	Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2023

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA : -
AUTOR : GASGA MANDUJANO, Juan Diego
TESIS : "Adicional de ceniza de la corteza de zapallo en las propiedades físicas y mecánicas para un concreto de baja permeabilidad"
UBICACIÓN : Lima, Perú
Fecha de ensayo: 03/11/2023

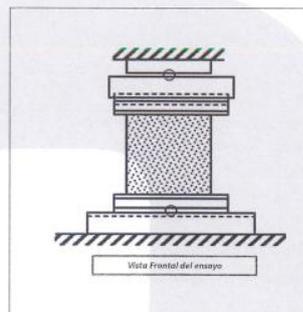
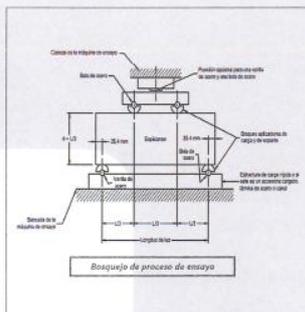
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	DISEÑO 6	DISEÑO 6	DISEÑO 6	DISEÑO 7	DISEÑO 7	DISEÑO 7	DISEÑO 8	DISEÑO 8	DISEÑO 8
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	4078.3	4035.2	4059.8	3924.6	3896.4	3906.5	3982.5	3992.4	3968.2
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio								
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	54.38	53.80	54.13	52.33	51.95	52.09	53.10	53.23	52.91

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA