

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024**

**Para optar el título profesional de:**  
**Ingeniero Civil**

**Autores:**

**Bach. Clinton Jhon CHUCO PANDURO**

**Bach. Ivan Darwin DAGA MENDOZA**

**Asesor:**

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2026**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mag. Jose German RAMIREZ MEDRANO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mag. Marcial Simon CANCAPA HANCCO**  
**MIEMBRO**

---

**Mag. Isaac Neil Ubaldo CORNELIO MUÑOZ**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 014 2026-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**“Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024”**

Apellidos y nombres de los tesisistas

**Bach. Clinton Jhon, CHUCO PANDURO**

**Bach. Ivan Darwin, DAGA MENDOZA**

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Pedro, YARASCA CORDOVA

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**7%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 4 de mayo del 2026



Firmado digitalmente por PALOMINO  
SIDRO Ruben Edgar FALJ  
20154605045 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 04.05.2026 17:29:37 -05:00

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedicamos a todas las personas a las cuales expresaremos nuestro agradecimiento y para todas las demás personas que lo leerán algún día, sepan que el camino del estudio es a veces un poco largo, pero al final trae su recompensa. DIOS LOS BENDIGA!!!

Clinton Jhon, CHUCO PANDURO

Ivan Darwin, DAGA MENDOZA

## AGRADECIMIENTO

Queremos empezar dando gracias infinitas a Dios, por habernos dado la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera, por estar acompañándonos y guiándonos a lo largo de nuestros caminos, él es nuestra fortaleza en momentos de debilidad; brindándonos una vida de errores y aciertos, pero sobre todo de aprendizaje.

Yo Iván, agradezco profundamente a mis padres, abuelos y mi hermana Roció que, por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe en mí ha sido el motor que me permitió completar este camino.

Yo Clinton, agradezco también a las personas que están conmigo siempre y quienes estuvieron desde el inicio de mi carrera, a mi Mama, mis hermanos, mis amigos en la fe y mi Esposa quien llegó como el complemento de mi vida, además, quiero dejar en las líneas siguientes una memoria en agradecimiento a un ser que ya no está conmigo y lo extraño tanto, recordando que desde los inicios de mi carrera fue uno de los que me alentó a concluir esta meta, Para tí Papa!!! Muchas Gracias!!! Un abrazo hasta el Cielo!!!

A nuestros docentes que nos impartieron sus conocimientos en todos los años de instrucción.

Por último, agradecemos a nuestros colegas de escuela con los cuales pasamos gratos, malos y tristes momentos.

A todos, Muchas Gracias!!!

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo optimizar el uso de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, adaptado a las condiciones climáticas y geográficas de la región de Pasco. Este estudio experimental se llevó a cabo debido a la necesidad de desarrollar materiales sostenibles que, además de mejorar las propiedades mecánicas del concreto, reduzcan el impacto ambiental asociado a la construcción tradicional. El enfoque metodológico fue de tipo aplicado y explicativo, utilizando un diseño cuasiexperimental. Se elaboraron especímenes de concreto con adición de ceniza de cáscara de granadilla en proporciones del 10%, 12.5% y 15%, evaluando su efecto en la resistencia a la compresión, tracción y flexión, así como en la durabilidad del concreto. Las pruebas fueron realizadas a los 7, 14 y 28 días de curado, siguiendo las normativas nacionales e internacionales (ASTM y NTP).

Los resultados revelaron que la adición del 12.5% de ceniza ofreció el mejor desempeño, alcanzando una resistencia a la compresión de 244.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, así como valores superiores en tracción y flexión, cumpliendo con las normativas técnicas correspondientes. Asimismo, el análisis estadístico mediante ANOVA evidenció diferencias significativas entre las dosificaciones evaluadas ( $p < 0.05$ ), confirmando la influencia del porcentaje de ceniza en el comportamiento mecánico del concreto.

Para la evaluación de la durabilidad del concreto, se empleó el ensayo de absorción de agua conforme a la norma ASTM C642, considerando este parámetro como un indicador indirecto de la durabilidad. Los resultados obtenidos muestran valores promedio de absorción de 5.90%, 5.87%, 5.57% y 5.60% para las dosificaciones de 0%, 10%, 12.5% y 15%, respectivamente, evidenciando una reducción en la absorción en determinadas proporciones, lo que sugiere una mejora en la densificación del concreto y, por ende, en su durabilidad. Asimismo, el análisis estadístico mediante ANOVA ( $p < 0.001$ ) confirmó la existencia de

diferencias significativas entre las dosificaciones evaluadas.

En conclusión, la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla como sustituto parcial del cemento permite optimizar el desempeño del concreto, destacando la dosificación del 12.5% como la más adecuada, al mejorar simultáneamente sus propiedades mecánicas y su durabilidad. Además, el uso de este residuo agroindustrial promueve una alternativa sostenible, contribuyendo a la economía circular y al desarrollo de tecnologías constructivas más eficientes en contextos regionales.

**Palabras clave:** Ceniza de cáscara de granadilla, concreto optimizado, resistencia mecánica.

## ABSTRACT

The present research aims to optimize the use of passion fruit shell ash in concrete with a characteristic compressive strength of 210 kg/cm<sup>2</sup>, adapted to the climatic and geographical conditions of the Pasco region. This experimental study was conducted due to the need to develop sustainable materials that, in addition to improving the mechanical properties of concrete, reduce the environmental impact associated with traditional construction. The methodological approach was applied and explanatory, using a quasi-experimental design. Concrete specimens were prepared with the addition of passion fruit shell ash in proportions of 10%, 12.5%, and 15%, evaluating their effect on compressive, tensile, and flexural strength, as well as on concrete durability. Tests were conducted at 7, 14, and 28 days of curing, following national and international standards (ASTM and NTP).

The results revealed that the addition of 12.5% ash provided the best performance, achieving a compressive strength of 244.00 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, along with superior tensile and flexural strength values, in compliance with applicable technical standards. Furthermore, statistical analysis using ANOVA showed significant differences among the evaluated dosages ( $p < 0.05$ ), confirming the influence of ash content on the mechanical behavior of concrete.

For durability evaluation, the water absorption test was conducted in accordance with ASTM C642, considering this parameter as an indirect indicator of durability. The results showed average absorption values of 5.90%, 5.87%, 5.57%, and 5.60% for the 0%, 10%, 12.5%, and 15% dosages, respectively, indicating a reduction in water absorption at certain proportions. This suggests an improvement in concrete densification and, consequently, in its durability. Additionally, ANOVA results ( $p < 0.001$ ) confirmed statistically significant differences among the evaluated mixtures.

In conclusion, the incorporation of passion fruit shell ash as a partial cement replacement optimizes concrete performance, with the 12.5% dosage identified as the optimal

proportion, improving both mechanical properties and durability. Moreover, the use of this agro-industrial residue promotes a sustainable alternative, contributing to circular economy practices and the development of more efficient construction technologies in regional contexts.

**Keywords:** Passion fruit shell ash, optimized concrete, mechanical strength

## INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción a nivel mundial debido a su versatilidad, resistencia y durabilidad. Sin embargo, la producción de sus componentes principales, como el cemento Portland, representa un gran impacto ambiental, asociado a altas emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y al consumo intensivo de recursos naturales no renovables. Esta situación ha incentivado la búsqueda de alternativas sostenibles que no solo reduzcan el impacto ambiental de la construcción, sino que también mejoren las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto. En este contexto, el uso de residuos agroindustriales como aditivos o sustitutos parciales del cemento se ha convertido en una estrategia prometedora, tanto desde el punto de vista técnico como ambiental.

La ceniza de cáscara de granadilla (*Passiflora ligularis*) es un subproducto que se genera en grandes cantidades como residuo de la industria agroalimentaria, especialmente en regiones donde este cultivo es predominante. La granadilla, ampliamente producida en Perú, genera una cantidad significativa de residuos en forma de cáscaras que suelen ser desechadas de manera inadecuada, contribuyendo a la contaminación ambiental. Estudios previos han demostrado que, al someter estos residuos a un proceso de combustión controlada, se obtienen cenizas ricas en compuestos puzolánicos como el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) y el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), los cuales pueden reaccionar químicamente en la matriz del concreto, mejorando sus propiedades.

La región de Pasco, con condiciones ambientales extremas caracterizadas por bajas temperaturas, alta altitud y frecuentes variaciones climáticas, presenta retos únicos para la construcción. Las estructuras en esta zona están expuestas a factores que comprometen su durabilidad, como la alta humedad y los ciclos de congelamiento y deshielo. Ante estas circunstancias, se requiere de materiales innovadores y adaptados que no solo cumplan con los estándares estructurales, sino que también sean sostenibles y económicamente viables.

El presente estudio busca optimizar el uso de la ceniza de cáscara de granadilla como

material cementante en el concreto con una resistencia característica de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, evaluando su impacto en las propiedades mecánicas y de durabilidad. La investigación tiene como objetivos específicos determinar cómo las distintas proporciones de ceniza influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto, así como identificar la proporción óptima que maximice estos beneficios sin comprometer su trabajabilidad ni aumentar significativamente los costos.

Esta investigación se fundamenta en un enfoque experimental, siguiendo un diseño cuasiexperimental donde se comparan especímenes de concreto con y sin adición de ceniza de cáscara de granadilla. Las proporciones evaluadas incluyen el 10%, 12.5% y 15% del peso del cemento, analizando sus efectos en un periodo de curado de 7, 14 y 28 días. Asimismo, se realizaron pruebas para evaluar la trabajabilidad del concreto fresco, su densidad, y su resistencia en diferentes estados. Los resultados obtenidos se interpretan en el marco de las normativas técnicas nacionales e internacionales, como ASTM y NTP.

El uso de la ceniza de cáscara de granadilla no solo responde a la necesidad de optimizar el concreto, sino que también contribuye al desarrollo de un modelo de economía circular en la región. Este modelo fomenta el aprovechamiento de residuos agroindustriales, reduce la generación de desechos y minimiza el impacto ambiental asociado a la producción de cemento. Además, al tratarse de un material accesible y económico, representa una oportunidad para las comunidades locales de Pasco, generando valor agregado a sus productos y promoviendo prácticas de construcción más sostenibles.

En términos prácticos, este estudio busca sentar las bases para la aplicación real de este tipo de tecnología en proyectos de construcción de la región, brindando alternativas viables para mejorar la calidad y durabilidad de las estructuras. Desde un punto de vista académico, la investigación contribuye al cuerpo de conocimientos en el campo del uso de materiales cementantes no convencionales en concreto, abriendo la puerta a futuros estudios que exploren

el potencial de otros residuos orgánicos en la industria de la construcción.

En conclusión, la optimización del concreto mediante la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla representa un enfoque integral que combina innovación, sostenibilidad y pertinencia local. Al abordar tanto los desafíos técnicos como los ambientales, esta investigación pretende establecer una base sólida para el desarrollo de soluciones constructivas adaptadas a las necesidades del siglo XXI, alineadas con los principios de sostenibilidad y responsabilidad social.

# ÍNDICE

**Página.**

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
INDICE DE FIGURAS	

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema .....	4
1.3.1.	Problema general .....	5
1.3.2.	Problemas específicos.....	5
1.4.	Formulación de objetivos.....	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos .....	5
1.5.	Justificación de la investigación .....	6
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	7

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	9
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	14
2.3.	Definición de términos básicos .....	33
2.4.	Formulación de hipótesis .....	35
2.4.1.	Hipótesis general.....	35
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	35
2.5.	Identificación de variables .....	36
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	37

CAPITULO III  
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	39
3.2.	Nivel de investigación.....	39
3.3.	Métodos de investigación .....	40
3.4.	Diseño de investigación .....	40
3.5.	Población y muestra.....	41
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	44
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	44
3.9.	Tratamiento estadístico .....	45
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	46

CAPITULO IV  
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	47
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	49
4.3.	Prueba de hipótesis .....	73
4.4.	Discusión de resultados.....	80

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página.</b>
Tabla 1. Composición química del cemento.....	17
Tabla 2. Taxonomía de la granadilla.....	29
Tabla 3. Operacionalización de Variable Independiente .....	37
Tabla 4. Operacionalización de Variable Dependiente.....	38
Tabla 5. Tratamiento de dosificaciones de ceniza de cáscara de granadilla .....	41
Tabla 6. Cantidad de Probetas por tipo de tratamiento. ....	42
Tabla 7. Contenido de humedad de los agregados.....	52
Tabla 8. Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino .....	52
Tabla 9. Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso .....	53
Tabla 10. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	54
Tabla 11. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	54
Tabla 12. Densidad Real del CCG .....	55
Tabla 13. Diseño de mezcla para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	56
Tabla 14. Proporciones de la ceniza de cáscara de granadilla .....	57
Tabla 15. Sustitución del 10%, 12.5% y 15% de CCG para 0.02 m <sup>3</sup> de concreto .....	57
Tabla 16. Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión, Tracción y Flexión. .....	74
Tabla 17. Prueba de Normalidad para el Índice de Absorción de Agua.....	75
Tabla 18. Prueba de ANOVA para cada Resistencia.....	76
Tabla 19. Prueba Post Hoc - Comparación múltiples .....	77
Tabla 20. Prueba de ANOVA para el Índice de Absorción de Agua .....	79
Tabla. 21. Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas .....	79
Tabla 22. Prueba Tukey Post-Hoc Test – Absorción (%).....	80

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página.</b>
Figura 1. Componentes del concreto .....	15
Figura 2. El Concreto.....	16
Figura 3. Agregados gruesos y finos.....	19
Figura 4. Relación Agua - Cemento .....	20
Figura 5. Ensayo del Cono de Abrams .....	21
Figura 6. Asentamiento y sangrado .....	22
Figura 7. Homogeneidad del concreto .....	23
Figura 8. Resultado de la segregación del concreto.....	24
Figura 9. Propiedades Mecánicas del Concreto.....	25
Figura 10. La granadilla.....	28
Figura 11. Cenizas en el concreto .....	31
Figura 12. Impacto ambiental de los residuos orgánicos de la granadilla .....	32
Figura 13. Ficha de procesamiento de datos .....	45
Figura 14. Ubicación de la extracción de la cáscara de granadilla .....	48
Figura 15. Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Cochamarca.....	50
Figura 16. Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Cochamarca .....	51
Figura 17. Instrumentos utilizados para el ensayo del cono abrams.....	58
Figura 18. Consistencia para cada concreto.....	59
Figura 19. Peso Unitario por cada concreto.....	60
Figura 20. Temperatura para cada concreto.....	60
Figura 21. Esquema de patrones de tipo de fractura.....	62
Figura 22. Curva de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> del concreto natural (patrón 0%).....	63
Figura 23. Curva de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> del concreto experimental (patrón 10%).....	63
Figura 24. Curva de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> del concreto experimental (patrón 12.5%) .....	64
Figura 25. Curva de resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup> del concreto experimental (patrón 15%).....	64
Figura 26. Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios .....	65
Figura 27. Módulo de rotura del concreto natural (patrón 0%) .....	66
Figura 28. Módulo de rotura del concreto experimental (patrón 10%) .....	67
Figura 29. Módulo de rotura del concreto experimental (patrón 12.5%) .....	67

Figura 30. Módulo de rotura del concreto experimental (patrón 15%) .....	68
Figura 31. Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a tracción .....	69
Figura 32. Resistencia a la tracción del concreto convencional (patrón 0%) .....	70
Figura 33. Resistencia a la tracción del concreto experimental (patrón 10%).....	70
Figura 34. Resistencia a la tracción del concreto experimental (patrón 12.5%).....	71
Figura 35. Resistencia a la tracción del concreto experimental (patrón 15%).....	71
Figura 36. Promedios Índice de absorción de agua del concreto según dosificación.....	72

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La industria de la construcción en la región de Pasco, 2024, enfrenta retos crecientes en la mejora de la durabilidad y resistencia del concreto, en especial en climas y altitudes donde las estructuras se ven sometidas a condiciones ambientales extremas. Los materiales convencionales de construcción, si bien ofrecen características estructurales estables, presentan problemas de durabilidad que pueden reducir su vida útil y requieren procesos de mantenimiento costosos.

En las últimas décadas, la búsqueda de materiales alternativos y reciclados para la construcción ha cobrado gran importancia. Diversos residuos orgánicos y agroindustriales se están investigando como adiciones al concreto para mejorar su desempeño estructural frente a cargas y su resiliencia ambiental. En este contexto, la ceniza de cáscara de granadilla surge como un material prometedor, cuya incorporación controlada en el concreto podría incrementar su resistencia mecánica y durabilidad, a la vez que se reducen los desechos orgánicos. Por ello, resulta pertinente preguntarse

qué proporciones de este residuo podrían aprovecharse en la mezcla de concreto y cómo afectarían sus propiedades mecánicas y de durabilidad, cuestión que orienta la presente investigación.

Para ello, se requiere un diseño experimental de mezclas orientado a incrementar la resistencia a la compresión del concreto, mejorando su desempeño mecánico. En este sentido, la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla busca que el concreto resultante presente valores de resistencia superiores a los de un concreto convencional de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , manteniendo un comportamiento adecuado frente a las condiciones climáticas y variaciones de temperatura propias de la región de Pasco, dado que la optimización del concreto se logra mediante la adición de materiales que generan sinergias favorables dentro del diseño de la mezcla.

En la investigación realizada por (Vidal Tarazona, 2019) menciona que la investigación se realizó con adiciones de ceniza de Ichu utiliza porcentajes muy altos de ceniza en lugar de cemento. En esta obra se expone a utilizar menores proporciones de ceniza, de manera que se aprovecha el fino tamaño de esta ceniza para reaccionar químicamente en el matriz de hormigón, las proporciones se mantienen entre 5% y 15% cuando se utiliza Ichu.

Este proyecto de investigación toma su auge en los resultados de la investigación realizada por la maestra (Larrea Valdivia, 2020), en su tesis doctoral concluye que del residuo causado por la cáscara de granadilla (*Passiflora ligularis*), es factible obtener carbón activado de buena calidad y potencial que debe ser aprovechado por la industria.

El problema radica en que no se dispone de estudios previos concluyentes sobre el uso de la ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto con una resistencia característica  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la región de Pasco. Es esencial determinar si esta

adición puede mejorar efectivamente la durabilidad y resistencia del concreto en condiciones locales, promoviendo alternativas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental de los residuos orgánicos, ya que según Rojas y Flórez (2019) en su Artículo de investigación para la Revista Politécnica de Colombia, señalan el serio efecto contaminante de los residuos de frutas y que tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente, ya que contaminan el aire, suelo y agua. Estos residuos orgánicos constituyen más del 50% de la basura doméstica y agroindustrial, generando lixiviados y emisiones de metano cuando se disponen inadecuadamente. En particular, la cáscara de granadilla, al ser un residuo agrícola abundante en la región, puede contribuir a la contaminación si es arrojada en vertederos o campos abiertos. Estudios estiman que la descomposición de residuos orgánicos libera gases de efecto invernadero; de hecho, aproximadamente el 20% de las emisiones antropogénicas de metano provienen de la descomposición de desechos orgánicos. Estos datos evidencian la importancia de buscar alternativas sostenibles para gestionar la cáscara de granadilla, aprovechándola en la fabricación de concreto en lugar de que termine contaminando el ambiente.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Estas delimitaciones garantizaron que la investigación mantenga un enfoque preciso en el objetivo principal y así obtuvimos resultados relevantes y aplicables dentro de estos contextos específicos.

### **Delimitación espacial**

La investigación se realizó en el Distrito de Yanacancha de la Provincia de Pasco en la región de Pasco, Perú, donde se evaluaron las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto optimizado con ceniza de cáscara de granadilla en ambientes característicos de la zona, considerando factores como la altitud, el clima frío y la exposición a condiciones atmosféricas que puedan afectar la durabilidad y resistencia

del concreto.

#### **Delimitación temporal**

El estudio se llevó a cabo durante los meses de abril y junio del año 2024, abarcando desde la recolección de la cáscara de granadilla, su procesamiento y conversión en ceniza, hasta la evaluación de las muestras de concreto en laboratorio. Se contempla un periodo de varios meses para realizar pruebas de resistencia y durabilidad en función del tiempo de curado del concreto.

#### **Delimitación material**

La investigación se centró en la cáscara de granadilla como material alternativo y sostenible, procesado en forma de ceniza, que fue incorporado en la mezcla de concreto con una resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . No se incluyeron otros tipos de residuos agroindustriales ni aditivos que no estén directamente relacionados con la granadilla.

#### **Delimitación conceptual**

El estudio se enfocó en la optimización de las propiedades del concreto en cuanto a durabilidad y resistencia del concreto. No se abordaron otros aspectos de la calidad del concreto, como su estética, trabajabilidad o resistencia a otros tipos de esfuerzos, sino únicamente aquellos relacionados con la inclusión de la ceniza de cáscara de granadilla.

#### **Delimitación metodológica**

Se empleó una metodología experimental, realizando pruebas de laboratorio para medir la resistencia y durabilidad del concreto modificado. Las pruebas siguieron las normativas nacionales e internacionales aplicables, y los resultados se analizaron bajo un enfoque comparativo respecto al concreto convencional sin aditivos.

### **1.3. Formulación del problema**

Para encaminar nuestra ruta investigativa, proponemos una elevación, debemos adentrarnos en las propiedades mecánicas del concreto y su durabilidad en estado endurecido.

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo optimizar el uso de la ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el efecto de la incorporación de diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?
- ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla en la durabilidad del concreto, evaluada mediante el índice de absorción de agua?
- ¿Cuál es la proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto que maximiza tanto la durabilidad como la resistencia?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Optimizar el uso de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para mejorar su durabilidad y resistencia en la región de Pasco, 2024.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.
- Evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de granadilla en la durabilidad del concreto, mediante el análisis del índice de absorción de agua.
- Identificar la proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto para maximizar su durabilidad y resistencia a la

compresión.

## **1.5. Justificación de la investigación**

La realización de la investigación titulada "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024" se fundamenta en diversas razones que resaltan su importancia y relevancia:

### **Justificación científica**

El uso de materiales alternativos y sostenibles en la construcción es una tendencia creciente en el campo de la investigación científica debido a su potencial para reducir el impacto ambiental y mejorar las propiedades del concreto. La ceniza de cáscara de granadilla, como residuo agroindustrial, es un material no convencional que podría contribuir a mejorar la durabilidad y resistencia del concreto mediante la optimización de su mezcla. Este estudio no solo amplió el conocimiento científico sobre la aplicación de residuos orgánicos en materiales de construcción, sino que también proporcionará una base para futuros estudios que exploren el potencial de otros residuos en el sector de la construcción.

### **Justificación tecnológica**

Esta investigación buscó desarrollar una tecnología de optimización del concreto a través de la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla, lo que podría ofrecer soluciones innovadoras y prácticas para mejorar la calidad del concreto. Esto es particularmente relevante en la región de Pasco, donde el concreto se ve afectado por condiciones ambientales adversas. La identificación de la proporción adecuada de ceniza en el concreto permitió generar una mezcla más resistente y duradera, promoviendo una construcción más eficiente y sostenible.

### **Justificación social**

El aprovechamiento de la cáscara de granadilla como material cementante en la construcción pudo reducir la generación de residuos agroindustriales y contribuir al desarrollo de una economía circular. Esto puede ser beneficioso para las comunidades productoras de granadilla, generando oportunidades de empleo y un valor agregado a estos residuos. Además, mejorar la calidad y durabilidad del concreto en la región de Pasco beneficiaría a los residentes, al reducir costos de mantenimiento y mejorar la seguridad de las estructuras en las que habitan y trabajan.

#### **Justificación económica**

La utilización de ceniza de cáscara de granadilla como un recurso accesible y de bajo costo pudo reducir los gastos en materiales tradicionales para la producción de concreto. Esto representa un ahorro tanto para las empresas constructoras como para los clientes, al ofrecer una alternativa económica que mejore la durabilidad del concreto, minimizando las intervenciones de mantenimiento a largo plazo y optimizando los recursos disponibles.

#### **Justificación ambiental**

El uso de residuos agroindustriales en el concreto apoya los esfuerzos de sostenibilidad ambiental, ya que disminuye la cantidad de desechos orgánicos que suelen ser desechados de manera inadecuada. Incorporar ceniza de cáscara de granadilla en el concreto contribuirá a reducir la demanda de recursos naturales y limitará el impacto ambiental generado por la disposición de residuos, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad y protección del medio ambiente.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

#### **Limitación material**

La investigación está limitada al uso de ceniza de cáscara de granadilla como material cementante en el concreto. Esto significa que no se evaluaron otros residuos

agroindustriales ni se exploraron otros tipos de aditivos o materiales adicionales que pudieran mejorar la durabilidad o resistencia del concreto.

### **Limitación geográfica**

El estudio se desarrolló bajo las condiciones climáticas, geográficas y ambientales propias del distrito de Yanacancha, provincia y región de Pasco, caracterizado por su altitud y clima frío. En tal sentido, los resultados obtenidos se circunscribieron a dichas condiciones de estudio, y su aplicación a otros contextos geográficos debió realizarse considerando ajustes experimentales adicionales, sin que ello invalide la validez de los resultados dentro del ámbito analizado.

### **Limitación financiera**

Los recursos financieros destinados a la investigación son limitados, lo que podría restringir la cantidad de pruebas y muestras que se puedan realizar. Además, la adquisición de equipos o servicios especializados necesarios para ciertos análisis podría estar fuera del alcance del presupuesto disponible.

### **Limitación metodológica**

La investigación utilizará un diseño cuasiexperimental para evaluar la resistencia y durabilidad del concreto modificado, basado en normas específicas. Cualquier variación en el proceso de producción de la ceniza o de preparación del concreto podría influir en los resultados y limitarlos a condiciones específicas de laboratorio.

### **Limitación técnica**

La disponibilidad de equipos y laboratorios especializados en la región de Pasco podría representar una limitación para realizar ciertas pruebas avanzadas en las propiedades del concreto. Esto podría afectar la precisión y alcance de los resultados obtenidos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **Antecedentes Internacionales**

- En la tesis “**Uso de ceniza de la semilla de aguacate como aditivo de origen orgánico en mezclas de concreto**”, de (Arias Hernandez & Bedoya Vela, 2022) de la Universidad Cooperativa de Colombia hallaron que el concreto muestra un comportamiento ambiguo con el aditivo: los cilindros de concreto aumentaron su resistencia a la compresión con un 1.5% de aditivo, pero esta disminuye al aumentar el porcentaje. Con 1.5% de aditivo, la resistencia supera en 1.2 MPa a los cilindros sin aditivo, mientras que con un 5% o más, el concreto pierde su estructura. Las viguetas de mortero presentan un patrón similar en resistencia a la flexión: mejoran con 1% de aditivo, pero disminuyen al incrementar el porcentaje, llegando incluso a niveles inferiores a las viguetas sin aditivo. En resumen, el concreto mejoró en resistencia a la compresión y flexión en un rango de 1% - 1.5% de aditivo, pero un porcentaje mayor afecta negativamente sus propiedades, comprometiendo su

funcionalidad. Aunque el 1.5% mostró los mejores resultados en capacidad portante, no se determinó un valor óptimo ni se optimizó este resultado debido a la falta de experimentos adicionales.

- En el artículo nominado **“Ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistividad y resistencia del hormigón”** de los investigadores (Quito-Solórzano et al., 2022), concluyeron lo siguiente: Se caracterizaron los materiales de ambas canteras y se verificó que cumplen con los estándares de calidad. El ensayo de contenido de sílice reveló un 46.6% de sílice en la CBCA, lo que la clasifica como material puzolánico. Se observó un buen desempeño con 5% y 10% de CBCA, pero un rendimiento desfavorable con porcentajes igual o mayores al 15%. En el ensayo de resistencia a la compresión, el 5% de reemplazo con CBCA mostró un incremento de 34% en resistencia en la cantera "A" y 11% en la cantera "B". Los ensayos de resistividad también mostraron mejoras en los materiales con 15% de CBCA. En general, los materiales de la cantera "A" presentaron un mejor desempeño. Se recomienda continuar investigando con porcentajes de CBCA entre 5% y 10%.
- En la investigación de (Mattey et al., 2015), **“Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales”**, Rev. LatinAm. Metal.Mat. de la Universidad Simón Bolívar. En este estudio se desarrolló una aplicación para un residuo agroindustrial, específicamente la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), la cual se produce a partir del proceso de combustión controlada de la cascarilla de arroz en la arrocera La Esmeralda, situada en el municipio de Jamundí, Cali, Valle del Cauca, Colombia. La ceniza resultante de este proceso de combustión mostró un contenido de sílice amorfa del 29,38%. Se incorporó este residuo en mezclas de

concreto para investigar su efecto como puzolana en la sustitución parcial de cemento Portland tipo I y como agregado fino en la fabricación de bloques no estructurales y bloques macizos. Los resultados obtenidos indicaron que una relación cemento-agregado de 1:6, junto con una adición del 20% de CCA actuando como filler y puzolana, constituye la composición óptima para el uso de este residuo agroindustrial en la producción de bloques no estructurales. Además, se observó que el proceso de mezclado en dos etapas mejora la calidad del producto, aumentando las propiedades mecánicas de las mezclas elaboradas después de 28 días de curado.

#### **Antecedentes Nacionales**

- En la tesis **“Evaluación de la mezcla de concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando ceniza de coco (cocos nucífera) como reemplazo parcial de la arena”** de (Calderon Alvaro & Fernandez Seminario, 2024) concluyen que:

Los resultados de la investigación indican que el reemplazo del agregado fino por ceniza de coco (Cocos nucifera) en porcentajes de 3% y 5% mejora las propiedades del concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Los principales hallazgos son:

- **Composición química:** La ceniza de coco es principalmente potásica, con un 73.94% de Potasio (K) y otros componentes como magnesio, silicio, calcio y fósforo en menores cantidades.
- **Propiedades del concreto:** Los porcentajes de 3% y 5% de ceniza de coco mostraron ser óptimos, cumpliendo con las propiedades y resistencias requeridas para un concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Resistencia a la compresión:** A los 28 días, los concretos con 3% y 5% de ceniza de coco alcanzaron resistencias a la compresión de  $248.33 \text{ kg/cm}^2$  y  $236.67 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente, superiores al concreto patrón ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ).

- Para los tesisistas (**Jancco Quispe & Huaman Berrio, 2024**) en su tesis **“Influencia de la incorporación de cenizas de cáscara de mango en las propiedades físicas - mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Paita 2022”** indicaron lo siguiente:  
Se evaluó la influencia de cenizas de cáscara de mango (CCM) al 3%, 7% y 11% en el concreto tradicional  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que:
  - **Trabajabilidad:** El 3% de CCM mejoró significativamente la trabajabilidad, mientras que mayores porcentajes redujeron la trabajabilidad.
  - **Temperatura:** El 3% de CCM controló mejor la temperatura ( $32^\circ\text{C}$ ), mientras que con 7% y 11% la temperatura aumentó, lo que podría afectar la calidad del concreto.
  - **Resistencia a la compresión:** A los 7 días, el 3% de CCM aumentó la resistencia a  $216 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el 7% y 11% la redujeron. A los 14 días, el 3% alcanzó  $268 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 28 días, el 3% logró  $345.33 \text{ kg/cm}^2$ , mejorando significativamente respecto al concreto patrón. Por el contrario, el 7% y 11% disminuyeron la resistencia.
  - **Resistencia a la flexión:** No hubo mejora significativa a los 7 y 14 días, pero a los 28 días, el 7% de CCM mostró una mejora significativa en comparación con el diseño tradicional, mientras que el 3% y 11% no mostraron cambios importantes.
- (**Acuña Reymundo & Garcia Canma, 2023**) en su tesis **“Influencia de la adición de cenizas de cáscaras de naranja en las propiedades mecánicas y físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Ventanilla – 2023”**, demostraron lo siguiente: Que la adición de ceniza de cáscara de naranja mejora las propiedades del concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ , siendo una opción accesible y sostenible que ayuda a reducir el desperdicio y la contaminación. Se evaluaron dosificaciones de 1.25%, 2.5%, 3.75% y 5% de ceniza de cáscara de naranja, destacando que el 5% mostró los mejores resultados.

A los 28 días, el concreto con 5% de ceniza cumplió con los parámetros de las normas aplicadas, obteniendo un peso unitario superior al estándar, menor exudación, y buenas resistencias a la compresión (310.47 kg/cm<sup>2</sup>), tracción (34.33 kg/cm<sup>2</sup>) y flexión (47.95 kg/cm<sup>2</sup>). Las propiedades físicas y mecánicas mejoraron con la adición de ceniza, especialmente con la dosificación del 5%, mientras que dosificaciones menores al 5% mostraron resultados inferiores.

- En el estudio **“Diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes al concreto en la calle Huamachuco distrito Lambayeque 2020”** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad César Vallejo, de los tesisistas (**Sánchez Santacruz, 2020**). Indica que el 30% del peso del cemento debe ser reemplazado con cenizas volantes y al Después de 59 días de curado, se alcanzó una resistencia a la compresión de 290 kg/cm<sup>2</sup>, Excel creó un modelo matemático para probar esta predicción.
- Según afirma (**Salas Fortón, 2018**), en su estudio **“Incremento de resistencia a la compresión del concreto obtenido a través de adición de ceniza de rastrojo de maíz”** de la Universidad Andina del Cusco, indica que la resistencia a la compresión aumenta porque La ceniza de rastrojo de maíz es un material puzolánico y por lo tanto tiene diferentes propiedades Se agregó más ceniza después de 14 días para que coincida Para una eliminación y un acabado más rápidos, sí en el clima A bajas temperaturas, el límite de adición es del 7,5% de cenizas, y esto también es posible No se observaron cambios en la resistencia a la flexión en comparación con A medida que aumenta el porcentaje de ceniza, disminuye la maquinabilidad.
- **“Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto”** en la Revista de Investigación y Cultura de la Universidad César Vallejo

indica que en la reposición Proporcional de Cenizas de Bagazo El cemento al 20% y al 40% nos da pésimos resultados porque tienes La resistencia a la compresión del hormigón disminuye en más del 50%, Por lo tanto, no se recomienda usarlo para aumentar en estas condiciones. (Farfán Córdova & Pastor Simón, 2018).

- **“Propuesta de mejora de la durabilidad del concreto de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  con ceniza de cáscara de arroz en las superestructuras de puentes en zonas tropicales del Perú”** de la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (CCA), en reemplazo parcial del cemento (9 %, 15 % y 20 %), mejoró significativamente las propiedades de durabilidad del concreto utilizado en losas de puentes en áreas tropicales. En particular redujo la permeabilidad y porosidad en un 285 % comparado con la mezcla sin CCA.

Aunque se observó una disminución leve y progresiva en la resistencia a compresión y flexión con respecto al diseño estándar, los beneficios en durabilidad y protección del acero de refuerzo contra la corrosión justifican el uso de una dosificación moderada. (Vargas Cuadrado & Sebastián Vicente, 2023).

## 2.2. Bases teóricas – científicas

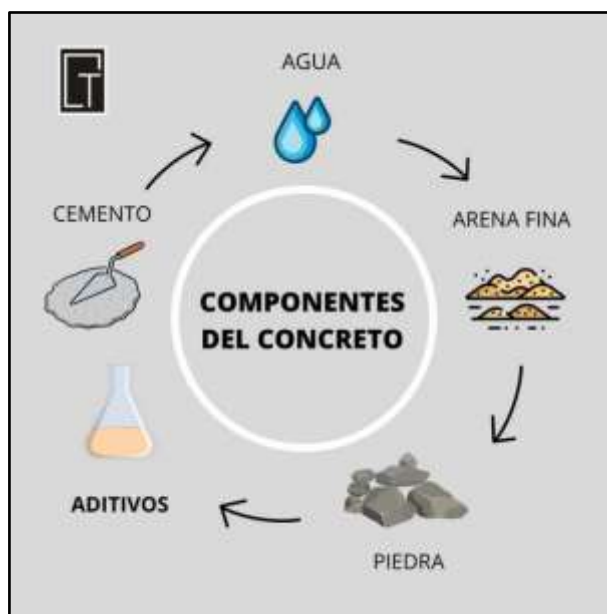
Las bases teóricas y científicas servirán como un fundamento esencial para contextualizar y analizar los resultados obtenidos en la investigación sobre el uso de la ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto. Entre estas bases se encuentran los principios que respaldan la **"Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"**

### Definición del Concreto

El concreto viene a ser el producto de una mezcla de varios componentes como

el cemento, agregados y piedras entre otros, creando una aleación muy resistente con el pasar de los días, llegando a ser un material con alta demanda, básicamente en el campo de la construcción, debido a los beneficios que esta ofrece tales como su resistencia, adherencia, la facilidad de que puede ser moldeado y usado en toda geografía, pero con un adecuado diseño de mezcla.

*Figura 1. Componentes del concreto*



**Fuente:** (Pinterest, s. f.)

El concreto es un material duradero y adaptable, capaz de tomar casi cualquier forma en su estado líquido, lo cual lo convierte en una opción popular para construcciones exteriores. Su resistencia y solidez lo hacen ideal para caminos, entradas y patios, ya que proporciona estabilidad y comodidad en espacios de uso diario y recreativo. El concreto convencional se obtiene al mezclar cemento, agua y agregados, junto con aditivos y aire, elementos que contribuyen a crear una mezcla versátil y resistente. (Carpio, s. f.)

En el blog de (360 en Concreto, 2021), nos dice que el concreto es una combinación de cemento, grava, arena, aditivos y agua. En su estado líquido, es maleable y puede adoptar diversas formas, mientras que, en su estado sólido, exhibe una gran resistencia a la compresión. Su formación resulta de mezclar una pasta

cementosa con agregados finos y gruesos.

### **Componentes del Concreto**

El concreto se compone principalmente de tres elementos: cemento Portland, agregados (como grava, arena o piedra triturada) y agua, los cuales se mezclan en proporciones específicas para obtener una composición homogénea.

*Figura 2. El Concreto*



**Fuente:** (Watt Watchers de Texas, s. f.)

- **Cemento Portland**

Para (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, s. f.) en su blog describe que el cemento es un aglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente pulverizado que, al combinarse con agua, forma una pasta que fragua y endurece mediante procesos de hidratación, manteniendo su resistencia y estabilidad incluso en presencia de agua. Cuando se dosifica y mezcla correctamente con agua y agregados, debe producir un hormigón o mortero que conserve su manejabilidad y capacidad de moldearse por un tiempo adecuado, alcance resistencias predeterminadas y presente estabilidad volumétrica a largo plazo. Su endurecimiento hidráulico se debe principalmente a la hidratación de silicatos de calcio, aunque otros compuestos, como los aluminatos, también pueden

influir en este proceso. La proporción de óxido de calcio reactivo (CaO) y de dióxido de silicio reactivo (SiO<sub>2</sub>) debe ser al menos del 50% en peso, de acuerdo con la Norma Europea EN 196-2.

*Tabla 1. Composición química del cemento*

Nombre	Composición	Proporción (%)	
		Clínker	Cemento
Sílice	SiO <sub>2</sub>	21,4	19,9
Alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,5	5,1
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,8	3,5
Cal combinada	CaO	66,4	64,0
Magnesia	MgO	1,4	1,3
Azufre	SO <sub>3</sub>	0,3	3,6
Pérdida al fuego	P.F.	0,2	1,6
Cal libre	CaO	1,0	0,9
Residuo insoluble	R.I.	0,1	0,1
Álcalis	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,9	0,8

**Fuente:** (Polanco Madrazo et al., s. f.)

(ASTM C150, 2012), cubre diez tipos o clases de cemento Portland codificados de la siguiente manera:

- **Clase I:** se utiliza cuando no se requieren propiedades específicas distinguidas para cualquier otra clase.
- **Clase IA:** aire suplementario para los mismos usos que la Clase I donde se requiere entrada de aire.
- **Clase II:** uso general, especialmente cuando se desea una resistencia moderada a los sulfatos.

- **Clase IIA:** El cemento aireado tiene el mismo uso previsto que la Clase II, donde se aspira cemento aireado.
- **Clase II (MH):** Uso general, particularmente donde se desean temperaturas de hidratación moderadas y tolerancia moderada a los sulfatos.
- **Tipo II (MH) A:** El cemento absorbente de aire tiene el mismo propósito de uso que el tipo II (MH), dando prioridad al cemento absorbente de aire.
- **Tipo III:** disponible cuando se requiere alta resistencia inicial.
- **Clase IIIA:** Cemento absorbente de aire para el mismo tratamiento que la Clase II, donde se requiere aireación.
- **Grado IV:** cuando se requiere una temperatura de hidratación pequeña.
- **Grado V:** utilizado para alta resistencia a los sulfatos.
- **Agregados (finos y gruesos)**

Para el blog (**Posada Perú, 2022**), Los agregados de construcción son materiales granulares empleados en la construcción de edificaciones, carreteras, puentes y otras infraestructuras. Son esenciales para aportar resistencia y durabilidad a las estructuras, además de mejorar su apariencia y proporcionar una superficie adecuada para trabajar. La calidad del concreto depende directamente de la calidad de estos agregados, por lo que es fundamental que cumplan con las normas y especificaciones técnicas requeridas para asegurar la calidad y la durabilidad de las estructuras. Los agregados se clasifican principalmente en dos tipos: agregados finos y agregados gruesos, los cuales se describen a continuación:

- **Agregados finos:** Los agregados finos son materiales que pasan a través de una malla con aberturas de 4,75 mm y quedan retenidos en una malla con aberturas de 0,075 mm. Generalmente, estos materiales son arenas naturales o artificiales empleadas en la producción de morteros y concretos. Es crucial

considerar que la calidad de los agregados finos empleados en la construcción impacta directamente la calidad del concreto y del mortero. Por ello, es fundamental elegir y utilizar los agregados finos correctos para asegurar la resistencia y durabilidad de las estructuras construidas. Además, es necesario adherirse a las especificaciones técnicas y normas de calidad para garantizar que los agregados finos cumplan con los requisitos necesarios.

- **Agregados gruesos:** Los agregados gruesos son materiales que se quedan en una malla con aberturas de 4,75 mm y se utilizan principalmente para la fabricación de concreto. Estos materiales suelen ser gravas o piedras trituradas y se clasifican en diferentes tamaños según su diámetro máximo. La calidad de los agregados gruesos tiene un impacto directo en la calidad del concreto y el mortero. Por lo tanto, es crucial seleccionar y utilizar los agregados gruesos adecuados para asegurar la resistencia y durabilidad de las estructuras construidas. Además, es importante seguir las especificaciones técnicas y normas de calidad necesarias para garantizar que los agregados gruesos cumplan con los requisitos establecidos.

*Figura 3. Agregados gruesos y finos*



**Fuente:** (Blog Tecnologia del Concreto, 2016)

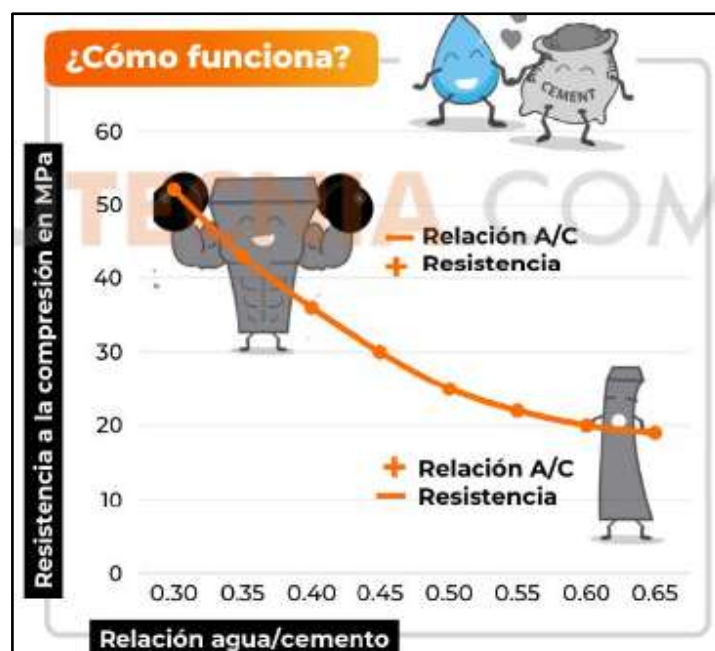
- **Agua para el concreto**

El agua es el componente del concreto que interactúa con el cemento para iniciar el proceso de hidratación. Este proceso desencadena una serie de reacciones que confieren al material sus propiedades físicas y mecánicas. El correcto uso del agua se convierte en un factor clave para evaluar el desempeño eficiente del concreto en su aplicación. (360 EN CONCRETO, 2021)

### **Relación agua – cemento**

La relación a/c es el cociente básico del hormigón, ya que determina la resistencia a la que se aplicará el hormigón, así como su durabilidad. Su cálculo depende del peso del agua y del cemento, además, el peso del agua utilizada debe ser menor que el peso del cemento, alcanza un valor menor a 1. De ahí se sabe que, si la densidad es menor, Serán más beneficiosas por sus propiedades y ganarán buena resistencia, pero menos manejables. Será inversamente proporcional al número más alto.

*Figura 4. Relación Agua - Cemento*



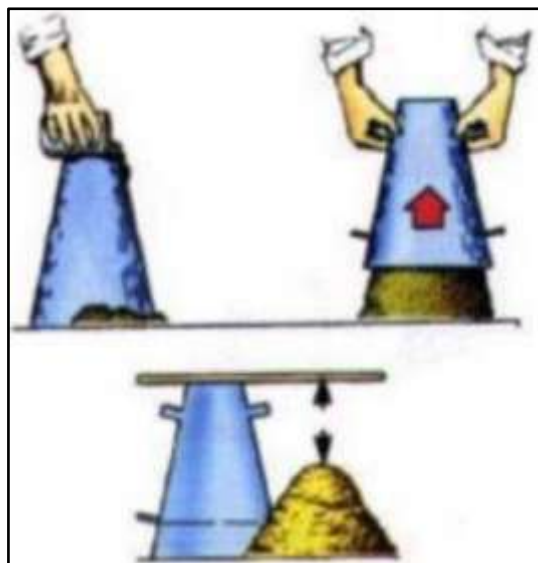
Fuente: (Konstrutecnia.com, s. f.)

## Propiedades Físicas del Concreto

- **Trabajabilidad**

(Polo Honorio & Risco Carranza, 2018), Es el trabajo interno útil requerido para producir la compactación completa de la mezcla de concreto. Hablamos de trabajo útil porque surge de la energía que se gasta en sacudir las capas de hormigón compactado o solidificado del encofrado. La preparación del concreto en la mezcladora consiste en que el material tenga buena trabajabilidad y adherencia, logrando una homogeneización en el tiempo requerido de 3 minutos por descarga sin causar segregación. (RNE, 2017) Consistencia o revenimiento: (NTP 339.035, 2009)/(ASTM C143/C143M, 2020). Esta es una prueba llamada flacidez, deposición o flacidez; También verifique la maniobrabilidad y esto requiere un cono Abrams y una varilla de 60 cm con una punta ovalada, vaciados en tres capas, 25 golpes cada una, siga levantando el cono, déjelo a un lado y vea cuándo se instaló y a través de los tableros establecidos. Es posible ver la fluidez de este concreto, antes de verterlo en un miembro estructural, usando el procedimiento descrito. Con el test de Slump.

*Figura 5. Ensayo del Cono de Abrams*



- **Asentamiento y Sangrado**

En el blog (**concretoinformatica, 2012**), Cuando el concreto se deja en reposo tras ser colocado y compactado en el molde, comienza un proceso natural en el que los materiales más pesados, como el cemento y los agregados, tienden a hundirse, mientras que el agua, al ser menos densa, tiende a ascender.

*Figura 6. Asentamiento y sangrado*



**Fuente:** (concretoinformatica, 2012)

También el blog (**concretoinformatica, 2012**), estos fenómenos, conocidos respectivamente como asentamiento y sangrado, se consideran indeseables cuando ocurren en exceso, ya que generan una estratificación en la masa del concreto. Esto da lugar a la formación de una capa superficial menos resistente y duradera debido a su alta concentración de agua. Esta situación es especialmente problemática en pavimentos de concreto y ciertas estructuras hidráulicas, donde la capa superior debe ser capaz de soportar los efectos de la abrasión mecánica e hidráulica. Los factores principales que afectan el asentamiento y el sangrado son intrínsecos y están relacionados con una excesiva fluidez en las mezclas, características inadecuadas de forma, textura superficial y granulometría de los agregados (en particular, la falta de partículas finas en la arena), así como un bajo consumo unitario o una insuficiente finura del material cementante. Por lo tanto, para reducir estos efectos, es necesario controlar y minimizar estos factores mediante medidas específicas.

- **Homogeneidad**

Para la página (MACTRAK, 2022), La homogeneidad del concreto se refiere a que su composición debe ser uniformemente heterogénea, es decir, que todos los elementos de la mezcla estén bien integrados y en las proporciones adecuadas según el diseño del hormigón requerido. La homogeneidad inicial del concreto depende de calcular con precisión las cantidades indicadas en el diseño del hormigón, tarea que puede facilitarse mediante un sistema de pesaje electrónico. Posteriormente, los componentes deben incorporarse correctamente en el proceso de mezclado, para lo cual es fundamental el uso de una mezcladora de concreto. Una vez que los materiales han sido medidos y mezclados, es crucial mantener la homogeneidad, ya que los componentes tienden a separarse o asentarse según su tamaño y densidad. La segregación de los materiales impacta negativamente la calidad, durabilidad y resistencia mecánica del concreto. Para prevenirlo y conservar su homogeneidad, es esencial realizar un transporte cuidadoso y un vaciado apropiado. Además, se debe asegurar que entre la adición de agua a la mezcla y la colocación del concreto no transcurran más de 90 minutos.

*Figura 7. Homogeneidad del concreto*



Fuente: (MACTRAK, 2022)

- **Segregación**

La segregación en el concreto es un inconveniente frecuente en la construcción que ocurre cuando los componentes de la mezcla se descomponen durante el

vertido y la colocación. Esto sucede cuando los agregados gruesos se desprenden de la pasta de cemento, provocando una distribución desigual de los materiales en la estructura. Este fenómeno puede impactar negativamente en la calidad y durabilidad de la obra, debilitando su resistencia a la compresión y flexión, además de afectar su acabado estético. ([construneic.com](http://construneic.com), 2023).

*Figura 8. Resultado de la segregación del concreto*



**Fuente:** ([construneic.com](http://construneic.com), 2023)

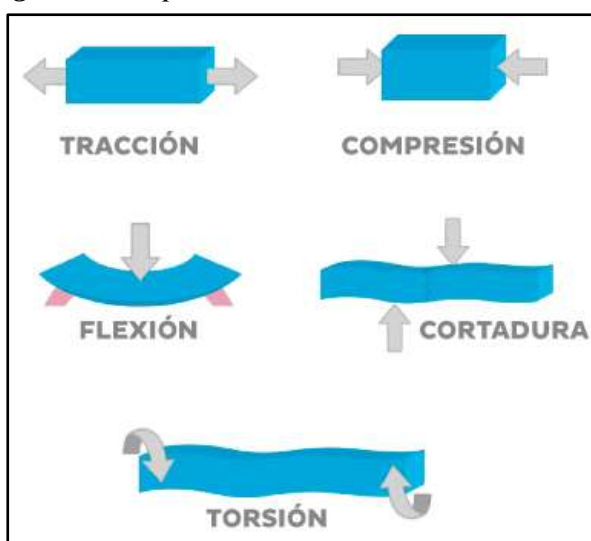
- **Cohesión**

En la presentación de ([Irribarren Valdivia & León Hilario, 2019](#)), indica lo siguiente: que la cohesión es una característica del concreto fresco que permite minimizar el riesgo de segregación durante la colocación de la mezcla, a la vez que ayuda a evitar su aspereza y facilita su manipulación durante el proceso de compactación. Generalmente, se considera que una mezcla de concreto tiene un nivel adecuado de cohesividad cuando no es excesivamente plástica ni demasiado viscosa, logrando ser lo suficientemente plástica y resistente a la segregación.

### **Propiedades Mecánicas del Concreto**

En el diseño de estructuras de concreto simple, concreto armado y concreto pretensado, se utilizan las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

**Figura 9. Propiedades Mecánicas del Concreto**



Fuente: (Aceros Arequipa, 2023)

Entre las más relevantes se encuentran:

- **Resistencia a la compresión**

A la opinión de **(Cemex Perú, 2019)**, La resistencia a la compresión simple es la principal propiedad mecánica del concreto y mide su capacidad para soportar cargas por unidad de área, expresada en  $\text{kg/cm}^2$ , MPa o psi. Se utiliza para verificar que la mezcla cumpla con la resistencia especificada ( $f'_c$ ) de una estructura. Según las normas ASTM C31 y ASTM C39 (o NTP 339.034), las pruebas se realizan en probetas cilíndricas, generalmente a los 28 días, aunque también se evalúa a los 7 días o en otros periodos con fines informativos.

- **Resistencia a la tracción**

Según el artículo académico **(Instituto de la Construcción y Gerencia, 1994)** la resistencia a la tracción del concreto es un aspecto de gran interés para el diseño y control de calidad en diversas obras, especialmente en estructuras hidráulicas y de pavimentación. Sin embargo, debido a que los métodos de ensayo de tracción surgieron tardíamente, en la década de los cincuenta, la resistencia a la compresión sigue siendo el principal indicador de calidad. Esto se debe principalmente a su

larga trayectoria de uso, que ha permitido acumular una valiosa experiencia. El ensayo de tracción por hendimiento implica romper un cilindro de concreto, similar al que se usa en las pruebas de compresión, entre los cabezales de una prensa, aplicando fuerza en generatrices opuestas.

- **Resistencia a la flexión**

Según (NRMCA, 2017), La resistencia a la flexión mide la capacidad del concreto para resistir fallas por momento, evaluándose en vigas o losas no reforzadas. Se determina aplicando cargas a vigas con secciones de 6 x 6 pulgadas y una luz de al menos tres veces su espesor. Se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en MPa o psi, utilizando los métodos ASTM C78 o ASTM C293. Este valor representa entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo de los materiales y diseño de la mezcla, y la resistencia obtenida con carga en los puntos tercios suele ser hasta un 15% menor que con carga en el punto medio.

#### **Parámetros que determinan la durabilidad del concreto**

La durabilidad del concreto se define como la capacidad que tiene este material para resistir la acción de agentes físicos, químicos y ambientales a lo largo del tiempo, manteniendo sus propiedades y funcionalidad durante su vida útil. En este sentido, la durabilidad no constituye una propiedad única, sino el resultado del comportamiento conjunto de diversas características físicas y químicas del concreto.

Durabilidad según ACI 318 (NRMCA, 2017), establece los requisitos para garantizar la durabilidad del concreto estructural frente a diversas condiciones ambientales. Su objetivo principal es asegurar que las estructuras de concreto mantengan su integridad y funcionalidad durante su vida útil prevista, minimizando el deterioro causado por factores como la exposición a ciclos de congelamiento y

deshielo, sulfatos, cloruros y ambientes marinos o industriales agresivos.

Asimismo, la norma enfatiza el uso de mezclas de concreto adecuadamente proporcionadas y curadas, junto con la correcta colocación del refuerzo, recubrimientos mínimos y prácticas constructivas que eviten la permeabilidad excesiva.

Entre los principales parámetros que influyen en la durabilidad del concreto se encuentran la porosidad, la permeabilidad y la absorción de agua, los cuales están directamente relacionados con la microestructura del material. Un concreto con menor porosidad y permeabilidad presenta una mayor resistencia a la penetración de agentes agresivos, lo que contribuye a mejorar su desempeño a largo plazo.

- **Índice de absorción de agua (%) en concreto endurecido**

El índice de absorción de agua de un concreto es la medida de cuánta agua puede absorber el material en relación a su peso cuando se le sumerge en agua. Este índice se considera un indicador de durabilidad del concreto, ya que un concreto con alta absorción de agua tiende a ser más vulnerable a la penetración de agentes agresivos (como sulfatos, cloruros, ciclos de congelamiento, etc.), lo que puede reducir su vida útil. Por el contrario, concretos de baja absorción suelen ser más durables e impermeables. El ensayo de absorción de agua en concreto endurecido está estandarizado internacionalmente. La norma ASTM C642 es la referencia común para este procedimiento (denominada en español *“Método de ensayo estándar para determinar la densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido”*).

### **Granadilla**

La *Passiflora ligularis*, conocida comúnmente como granadilla o granada china (sin confundir con la granada *Punica granatum*), es una planta trepadora de la

familia Passifloraceae, originaria del centro de México y distribuida por toda América Central y la región occidental de Sudamérica, incluyendo Colombia, Venezuela, Ecuador, el oeste de Bolivia y el sur de Perú.

Para (es.wikipedia.org, 2024), es una planta trepadora vigorosa que se adhiere a soportes mediante zarcillos. Sus hojas son grandes, de 8-17 cm de largo y 6-15 cm de ancho, con pecíolos de 5-15 cm y glándulas filiformes. Las flores, de aroma almizclado y 7-9 cm de diámetro, tienen un cáliz oblongo y sépalos lanceolados de color verde pálido. Los pétalos son blanco-rosados, y los filamentos de la corona son púrpura azulados, dispuestos en dos series, siendo la más externa casi tan larga como los pétalos. El fruto es una baya ovoide que es verde cuando inmadura y se vuelve amarillo-anaranjado con manchas blancas al madurar. Mide entre 6,5 y 8 cm de largo y 5,1 a 7 cm de diámetro, con una cáscara delgada y quebradiza. La pulpa, de sabor aromático, es blanco-amarillenta a naranja y tiene una textura mucilaginosa. Contiene numerosas semillas planas de color negruzco.

*Figura 10. La granadilla*



**Fuente:** (Perú info, s. f.)

*Tabla 2. Taxonomía de la granadilla*

<b>Granadilla</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Subreino</b>	Spermatophyta
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Malpighiales
<b>Familia</b>	Passifloraceae
<b>Género</b>	Passiflora
<b>Subgénero</b>	Passiflora
<b>Especie</b>	Passiflora Ligularis Juss

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cáscara de granadilla**

La cáscara de granadilla tiene múltiples aplicaciones en la medicina tradicional y la gastronomía. Aunque no se consume frecuentemente por sí sola, se le reconocen diversas propiedades beneficiosas, como en el ámbito agrícola y ecológico, donde se utiliza como abono orgánico gracias a su alto contenido de nutrientes que favorecen la mejora del suelo. Cabe destacar que, debido a su textura dura y fibrosa, la cáscara generalmente se emplea procesada o en forma de extracto para facilitar su uso.

### **Ceniza de cascará de granadilla**

La ceniza de cáscara de granadilla se obtiene al someter la cáscara de esta fruta a un proceso de combustión controlada. Este tipo de ceniza tiene varias

aplicaciones potenciales, especialmente en la agricultura y la construcción:

- **Fertilizante natural**

La ceniza de cáscara de granadilla contiene nutrientes como potasio, calcio y fósforo, lo que la convierte en un excelente fertilizante orgánico para enriquecer el suelo. Ayuda a mejorar la estructura del suelo, promoviendo el crecimiento de las plantas.

- **Mejorador de suelos**

Su uso en suelos ácidos puede ayudar a elevar el pH, haciéndolos más adecuados para el cultivo de algunas plantas. También puede aportar minerales que mejoran la fertilidad del suelo.

- **En la industria de la construcción**

Diversos estudios señalan que las cenizas provenientes de residuos vegetales pueden ser empleadas como materiales cementantes suplementarios en la fabricación de materiales de construcción, como el concreto, debido a su contenido de óxidos reactivos que les confieren comportamiento puzolánico, contribuyendo a la mejora de propiedades como la durabilidad y la resistencia mecánica del concreto. (Mehta & Monteiro, 2014)

#### **Cenizas de materiales orgánicos**

Para (Jancco Quispe & Huaman Berrio, 2024), la ceniza de materiales orgánicos se obtiene mediante la incineración de maderas de árboles u otros materiales secos, lo que genera una transformación fisicoquímica. Este proceso da como resultado una composición rica en calcio, fósforo, silicio, magnesio e hierro, además de contener óxidos, hidróxidos y carbonatos. Este proceso contribuye a la densificación de la microestructura del concreto, reduciendo la porosidad y, en consecuencia, la absorción de agua.

Esta mejora en la microestructura se traduce directamente en un incremento de la durabilidad del concreto, ya que limita la penetración de agentes externos que podrían generar procesos de deterioro.

### **Cenizas en el concreto**

Para el blog (**360 EN CONCRETO, s. f.**), las cenizas se han convertido en una de las adiciones cementantes más valoradas por la industria del concreto a nivel global, ya que poseen características fisicoquímicas que les permiten desarrollar propiedades aglomerantes al interactuar con la hidratación del cemento Portland. Esto mejora aspectos clave del concreto, como su trabajabilidad, resistencia, y durabilidad. Además, su uso contribuye a reducir costos y a minimizar el impacto ambiental al reutilizar uno de los principales residuos generados por las termoeléctricas, alineándose con los principios de la economía circular.

*Figura 11. Cenizas en el concreto*



**Fuente:** (Asocem, 2018)

### **Impacto ambiental de los residuos orgánicos (granadilla)**

La generación de residuos orgánicos provenientes de actividades agroindustriales constituye una problemática ambiental creciente, debido a su inadecuada disposición final. En el caso de la granadilla (*Passiflora ligularis*), la cáscara representa un alto porcentaje del residuo generado durante su

procesamiento y comercialización, siendo comúnmente descartada en botaderos o rellenos no controlados. Esta práctica favorece procesos de descomposición anaerobia que generan lixiviados y emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la contaminación del suelo, del agua y del aire.

Diversos estudios reportan que los residuos orgánicos agroindustriales, cuando no son gestionados adecuadamente, incrementan la carga contaminante del entorno, aceleran la degradación ambiental y generan impactos negativos en la salud pública. En este contexto, el aprovechamiento de la cáscara de granadilla como insumo alternativo para la obtención de cenizas con potencial aplicación en la industria de la construcción se presenta como una alternativa sostenible, orientada a la valorización de residuos y a la reducción del impacto ambiental asociado a su disposición convencional.

**Figura 12.** Impacto ambiental de los residuos orgánicos de la granadilla



**Fuente:** Elaboración Propia

(Mirabella et al., 2014) en su revista académica indican que los subproductos y residuos del procesamiento de frutas, como cáscaras y semillas, pueden representar hasta casi la mitad de la biomasa original y constituyen un problema

ambiental relevante cuando son dispuestos sin tratamiento adecuado.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Concreto:** Material compuesto obtenido a partir de la mezcla homogénea de cemento, agua, agregados finos y gruesos, y eventualmente aditivos, que al endurecer mediante el proceso de hidratación adquiere resistencia y rigidez, permitiendo su uso en elementos estructurales y no estructurales de las obras civiles. **(360 en Concreto, 2021)**
- **Resistencia a la compresión:** Propiedad mecánica del concreto que representa su capacidad para soportar cargas axiales de compresión antes de presentar falla, siendo uno de los parámetros fundamentales para evaluar su desempeño estructural y control de calidad. **(Cemex Perú, 2019)**
- **Durabilidad:** Propiedad del concreto que le permite mantener sus características físicas, mecánicas y químicas frente a la acción de agentes ambientales, físicos y químicos, tales como humedad, sulfatos, ciclos de congelamiento y deshielo, garantizando su vida útil a lo largo del tiempo. **(Tamanna et al., 2023)**
- **Ceniza de cáscara de granadilla:** Subproducto resultante de la combustión controlada de la cáscara de granadilla, caracterizado por su contenido de óxidos reactivos, el cual puede ser aprovechado como material cementante suplementario en mezclas de concreto, contribuyendo a la mejora de propiedades mecánicas y de durabilidad. **(Mehta & Monteiro, 2014)**
- **Material cementante:** Material de naturaleza hidráulica o puzolánica que, al incorporarse al concreto, participa en las reacciones químicas de hidratación, mejorando las propiedades físicas, químicas y mecánicas del material endurecido. **(Mehta & Monteiro, 2014)**
- **Sustentabilidad:** Principio orientado al uso eficiente y responsable de los recursos

naturales en los procesos constructivos, con el fin de reducir el impacto ambiental, promover la reutilización de residuos y garantizar el equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental. (Mirabella et al., 2014)

- **F'c (Resistencia especificada del concreto):** Valor de resistencia a la compresión que debe alcanzar el concreto a los 28 días de edad, expresado en kg/cm<sup>2</sup>, utilizado como parámetro de diseño estructural y control de calidad del material. (Cemex Perú, 2019)
- **Agregados:** Materiales granulares inertes, como arena y grava, que constituyen el mayor volumen del concreto y cumplen la función de aportar estabilidad dimensional, resistencia y economía a la mezcla. (Blog Tecnología del Concreto, 2016)
- **Propiedades mecánicas:** Conjunto de características que describen el comportamiento del concreto frente a la aplicación de cargas, incluyendo la resistencia a la compresión, tracción, flexión y su capacidad de deformación.
- **Reactividad puzolánica:** Capacidad que poseen ciertos materiales finamente divididos, como las cenizas, para reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, formando compuestos cementantes que contribuyen al incremento de la resistencia y durabilidad del concreto. (Asocem, 2018)
- **Fraguado:** Etapa inicial del proceso de endurecimiento del concreto, durante la cual la mezcla pierde su plasticidad y comienza a adquirir rigidez, como resultado de las primeras reacciones de hidratación del cemento. (NTP 334.006, 2013)
- **Aglomerante:** Material que, al mezclarse con agua, forma una pasta capaz de unir partículas sólidas, endurecer con el tiempo y proporcionar cohesión y resistencia al conjunto, siendo el cemento el principal aglomerante utilizado en el concreto.

## 2.4. Formulación de hipótesis

La formulación de hipótesis en la tesis consiste en proponer suposiciones tentativas que expliquen las relaciones entre variables, con el propósito de ser comprobadas a través del análisis de datos recopilados durante la investigación. Es, en esencia, anticipar lo que se espera encontrar en el estudio.

### 2.4.1. Hipótesis general

**HG<sub>0</sub>:** La incorporación de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto no mejora significativamente la durabilidad ni la resistencia del concreto con una resistencia característica  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024.

**HG<sub>1</sub>:** La incorporación de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto mejora significativamente la durabilidad y la resistencia del concreto con una resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- **HE<sub>10</sub>:** La adición de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla no influye significativamente en la resistencia a la compresión, tracción ni flexión del concreto.
- **HE<sub>11</sub>:** La adición de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla influye significativamente en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.
- **HE<sub>20</sub>:** La incorporación de ceniza de cáscara de granadilla no influye en la durabilidad del concreto, reflejada en la variación del índice de absorción de agua.
- **HE<sub>21</sub>:** La incorporación de ceniza de cáscara de granadilla influye en la durabilidad del concreto, reflejada en la variación del índice de absorción de agua.
- **HE<sub>30</sub>:** No existe una proporción específica de ceniza de cáscara de granadilla que maximice la durabilidad, la resistencia a la compresión flexión y tracción del concreto.

- **HE<sub>31</sub>**: Existe una proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto que maximiza la durabilidad, la resistencia a la compresión, flexión y tracción.

## 2.5. Identificación de variables

### Variables independientes

- **Ceniza de cáscara de granadilla:** La ceniza de cáscara de granadilla, obtenida tras su incineración, es rica en compuestos como sílice y calcio, y posee propiedades puzolánicas que la hacen apta como material cementante. Se empleará en proporciones del 10%, 12.5% y 15% en concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , procesada mediante incineración, tamizado y caracterización química, para evaluar su efecto en la resistencia mecánica y durabilidad frente a las condiciones ambientales de Pasco.

### Variables dependientes

**Durabilidad:** La durabilidad se evaluó indirectamente mediante el ensayo de absorción de agua según ASTM C642, dado que un menor porcentaje de absorción indica un concreto menos poroso y más durable. En ese sentido, uno de los factores más importantes que influyen en la durabilidad es la permeabilidad del concreto, la cual está directamente relacionada con su estructura porosa.

**Resistencia del concreto:** La evaluación de las propiedades mecánicas del concreto analiza su capacidad para resistir esfuerzos de compresión, tracción y flexión, fundamentales para su desempeño estructural. Mediante ensayos normalizados según normas ASTM y NTP, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión (ASTM C39), tracción indirecta (ensayo brasileño) y flexión (ASTM C78). Estos ensayos generaron datos sobre la resistencia y desempeño del concreto modificado con ceniza de cáscara de granadilla como material cementante.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

*Tabla 3. Operacionalización de Variable Independiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
<b>Ceniza de cáscara de granadilla</b>	La ceniza de cáscara de granadilla es un subproducto obtenido mediante la incineración controlada de la cáscara de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ), el cual se caracteriza por presentar una composición química rica en óxidos minerales como sílice, calcio, fósforo y magnesio. Debido a estas características, la ceniza es considerada un material con potencial puzolánico, susceptible de ser empleada como material suplementario en mezclas de concreto. (Jancco Quispe & Huaman Berrio, 2024)	La ceniza de cáscara de granadilla será utilizada como material cementante en diferentes proporciones (10%, 12.5%, 15% del peso del cemento) en la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Se procesará mediante incineración controlada, tamizado y caracterización química, y se incorporará a las muestras de concreto para evaluar su impacto en propiedades mecánicas (compresión, tracción y flexión) y de durabilidad frente a factores ambientales de la región de Pasco.	<b>D1:</b> Dosificación de la ceniza de cáscara de granadilla.	<b>I1:</b> Proporción de ceniza de cáscara de granadilla (10, 12.5 y 15 %)	Independiente	Proporcional

**Fuente:** Elaboración Propia.

*Tabla 4. Operacionalización de Variable Dependiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
<b>Durabilidad</b>	La <b>durabilidad</b> del hormigón constituye un aspecto fundamental en el desempeño de las estructuras de concreto. De acuerdo con lo señalado por el Comité ACI 201, esta se define como la aptitud del hormigón para soportar la acción de agentes químicos, los efectos de la abrasión y la intemperie, así como otros mecanismos que pueden provocar su deterioro progresivo. (Tamanna et al., 2023)	La <b>durabilidad del concreto</b> se define operacionalmente como la capacidad del concreto endurecido para conservar sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo del tiempo frente a condiciones ambientales y de servicio, siendo evaluada mediante ensayos que miden su resistencia al deterioro, la absorción, la permeabilidad y la pérdida de resistencia.	<b>D<sub>1</sub></b> : Durabilidad	<b>I<sub>1</sub>: Índice de absorción de agua:</b> Ensayo en concreto endurecido según la <b>norma ASTM C642</b> para medir la absorción de agua en probetas de concreto.	Dependiente	Razón (%)
<b>Resistencia del concreto</b>	Capacidad del concreto modificado con ceniza de granadilla para resistir <b>esfuerzos mecánicos</b> , como compresión, tracción y flexión, que determinan su desempeño estructural. y para mantener su integridad frente a factores ambientales que causan deterioro.	La evaluación de las <b>propiedades mecánicas del concreto</b> incluyó ensayos normalizados de compresión (ASTM C39), tracción indirecta (ensayo brasileño) y flexión (ASTM C78). Estas pruebas generaron datos sobre la resistencia y desempeño del concreto modificado con proporciones de ceniza de cáscara de granadilla como material cementante.	<b>D<sub>2</sub></b> : Resistencia mecánica	<b>I<sub>1</sub>: Resistencia a la compresión:</b> Ensayo en probetas cilíndricas conforme a ASTM C39 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. <b>I<sub>2</sub>: Resistencia a la tracción indirecta:</b> Ensayo brasileño en probetas cilíndricas para evaluar la resistencia del concreto a esfuerzos de tracción. <b>I<sub>3</sub>: Resistencia a la flexión:</b> Ensayo en vigas de concreto según ASTM C78 para medir la capacidad de resistir momentos flectores.	Dependiente	Razón (kg/cm <sup>2</sup> )

**Fuente:** Elaboración Propia.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación es de **tipo aplicada**. Según (Hernández Sampieri et al., 2021) este tipo de investigación utiliza conocimientos previos y definidos con el objetivo de generar nuevos conocimientos que permitan desarrollar métodos o técnicas para resolver problemas específicos. Es decir, la investigación aplicada busca poner en práctica los conocimientos existentes mientras se adquieren otros a través de la implementación y sistematización de procesos basados en investigación. En este contexto, se propone la elaboración y análisis de probetas y vigas en laboratorio para demostrar la mejora en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto, además de evaluar indirectamente la durabilidad mediante el ensayo de absorción de agua, , empleando ceniza de cáscara de granadilla como material cementante. Esto convierte el estudio en una investigación de carácter constructivista o utilitario.

#### 3.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es **explicativo**, ya que su propósito es determinar la

relación de causa y efecto entre las variables del estudio. Específicamente, se analiza cómo la adición de cenizas de cáscara de granadilla influye en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto, así como en su durabilidad evaluada indirectamente por el ensayo de absorción de agua. Esto permite interpretar los resultados obtenidos. Según (Hernández Sampieri et al., 2021) este tipo de investigación busca comprender en profundidad las relaciones de causa y efecto entre los fenómenos estudiados.

### **3.3. Métodos de investigación**

El método utilizado en esta investigación es el **científico** con un enfoque cuantitativo, ya que los datos obtenidos son de naturaleza numérica y provienen de la recolección mediante instrumentos estandarizados. Estos instrumentos permiten medir con precisión y verificar la validez y confiabilidad de los resultados, los cuales serán sometidos a análisis estadístico para garantizar su rigor y precisión.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue de tipo **cuasiexperimental**, debido a que se manipuló deliberadamente la variable independiente, representada por la adición de ceniza de cáscara de granadilla en distintas dosificaciones, sin realizar una asignación aleatoria de las muestras. Todas las probetas fueron elaboradas y sometidas a ensayos bajo condiciones controladas de laboratorio.

Este diseño permitió analizar el efecto de la variable independiente sobre las variables dependientes, correspondientes a la resistencia mecánica del concreto (compresión, tracción y flexión) y su durabilidad. Asimismo, se consideró la interacción entre las variables, dado que la variación en el contenido de ceniza influyó directamente en el comportamiento del concreto evaluado.

Para el desarrollo del estudio se estableció un grupo control y un grupo

experimental, conforme al siguiente esquema:

<b>Ge</b>	<b>O</b>	<b>X</b>	<b>O2</b>
<b>Gc</b>	<b>O</b>	---	<b>O3</b>

Donde:

- **Ge:** Grupo experimental
- **Gc:** Grupo control
- **X:** Tratamiento

*Tabla 5. Tratamiento de dosificaciones de ceniza de cáscara de granadilla*

<b>Tratamientos</b>			
<b>T0</b>	O	+	O2
<b>T1</b>	O	+	O3
			Ceniza de cáscara de granadilla 10%
<b>T2</b>	O	+	O4
			Ceniza de cáscara de granadilla 12.5%
<b>T3</b>	O	+	O5
			Ceniza de cáscara de granadilla 15%

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.5. Población y muestra

#### **Población**

Se fabricaron probetas cilíndricas y viguetas en un laboratorio de tecnología del concreto debidamente acreditado según las normas (NTP. 339.033, 2015) y (ASTM C 31, 2008). En total, se producirán 72 probetas con dimensiones de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura, junto con 36 viguetas de 15 cm x 15 cm x 45 cm, destinadas a los ensayos de compresión, tracción, flexión e índice de absorción de agua, respectivamente.

#### **Muestra**

Dado que se trata de un diseño cuasi-experimental y la muestra no es aleatoria, se trabajará con la totalidad de la población debido a su tamaño reducido. Esto incluye:

- **36 probetas:** 9 pertenecientes al grupo control y 27 al grupo experimental, que

incluirán las adiciones (Compresión).

- **36 probetas:** 9 pertenecientes al grupo control y 27 al grupo experimental, que incluirán las adiciones (Tracción).
- **36 viguetas:** 9 asignadas al grupo control y 27 al grupo experimental con las respectivas adiciones (Flexión).
- **20 probetas:** 5 pertenecientes al grupo control y 15 al grupo experimental, que incluirán las adiciones (Índice de absorción de agua).

### Muestreo

Para este proyecto, se optó por un muestreo **no probabilístico** intencional.

*Tabla 6. Cantidad de Probetas por tipo de tratamiento.*

<b>f'c (Kg/cm2)</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Compresión</b>	<b>Tracción</b>	<b>Módulo de Rotura</b>
<b>Concreto natural</b>	Compresión	3	3	3
	Tracción	3	3	3
	Flexión	3	3	3
<b>Concreto + 10 % de CCG</b>	Compresión	3	3	3
	Tracción	3	3	3
	Flexión	3	3	3
<b>Concreto + 12.5 % de CCG</b>	Compresión	3	3	3
	Tracción	3	3	3
	Flexión	3	3	3
<b>Concreto + 15 % de CCG</b>	Compresión	3	3	3
	Tracción	3	3	3
	Flexión	3	3	3
<b>TOTAL</b>		<b>36 und.</b>	<b>36 und.</b>	<b>36 und.</b>

<b>f<sub>c</sub> (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Durabilidad (Índice de Absorción de agua %)</b>
<b>Concreto natural</b>	5
<b>Concreto + 10 % de CCG</b>	5
<b>Concreto + 12.5 % de CCG</b>	5
<b>Concreto + 15 % de CCG</b>	5
<b>TOTAL</b>	<b>20 und.</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos.**

La metodología a emplear fue la observación directa, la cual implica examinar de manera detallada el proceso de dosificación del material cementante de ceniza de cáscara de granadilla en el concreto, seguido de su posterior análisis en laboratorio. (Hernández Sampieri et al., 2021)

#### **Instrumentos de recolección de datos.**

- La recolección de datos en laboratorio se realizó utilizando una prensa para ensayos de resistencia a la compresión. Este equipo debe ser calibrado anualmente, sin exceder un intervalo de 13 meses, y cumplir con los estándares establecidos en la norma ASTM E 4.
- Asimismo, para los ensayos de resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido se utiliza la misma máquina, aunque con una disposición distinta de las cargas.
- Para obtener los resultados de los ensayos de trabajabilidad, se realizó la prueba de asentamiento del concreto fresco utilizando el cono de Abrams, conforme a lo indicado en la norma NTP 339.035 – ASTM C 143. En esta prueba, se verificó que el asentamiento del concreto fresco se encuentre dentro del rango de ½” a 9”.

asegurando que el diseño cumpla con las especificaciones requeridas. Para ello, se emplearon el cono de Abrams, una barra compactadora y un flexómetro como instrumento de medición.

- Antes de proceder con el diseño de la mezcla, se lleva a cabo la caracterización de los agregados, además de la selección del tipo de cemento, los aditivos y el agua a utilizar. La caracterización se realiza mediante ensayos como contenido de humedad, granulometría, peso específico, peso unitario suelto y compactado, entre otros, utilizando herramientas comúnmente empleadas para estos fines.
- Para la evaluación de la durabilidad del concreto, se empleó el ensayo de absorción de agua en concreto endurecido conforme a la norma ASTM C642, utilizando como instrumentos una balanza de precisión, horno de secado y equipos de inmersión y ebullición, que permiten determinar el comportamiento del concreto frente a la absorción de agua. Los datos obtenidos fueron utilizados para calcular el índice de absorción, considerado como un indicador indirecto de la durabilidad debido a su relación con la porosidad y permeabilidad del material.

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

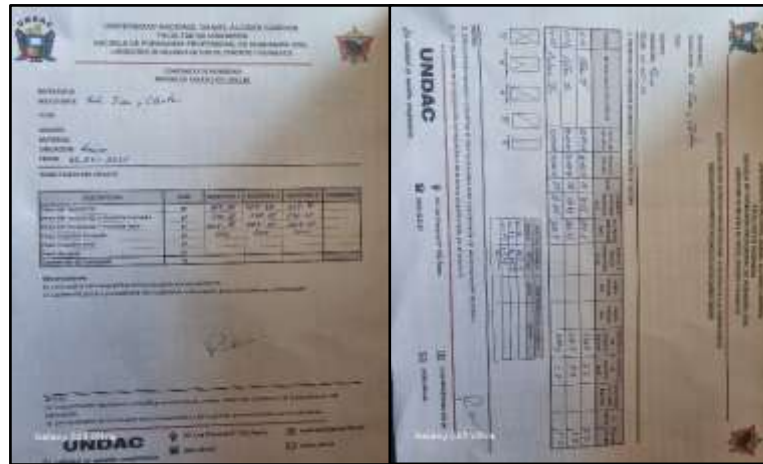
La investigación utilizó formatos técnicos para registrar los datos recolectados en el laboratorio, asegurando su validez según (Carrasco Díaz, 2008) quien define validez como la capacidad de medir lo que se pretende. Los datos confiables obtenidos incluyen propiedades físicas y mecánicas del concreto natural y el concreto con ceniza de cáscara de granadilla, recolectados mediante ensayos y equipos que cumplieron con las normas establecidas.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El instrumento que se empleará será la ficha de observación, la cual se utilizará para registrar los datos de los ensayos realizados en cada una de las probetas y viguetas

de los tratamientos previamente establecidos. (Hernández Sampieri et al., 2021)

**Figura 13.** Ficha de procesamiento de datos



**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.9. Tratamiento estadístico

El análisis estadístico para los ensayos de resistencia comenzó con una prueba de hipótesis para evaluar si la adición de cenizas de cáscara de granadilla (en 10%, 12.5% y 15% del peso del cemento) mejora significativamente las propiedades de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Se realizará un análisis descriptivo de los resultados por tiempo de madurez, seguido de una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk para muestras pequeñas y Kolmogorov-Smirnov para grandes). Si los datos son normales ( $p\text{-valor} < 0.05$ ), se llevará a cabo una prueba T de Student para evaluar la homogeneidad de varianzas entre el tratamiento patrón y los demás a los 28 días. Además, se aplicará una prueba de ANOVA para comparar las medias de resistencia a la compresión entre tratamientos, rechazando la hipótesis nula (todos los tratamientos son iguales) si el  $p\text{-valor}$  es menor a 0.05 o si el valor F calculado es mayor que el valor F tabulado ( $F_c > F_t$ ).

En cuanto a la durabilidad del concreto, evaluada mediante el índice de absorción de agua conforme a la norma ASTM C642, se aplicó el mismo procedimiento estadístico, incluyendo análisis descriptivo, prueba de normalidad, ANOVA y prueba

Post Hoc, permitiendo determinar la influencia de la incorporación de ceniza en el comportamiento del concreto frente a la absorción de agua.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron interpretados en función de la significancia estadística y su relación con la mejora de las propiedades del concreto, estableciendo conclusiones basadas en evidencia cuantitativa.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

La investigación tiene que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado de investigación y las instituciones encargadas de la probidad de las investigaciones.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

Para llevar a cabo la investigación, se realizaron diversos procedimientos que facilitaron la obtención de los materiales cementantes naturales propuestos. Esto incluyó una revisión de antecedentes, la caracterización de los agregados y la selección de los insumos utilizados en el diseño de la mezcla.

##### **Procesamiento de la cáscara de granadilla**

Este material cementante natural fue sometido a dos etapas previas a su uso en el concreto: inicialmente se realizó la extracción de la cáscara de granadilla, y posteriormente se le aplicó un tratamiento adecuado antes de integrarlo en la investigación.

- **Extracción de la cáscara de granadilla:** La cáscara de granadilla fue obtenida en la ciudad de Paucartambo, en el departamento de Pasco, aprovechando la abundancia de recursos disponibles en esta región.

**Figura 14.** Ubicación de la extracción de la cáscara de granadilla



**Fuente:** Google Earth.

- **Procedimiento de la ceniza de cáscara de granadilla:** consistió en recolectar, lavar las cáscaras de granadilla en agua destilada a 100 °C por 20 minutos, seguido de un secado a 50 °C durante 24 horas. Las cáscaras secas fueron molidas en un mortero para reducir su tamaño y luego calcinadas. Las muestras obtenidas se tamizaron por malla N°200, y el material restante se utilizó para elaborar concreto experimental con adición parcial de ceniza de cáscara de granadilla en proporciones de 10%, 12.5% y 15% al cemento Portland. Se caracterizaron los agregados finos y gruesos, analizando propiedades como contenido de humedad, granulometría, peso específico, absorción y peso unitario. Además, se diseñó una mezcla para concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , elaborando especímenes curados y almacenados adecuadamente. A los 7, 14 y 28 días se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión luego de esto también se realizó el ensayo de índice de absorción de agua.

Finalmente, se analizaron los datos recolectados para determinar el porcentaje óptimo de adición de ceniza.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### **Propiedades físicas de los agregados**

Las propiedades físicas de los agregados son esenciales para el rendimiento y la calidad del concreto. Comprender estas características en detalle permite diseñar mezclas de concreto más eficaces y duraderas, adaptadas a las necesidades particulares del proyecto. Los agregados, tanto finos como gruesos, son elementos clave del concreto, y sus propiedades físicas afectan de manera importante su calidad y comportamiento. A continuación, se detallan los principales ensayos a realizar:

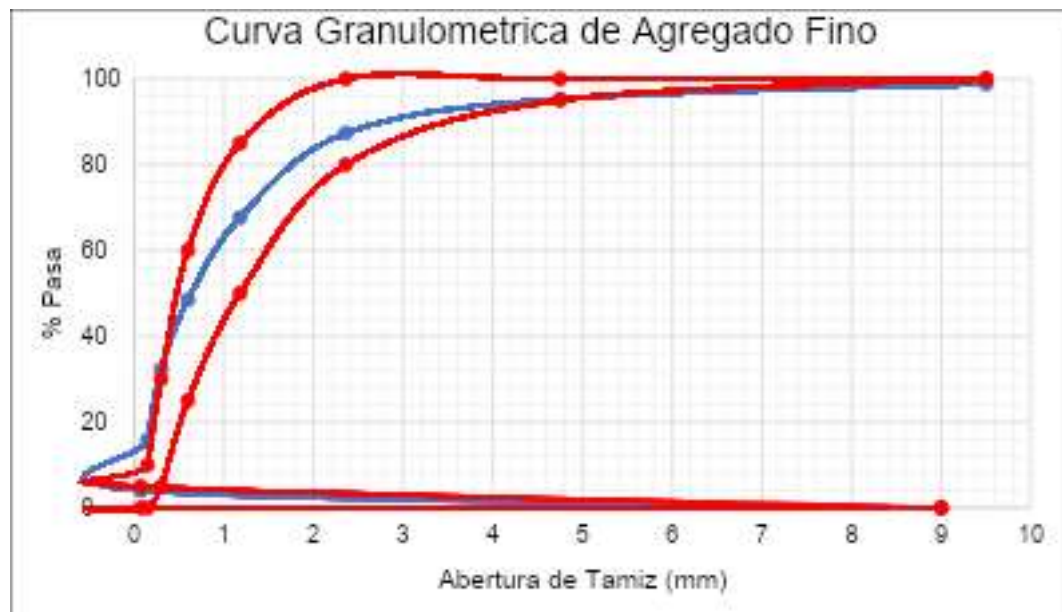
- Análisis granulométrico.
- Contenido de humedad.
- Peso unitario suelto y compactado.
- Peso específico y absorción.

#### *Análisis Granulométrico de los Agregados (N.T.P. 400.012)*

##### **Agregado Fino**

Se llevó a cabo un estudio en la cantera de Cochamarca, donde se seleccionaron aproximadamente 6 kg de material para su homogeneización. De esta cantidad, se extrajeron alrededor de 500 gramos para realizar el ensayo granulométrico. Luego del tamizado, se verificó que el agregado fino cumple con las gradaciones especificadas en las normas técnicas peruanas 400.037 y 400.012. Este análisis permitió determinar el módulo de fineza, calculado como la suma de los porcentajes retenidos dividida entre cien, lo que refleja el grado de finura o grosor del material. En este caso, el agregado fino de Cochamarca presentó un módulo de fineza de 2.54, cuyos detalles se encuentran en la tabla de resultados en los anexos.

**Figura 15.** Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Cochamarca



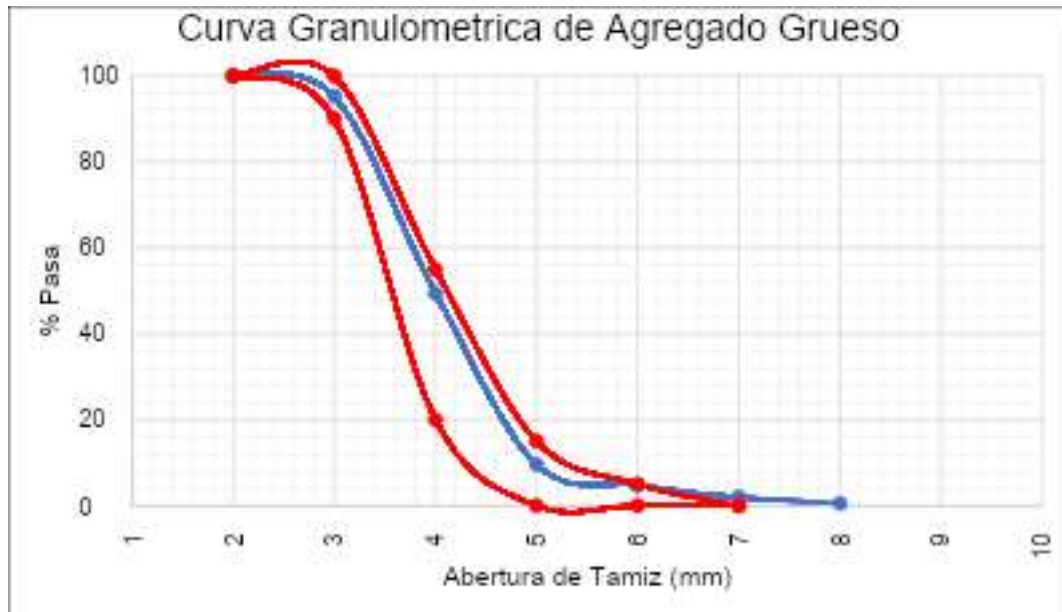
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 15, se puede observar que el agregado fino de la Cantera Cochamarca cumple con los parámetros establecidos por los límites mínimos y máximos de la curva de granulometría, conforme a las normas técnicas peruanas (NTP. 400.037, 2018) y (NTP. 400.012, 2001).

### **Agregado Grueso**

En la cantera de Cochamarca se realizó un estudio donde se seleccionaron aproximadamente 8 kg de material, el cual fue homogeneizado, y se extrajeron cerca de 2 kg para el ensayo granulométrico. A través de los ensayos de tamizado, se verificó que el agregado grueso cumple con los límites mínimos y máximos especificados en las normas técnicas peruanas 400.037 y 400.012. El análisis granulométrico permitió determinar un tamaño máximo de 3/4" y un tamaño máximo nominal de 1/2". De acuerdo con estos resultados, el agregado grueso utilizado en el diseño de mezcla corresponde al huso granulométrico N.º 67, conforme a lo establecido en la (NTP. 400.037, 2018). Para los ensayos de concreto se empleó piedra de 1/2".

**Figura 16.** Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Cochamarca



**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 16 se muestra que el agregado grueso proveniente de la Cantera Cochamarca cumple con los parámetros establecidos por los límites mínimos y máximos de la curva de granulometría, obteniendo un módulo de finura de 6.90, conforme a las normas técnicas peruanas (NTP. 400.037, 2018) y (NTP. 400.012, 2001). Tras obtener los resultados, se procedió a realizar los ensayos pertinentes, tales como el peso específico y absorción, peso unitario suelto y compactado, y el contenido de humedad.

#### ***Contenido de Humedad de Agregados (N.T.P. 339.185)***

De acuerdo a (NTP 339.185, 2021), el contenido de humedad del agregado fino y grueso se determina pesando una porción de cada material húmedo. Las muestras se colocan en taras y se pesan. Luego, el material se coloca en el horno durante 24 horas a una temperatura de  $\pm 110$  °C.

**Tabla 7.** Contenido de humedad de los agregados

Arena (%)	Grava (%)
5.77	3.21

**Fuente:** Elaboración Propia.

Podemos observar que el agregado fino contiene más humedad que el grueso. En los anexos al final de la tesis nos muestran los resultados de contenido de humedad de los agregados finos y gruesos.

***P.U.S. y P.U.C. de los Agregados (NTP. 400.017, 2011)***

**Peso Unitario Suelto**

Para el peso unitario suelto, se debe utilizar un molde cilíndrico asegurándose de que no haya partículas que puedan afectar el resultado. Primero, se pesa el molde vacío, luego se llena con el material hasta el borde y finalmente se pesa el molde con el agregado.

**Peso Unitario Compactado**

Para determinar el peso compactado del agregado, se llena el molde en tres partes, compactando cada capa con 25 golpes. Una vez completado el proceso, se pesa el molde con el agregado.

La tabla 8 muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

**Tabla 8.** Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino

Descripción	Und	Promedio
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,472.00</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,640.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 8 se observa los resultados del peso unitario suelto y compactado del

agregado fino, obteniendo como resultado para el agregado fino 1,472.00 kg/m<sup>3</sup> y 1,640.00 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

**Tabla 9.** *Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso*

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Promedio</b>
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,345.00</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,542.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 9 se observa los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso, obteniendo como resultado para el agregado grueso 1,345.00 kg/m<sup>3</sup> y 1,542.00 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

#### ***Peso Específico y Absorción de los Agregados***

##### **Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022, 2002)**

El procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se desarrolló de la siguiente manera: primero, se seleccionó una porción de agregado, la cual fue lavada y sumergida en agua durante 24 horas. Posteriormente, la muestra se secó y se verificó utilizando el cono de absorción. Seguidamente, se colocaron 500 g de la muestra en una fiola, se añadió agua y se agitó para eliminar los vacíos de aire. Luego, la muestra fue pesada y llevada en una tara al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes:

*Tabla 10. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Promedio</b>
<b>Peso específico aparente</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.47</b>
<b>Peso específico aparente (SSS)</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.47</b>
<b>Peso específico masa seca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.63</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>2.45</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 10 se pueden observar los resultados obtenidos en el laboratorio para el agregado fino, con un peso específico de masa 2.63 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción del 2.45%. estos datos serán utilizados para realizar los diseños de mezclas correspondientes al proyecto de investigación.

#### **Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021, 2002)**

El procedimiento para el agregado grueso comienza con la selección de una porción del material, que se divide en partes homogéneas. A continuación, se tamiza utilizando la malla N° 4 y se emplea en el ensayo únicamente el material retenido en ella. Luego, el material se lava para eliminar completamente el polvo y se sumerge en agua durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, la muestra se seca, se coloca en una canastilla metálica y se sumerge en un recipiente con agua. Finalmente, la misma muestra se lleva al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes:

*Tabla 11. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Promedio</b>
<b>Peso específico aparente</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.65</b>
<b>Peso específico aparente (SSS)</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.66</b>
<b>Peso específico masa seca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.70</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>0.69</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 11 se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio para el agregado grueso, con un peso específico de masa de 2.70 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción 0.69%. estos datos se utilizarán para realizar los diseños de mezclas correspondientes al proyecto de investigación.

### ***Densidad Real***

La densidad real de la ceniza de la cáscara de granadilla (CCG) puede variar según diversos factores, como la finura de la ceniza, su composición química y el nivel de compactación. Generalmente, esta densidad se encuentra en un rango de 1.8 a 2.2 gramos por centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>) o de 1800 a 2200 kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>). En la tabla siguiente se presentan los valores de densidad real de la CCG, los cuales cumplen con la norma técnica peruana (NTP. 334.005, 2011).

**Tabla 12. Densidad Real del CCG**

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor</b>
<b>Masa del picnómetro</b>	gr	175.50
<b>Masa del picnómetro + muestra SSS</b>	gr	265.70
<b>Masa del picnómetro + muestra SSS + agua</b>	gr	707.90
<b>Masa agua añadida</b>	gr	442.20
<b>Masa picnómetro + 500cc de agua</b>	gr	668.10
<b>Masa de 500cc de agua</b>	gr	492.60
<b>Densidad del agua</b>	gr/cm <sup>3</sup>	0.99
<b>Masa del agua desalojada por la muestra</b>	gr	50.40
<b>Masa del agregado</b>	gr	90.20
<b>Volumen del agua desalojada</b>	cm <sup>3</sup>	51.16
<b>Densidad real</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.76</b>
<b>Capacidad de absorción</b>	%	<b>0.67</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

De conocimiento sabemos que la densidad del cemento es de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Diseño de Mezcla según ACI 211**

Antes de realizar el diseño de la mezcla, se recogieron las características de los agregados fino y grueso, obtenidos de la cantera Cochamarca. Con los resultados de estas características, se procedió a realizar el diseño de una mezcla de concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la dosificación del concreto:

**Tabla 13. Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico</b>					
<b>Cemento</b>	<b>386.819</b>	<b>Kg</b>			
<b>Ag. Fino</b>	<b>981.402</b>	<b>Kg</b>			
<b>Ag. Grueso</b>	<b>859.409</b>	<b>Kg</b>			
<b>Agua</b>	<b>164.211</b>	<b>Lt</b>			
<b>Dosificación</b>					
<b>Proporción en peso:</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>	<b>Agua</b>	
	<b>1</b>	<b>2.54</b>	<b>2.22</b>	<b>18.04</b>	<b>Lts/pie<sup>3</sup></b>
<b>Proporción en volumen:</b>					
	<b>1</b>	<b>2.45</b>	<b>2.40</b>	<b>18.04</b>	<b>Lts/pie<sup>3</sup></b>
<b>Factor cemento por m<sup>3</sup> de concreto</b>			<b>9.10</b>		<b>bolsa/m<sup>3</sup></b>
<b>Relación agua cemento de diseño</b>			<b>0.56</b>		

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla 13 presenta la cantidad de material por metro cúbico, incluyendo el peso y volumen, el número de bolsas de cemento por metro cúbico de concreto, y la relación agua – cemento diseñado. La relación indicada en la tabla 13 se utilizó para preparar muestras de concreto con cemento, agua y la ceniza de cáscara de granadilla, con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Esto permitió alcanzar otros objetivos de la presente investigación.

*Tabla 14. Proporciones de la ceniza de cáscara de granadilla*

<b>Material</b>	<b>Und</b>	<b>( - )</b>	<b>Promedio</b>	<b>( + )</b>
<b>Cementante</b>				
Ceniza de cáscara de granadilla	%	10%	12.5%	15%

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se adiciona la cantidad de ceniza de cáscara de granadilla con respecto al cemento en 0.02 m<sup>3</sup> de concreto para realizar los diseños de mezclas.

*Tabla 15. Sustitución del 10%, 12.5% y 15% de CCG para 0.02 m<sup>3</sup> de concreto*

<b>Patrones</b>	<b>Materiales</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Patrón General</b>	CEMENTO	kg	7.74
	A. FINO	kg	19.63
	A. GRUESO	kg	17.19
	AGUA	kg	3.28
	CM - M	kg	<b>0.00</b>
<b>Patrón (10%)</b>	CEMENTO	kg	6.96
	A. FINO	kg	19.63
	A. GRUESO	kg	17.19
	AGUA	kg	3.28
	CM - M	kg	<b>0.77</b>
<b>Patrón (12.5%)</b>	CEMENTO	kg	6.77
	A. FINO	kg	19.63
	A. GRUESO	kg	17.19
	AGUA	kg	3.28
	CM - M	kg	<b>0.97</b>
<b>Patrón (15%)</b>	CEMENTO	kg	6.58
	A. FINO	kg	19.63
	A. GRUESO	kg	17.19
	AGUA	kg	3.28
	CM - M	kg	<b>1.16</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Propiedades físicas del concreto**

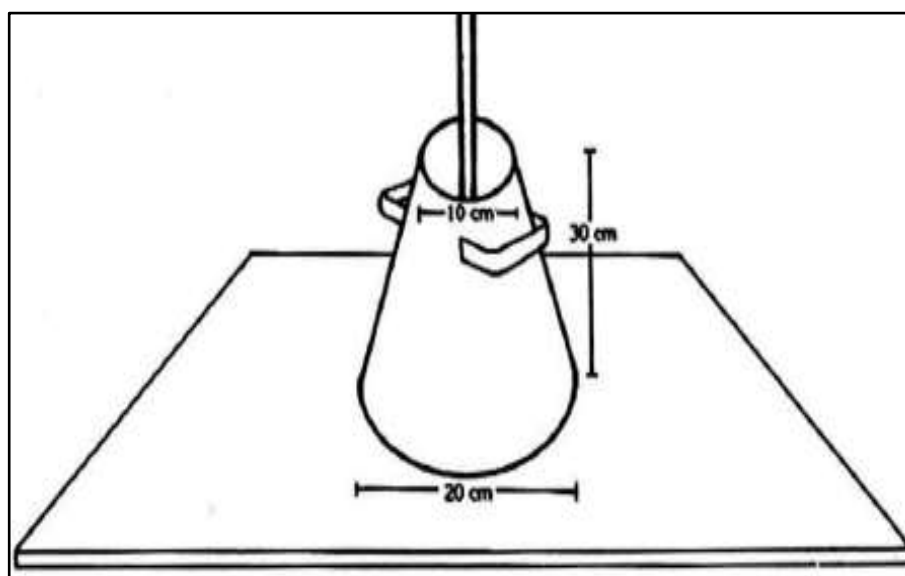
Se determinaron las propiedades del concreto en su estado fresco, incluyendo

consistencia, peso unitario y temperatura, utilizando cemento portland. Se realizaron pruebas con concreto natural a que llamaremos patrón general, y con concreto con CCG la cual serán patrón (10%), patrón (12.5%) y patrón (15%), que sirven para el concreto experimental.

***Consistencia del concreto en estado fresco (NTP 339.035, 2009)***

Tras completar la mezcla homogénea en el trompo, se extrajo el concreto utilizando un buggy para llevar a cabo la prueba de asentamiento (SLUMP) y evaluar la trabajabilidad del concreto en su estado fresco. Para iniciar el procedimiento, es necesario humedecer tanto la lámina como el cono metálico, los cuales deben colocarse sobre una superficie plana y no absorbente.

***Figura 17. Instrumentos utilizados para el ensayo del cono abrams***

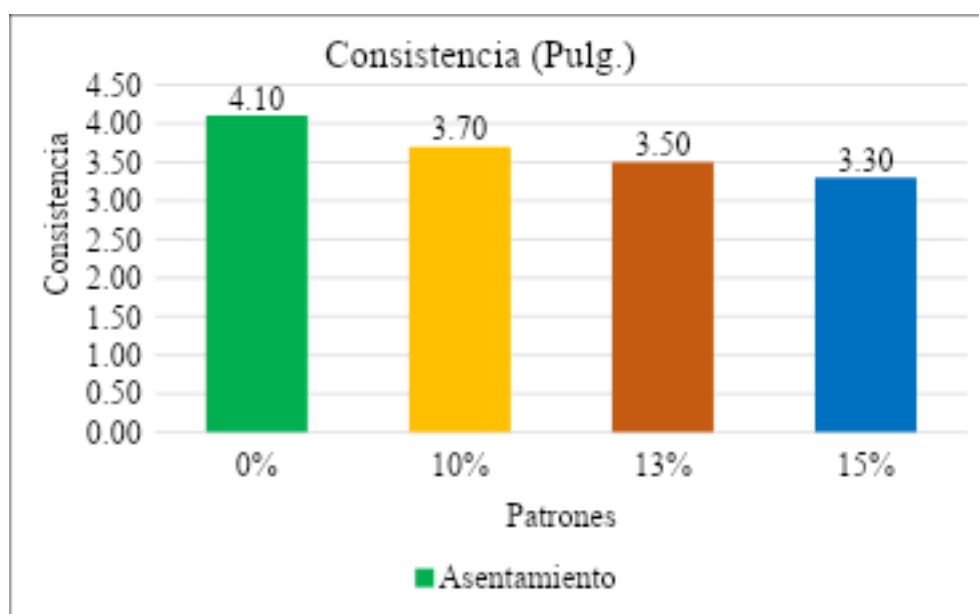


**Fuente:** (Jancco Quispe & Huaman Berrio, 2024)

A continuación, se debe presionar el molde hacia abajo sujetándolo por las agarraderas, con el fin de asegurar que la mezcla permanezca dentro del molde y no se escape por la parte inferior. El procedimiento consiste en llenar el cono en tres capas, cada una equivalente a un tercio del volumen total, compactando cada capa 25 veces con una varilla lisa de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud. La varilla debe penetrar

1” en la capa inferior en las capas segunda y tercera. Una vez compactada la última capa, se enraza la superficie y se limpia la base del molde. El molde se retira cuidadosamente en un lapso de 5 a 10 segundos para permitir que el concreto se asiente. La diferencia entre la altura del molde y el centro del concreto abatido se mide como el asentamiento. Este ensayo, realizado en aproximadamente 2 minutos y medio, se efectuó para todas las muestras y tratamientos, verificando la trabajabilidad del concreto. Los resultados obtenidos se compararon en la figura 17, para evaluar la proximidad al rango diseñado.

**Figura 18.** Consistencia para cada concreto



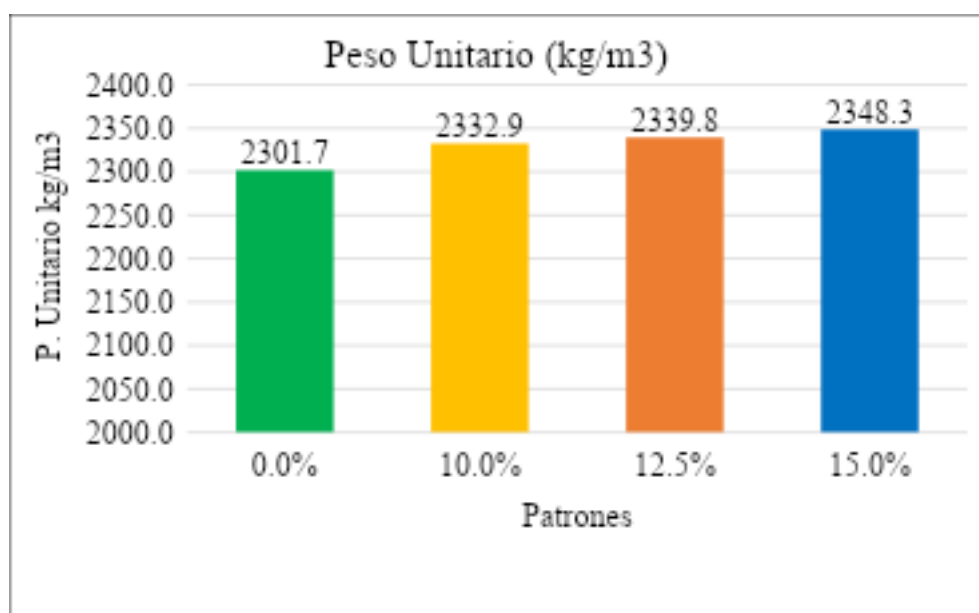
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 18 se visualizan las consistencias de los diseños de mezcla con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se observa que el concreto elaborado con 10% de CCG presenta una mayor consistencia, seguido por el concreto elaborado con 12.5% de CCG.

***Peso Unitario del Concreto Fresco (NTP 339.046, 2008)***

Los ensayos de peso unitario realizados en concreto natural y concreto experimental, cuyos resultados se presentan en la figura siguiente:

**Figura 19.** *Peso Unitario por cada concreto*



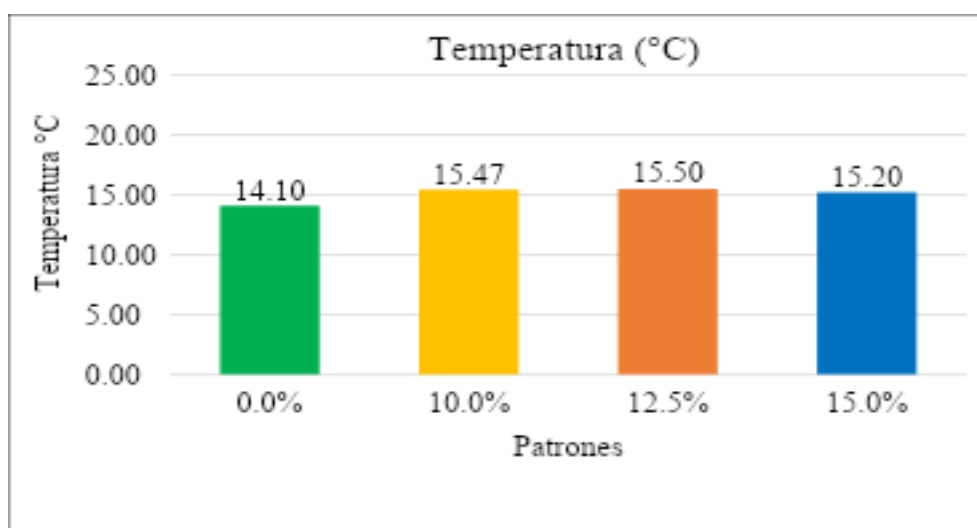
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 19 se puede ver que el concreto preparado con CCG con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, presenta un peso unitario mayor en comparación con el concreto natural.

***Temperatura de Concreto Fresco (NTP. 339.184, 2021)***

Se realizaron los ensayos de temperatura de concreto fresco para el concreto natural (patrón general) y los concretos experimentales (patrón 10%, 12.5% y 15%), lo cual; cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

**Figura 20.** *Temperatura para cada concreto*



**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 20 se puede apreciar que el concreto preparado con CCG con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, presenta una temperatura poco mayor que el concreto natural.

### **Propiedades mecánicas del concreto**

#### ***Determinación de la resistencia a compresión (NTP 339.034, 2008)***

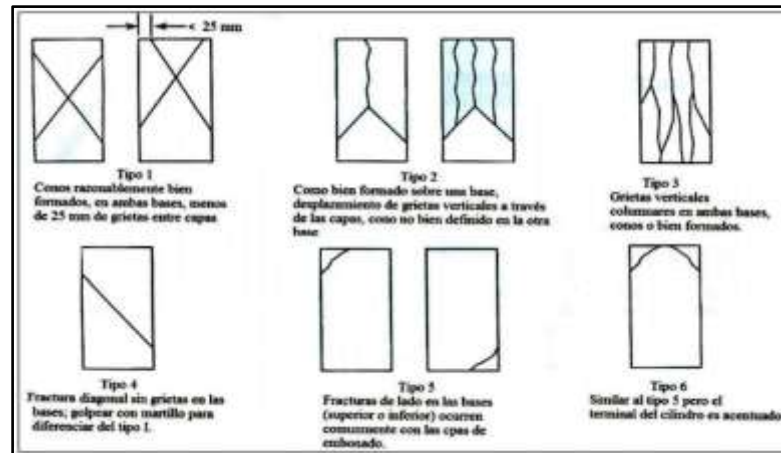
El método para determinar la resistencia a la compresión implica someter probetas preparadas a una carga axial aplicada a una velocidad específica hasta alcanzar su falla. Los resultados obtenidos sirven para evaluar el control de calidad del concreto, considerando su proceso de mezclado y colocación, y analizando la efectividad de la mezcla y los aditivos empleados en su diseño. Para realizar este ensayo, se utiliza una prensa de compresión equipada con dos bloques de carga de acero con superficies endurecidas, la cual debe calibrarse anualmente para garantizar la precisión de los resultados.

#### **Procedimiento**

- El ensayo de compresión debe llevarse a cabo inmediatamente después de extraer las muestras de su lugar de curado, asegurándose de que se realice mientras estas se encuentren en condiciones húmedas.
- Para realizar el ensayo, la muestra debe colocarse entre los bloques de carga sobre la plataforma de la máquina de pruebas, asegurándose de limpiar previamente las superficies superior e inferior del espécimen. Antes de aplicar la carga, es importante verificar que el indicador de carga esté en cero.
- Durante el proceso, la velocidad de aplicación de la carga debe mantenerse constante, especialmente en la última mitad de la fase anticipada de carga. Es fundamental controlar la velocidad de carga para evitar impactos bruscos que puedan dañar el espécimen.
- Durante la aplicación de la carga de compresión, a medida que el indicador

disminuye de forma constante, se observa en el espécimen el patrón de fractura, el cual puede variar en su forma, tal como se ilustra en la figura 21.

**Figura 21.** Esquema de patrones de tipo de fractura



**Fuente:** (NTP 339.034, 2008)

### Cálculos

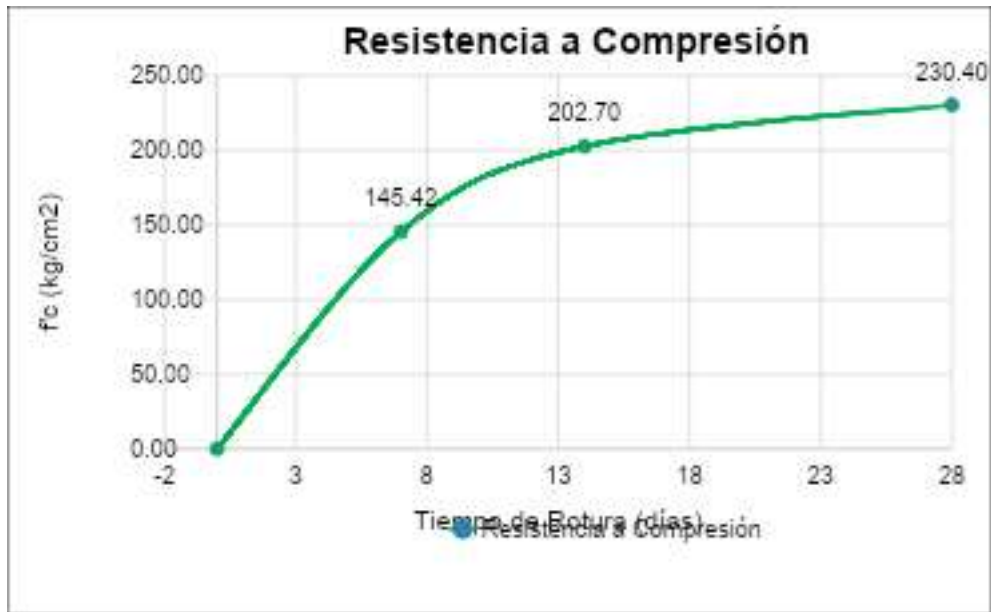
La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de su sección, previamente determinada.

Ecuación para el cálculo de la resistencia a la compresión:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Carga Máxima (Kg)}}{\text{Área promedio (m}^2\text{)}}$$

El informe derivado de los resultados incluye, además, el número y tipo de espécimen a ensayar, el diámetro y la longitud del espécimen en cm<sup>2</sup> o pulgadas<sup>2</sup>, el área de la sección transversal, la carga máxima, la resistencia a la compresión en kPa, la edad del espécimen y, finalmente, los defectos observados en la fractura del espécimen. Los resultados completos se presentan en los anexos.

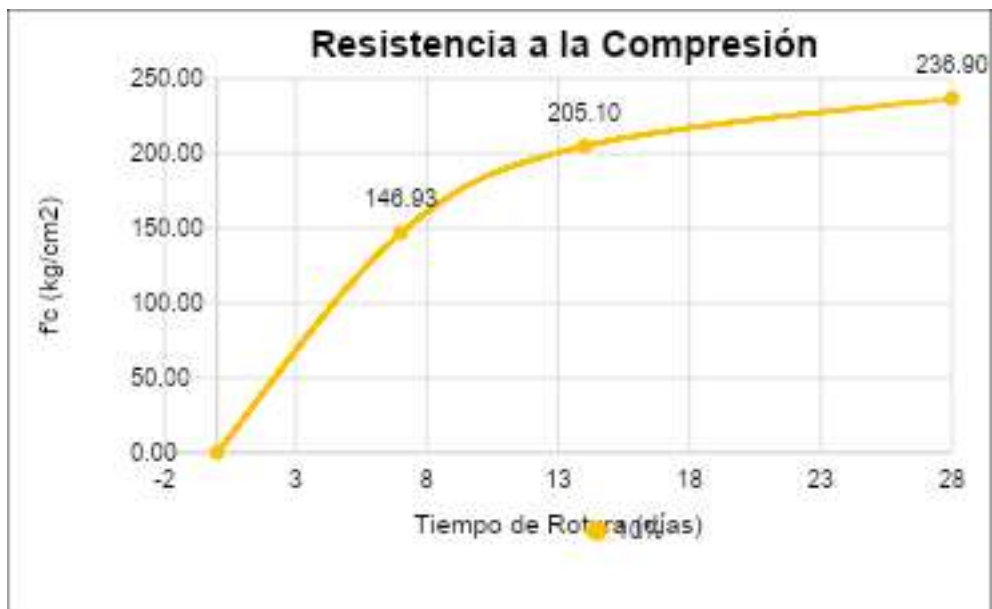
**Figura 22.** Curva de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> del concreto natural (patrón 0%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 22 se observa que la curva de resistencia a la compresión del concreto natural supera la resistencia diseñada de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Esto se debe a los materiales usados para diseñar las mezclas correspondientes.

**Figura 23.** Curva de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> del concreto experimental (patrón 10%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 24.** Curva de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> del concreto experimental (patrón 12.5%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 25.** Curva de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> del concreto experimental (patrón 15%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

En las figuras 23, 24 y 25 observamos las curvas de resistencias del concreto experimental elaborado con cenizas de cáscara de granadilla, se visualiza que los tres diseños sobrepasan la resistencia diseñada de 210 kg/cm<sup>2</sup>, pero que al aumentar mayor

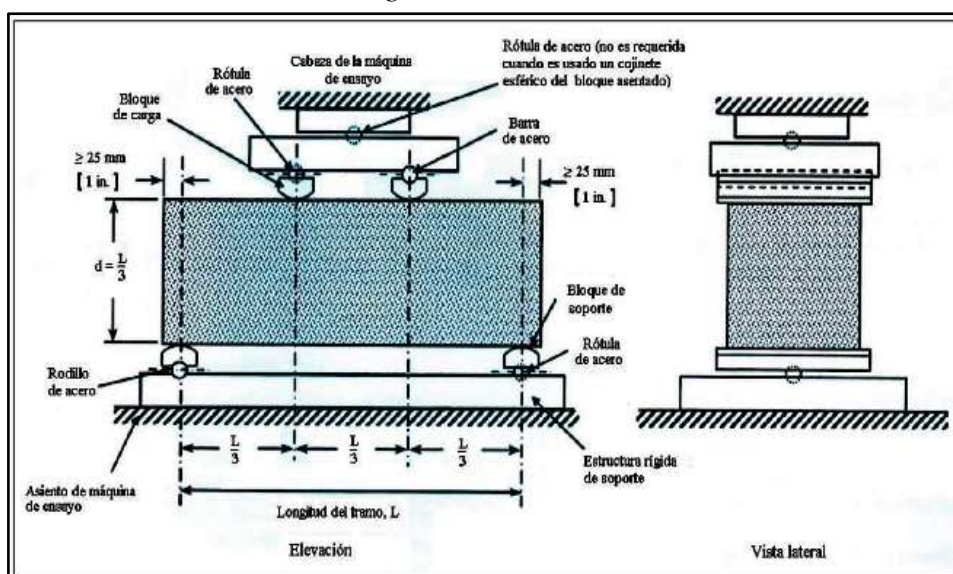
proporción de ceniza de cáscara de granadilla la resistencia empieza a bajar.

### ***Resistencia a la flexión (NTP 339.078, 2012)***

A continuación, se presentan las figuras con los resultados de la resistencia a la flexión del concreto natural y los concretos experimentales elaborados con la ceniza de cáscara de granadilla con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

El método para determinar la resistencia a la flexión consiste en aplicar una carga en el tercio medio de la luz de una viga simplemente apoyada hasta que ocurra un tipo de falla, lo que genera una flexión pura y simula mejor las condiciones reales de trabajo del espécimen. El cálculo del módulo de rotura debe realizarse según el tipo de falla que se presente, ya sea dentro del tercio medio o a una distancia no mayor al 5% de la luz libre. Es importante destacar que los resultados se expresan como el módulo de rotura. La máquina de ensayo debe cumplir con la norma ASTM E 4 para su uso, y se deben emplear placas de apoyo para garantizar que las fuerzas aplicadas sean perpendiculares a la cara del espécimen. Estas fuerzas deben ser constantes y aumentarse gradualmente (NTP 339-078), como se muestra en la figura 26.

**Figura 26.** Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios

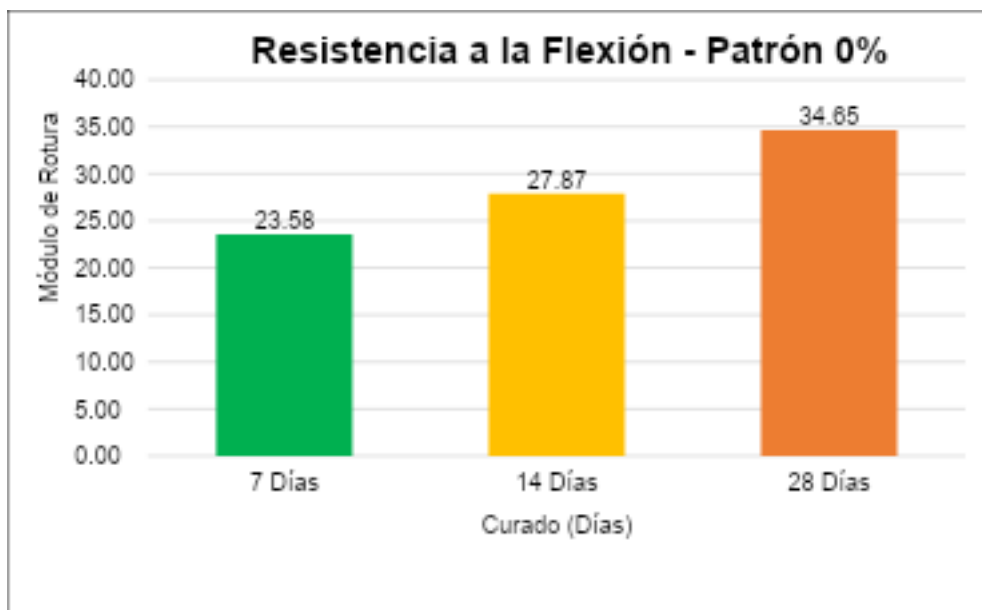


**Fuente:** Elaboración Propia.

## Procedimiento

- El ensayo de flexión debe llevarse a cabo inmediatamente después de extraer las muestras curadas de su lugar de curado, ya que debe realizarse en condiciones húmedas. Es importante considerar la distribución de las luces en "L/3" para asegurar una correcta distribución de las cargas, para lo cual se deben marcar las distancias correspondientes con un resaltador, conforme a lo indicado.
- Se debe verificar que las barras fijas en la parte inferior tengan una distancia de 25 mm desde el centro de gravedad hasta el eje lateral.
- Luego, se debe colocar la vigueta en la máquina, teniendo en cuenta las consideraciones previamente mencionadas. Una vez aplicada la carga, no deben producirse impactos hasta alcanzar el punto de ruptura, y se debe registrar el resultado proporcionado por la máquina.
- Se deben tomar tres mediciones por cada dimensión en el plano de falla (una en cada borde y una en el centro). Luego, se debe registrar el ancho promedio, la profundidad promedio y la ubicación de la fractura en la sección de fallo.

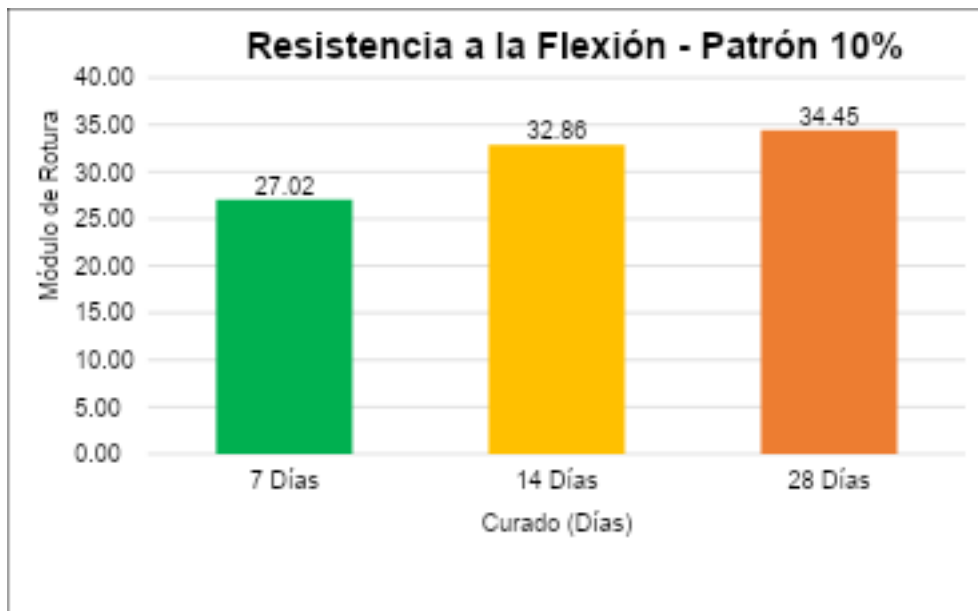
*Figura 27. Módulo de rotura del concreto natural (patrón 0%)*



**Fuente:** Elaboración Propia.

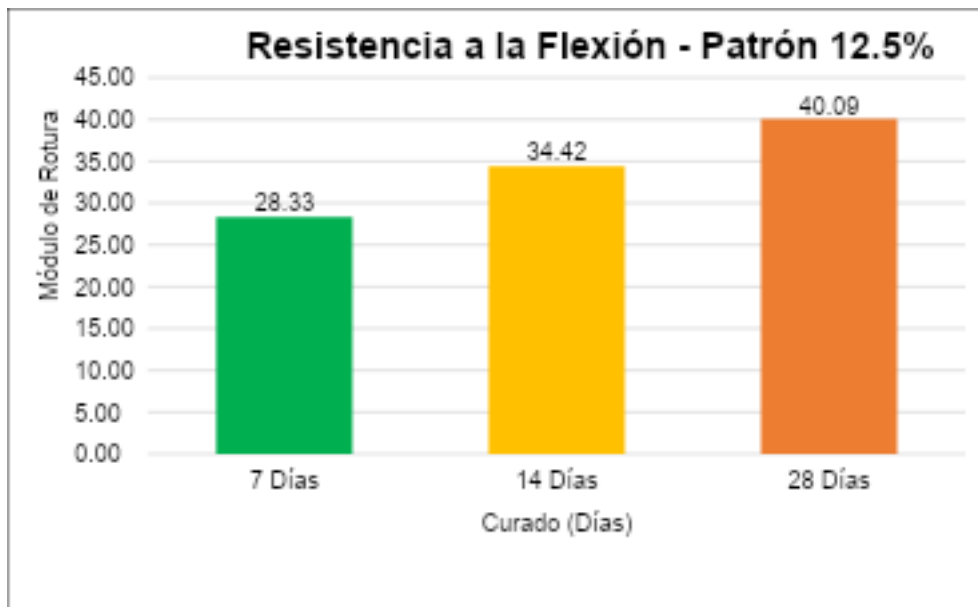
En la figura 27 se muestran los módulos de rotura del diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto natural, evaluado a los 7, 14 y 28 días. Estos resultados permiten compararlo con el concreto experimental.

**Figura 28.** Módulo de rotura del concreto experimental (patrón 10%)



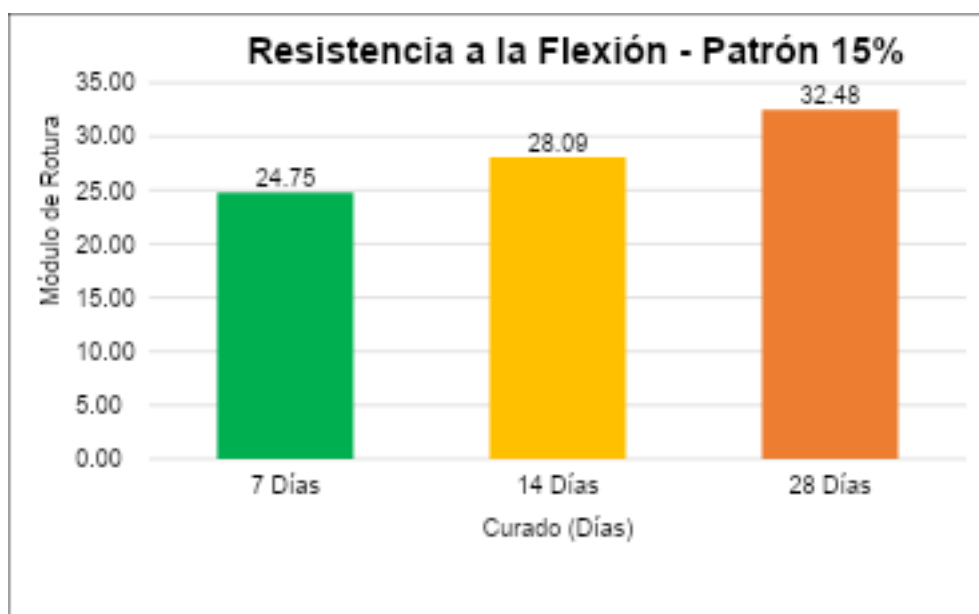
**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 29.** Módulo de rotura del concreto experimental (patrón 12.5%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 30.** Módulo de rotura del concreto experimental (patrón 15%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

En las figuras 28, 29 y 30 se muestran los módulos de rotura del diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto experimental elaborado con ceniza de cáscara de granadilla, evaluado a los 7, 14 y 28 días. Estos resultados permiten compararlo con el concreto natural.

#### ***Resistencia a tracción (NTP 339.084, 2017)***

A continuación, se presentan las figuras con los resultados de la resistencia a tracción del concreto natural y los concretos experimentales elaborados con ceniza de cáscara de granadilla, con diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Procedimiento**

- Colocación del cilindro: El espécimen se coloca horizontalmente entre las placas de carga de la máquina de ensayo, de manera que la carga se aplique a lo largo de su diámetro.
- Placas de carga: Utilizar placas acolchadas o material de contacto que garantice una distribución uniforme de la carga en el espécimen.
- Iniciar la aplicación de carga a una velocidad constante y gradual según lo indicado en la norma.

- Continuar aumentando la carga hasta que el espécimen falle por fractura, lo que indica que ha alcanzado su resistencia máxima a la tracción.

### Cálculos

La resistencia a la tracción indirecta del concreto ( $T_s$ ) se calcula con la fórmula:

$$T_s = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot D}$$

Donde:

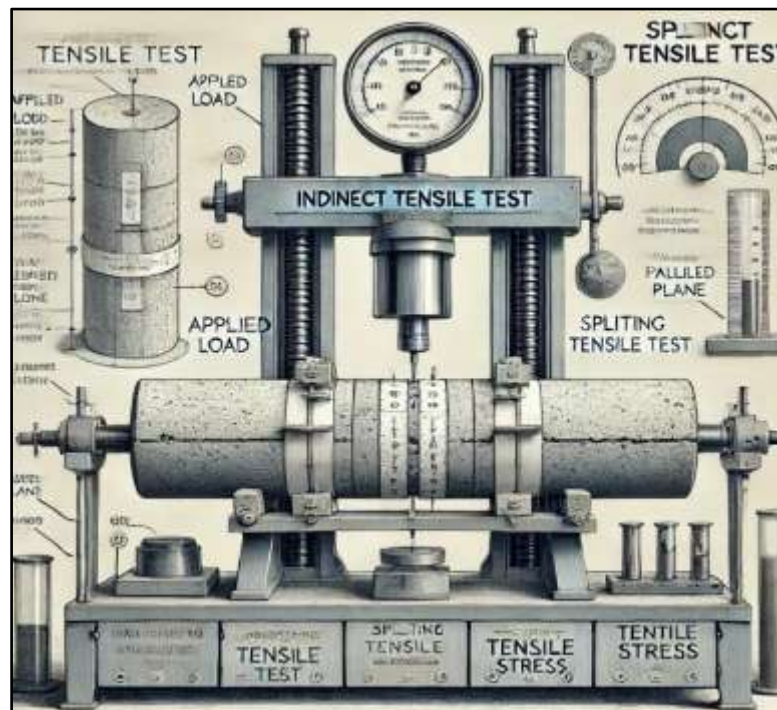
P: Carga máxima registrada (en Newtons o libras).

L: Longitud del espécimen (en metros o pulgadas).

D: Diámetro del espécimen (en metros o pulgadas).

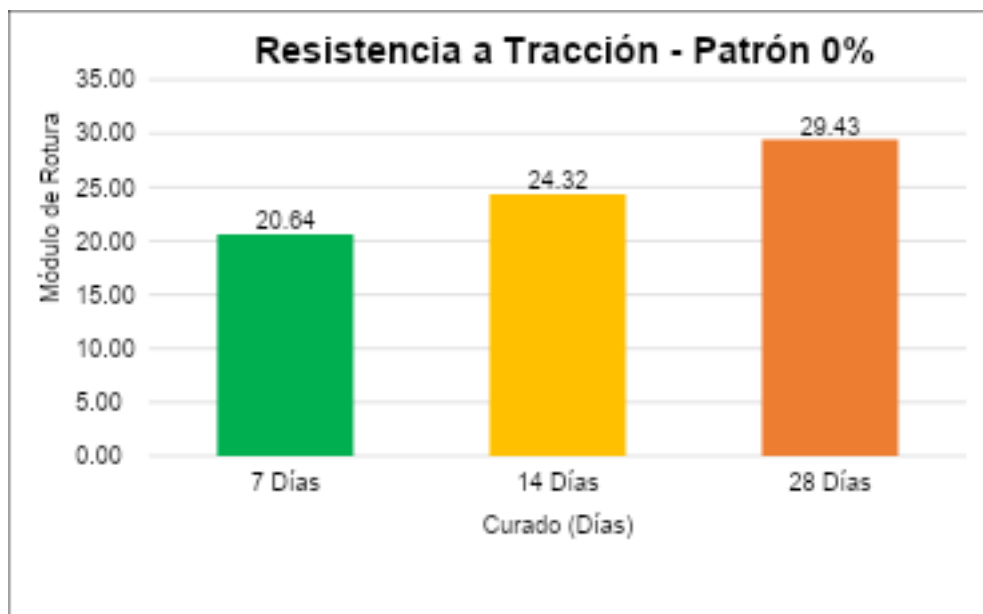
$\pi$ : Constante matemática, aproximadamente 3.1416.

**Figura 31.** Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a tracción



**Fuente:** Elaboración Propia.

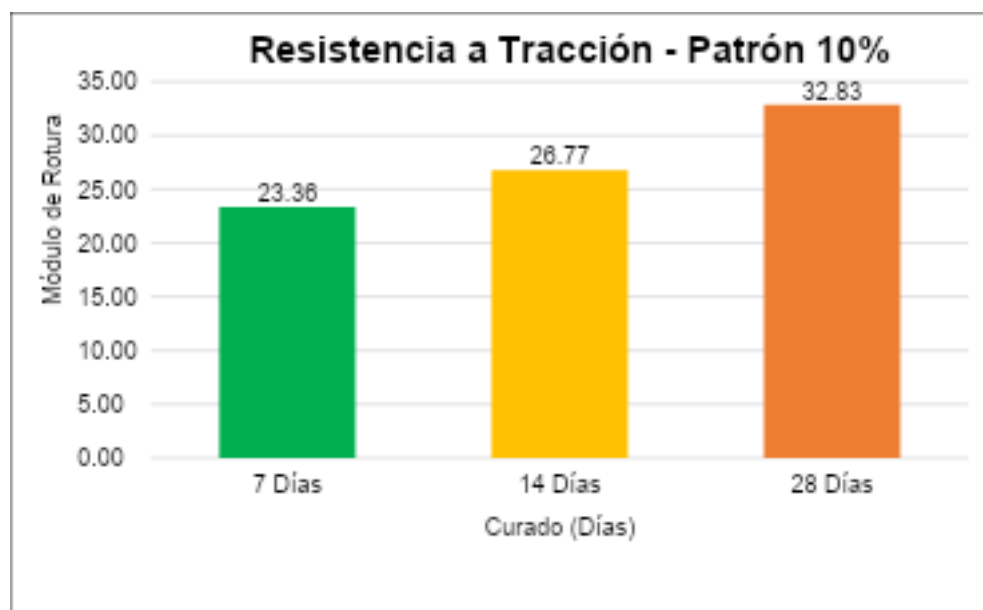
**Figura 32.** Resistencia a la tracción del concreto convencional (patrón 0%)



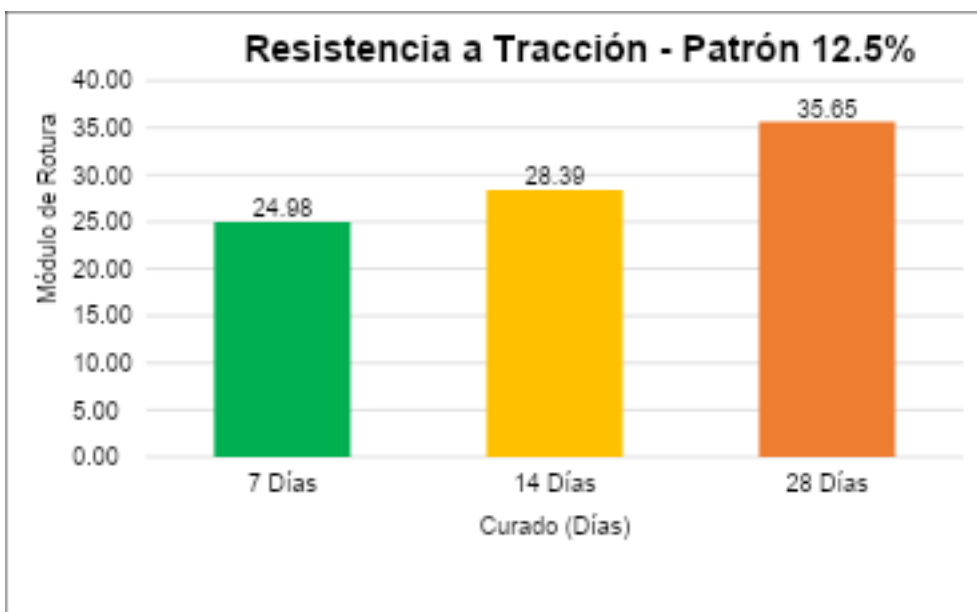
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 32 se muestra la resistencia a la tracción del concreto natural con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Las pruebas se realizaron se realizaron a los 7, 14 y 28 días, lo que nos proporciona datos necesarios para compararlo con el concreto experimental producido con la ceniza de cáscara de granadilla.

**Figura 33.** Resistencia a la tracción del concreto experimental (patrón 10%)

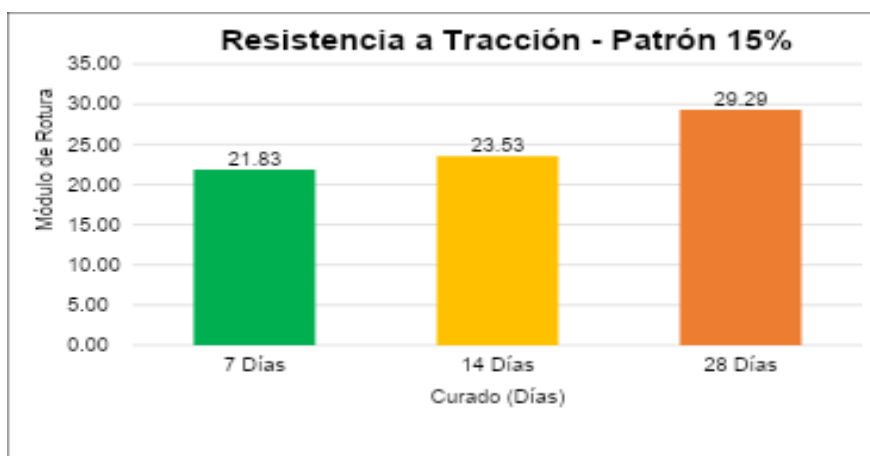


**Figura 34.** Resistencia a la tracción del concreto experimental (patrón 12.5%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 35.** Resistencia a la tracción del concreto experimental (patrón 15%)



**Fuente:** Elaboración Propia.

En las figuras 33, 34 y 35 se presentan las resistencias a tracción del concreto diseñado a 210 kg/cm<sup>2</sup> y elaborado con ceniza de cáscara de granadilla. Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14 y 28 días, proporcionando datos que permiten compararlo con el concreto natural.

### **Parámetros que determinan la durabilidad del concreto**

#### ***Índice de absorción de agua (%) en concreto endurecido (ASTM C642)***

El ensayo de absorción de agua en concreto endurecido se realizó conforme a

la norma ASTM C642, con el objetivo de evaluar la durabilidad del concreto mediante la determinación de su capacidad de absorción. Este parámetro permite analizar indirectamente la porosidad y permeabilidad del material, las cuales influyen en su resistencia frente a la penetración de agentes agresivos.

### Procedimiento

- Las probetas fueron sometidas a secado en horno hasta alcanzar masa constante.
- Posteriormente, fueron sumergidas en agua para su saturación.
- Se registraron las masas en estado seco y saturado.
- Con estos valores se determinó el porcentaje de absorción de agua.

### Cálculos

Se calcula con la fórmula:

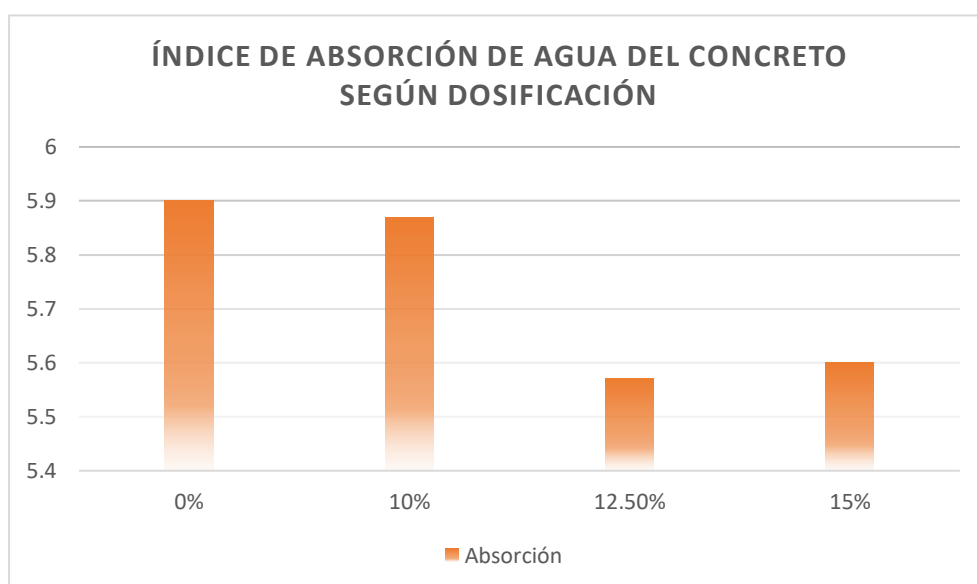
$$\text{Absorción (\%)} = \frac{MSSS - MMSH}{MMSH} \times 100$$

Donde:

MMSH: Masa de la Muestra Natural Masa de la Muestra Seca al Horno.

MSSS: Masa de la Muestra Superficialmente Seco

**Figura 36.** Promedios Índice de absorción de agua del concreto según dosificación



**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 35 se observa que el índice de absorción de agua presenta variaciones en función de la dosificación de ceniza de cáscara de granadilla. El concreto patrón (0%) presenta un valor promedio de 5.89%, mientras que la dosificación de 10% muestra un valor ligeramente menor de 5.87%. Por su parte, la dosificación de 12.5% presenta el valor más bajo de absorción con 5.57%, seguida por la dosificación de 15% con 5.60%.

Estos resultados evidencian que la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla contribuye a reducir la absorción de agua en determinadas proporciones, lo que sugiere una disminución en la porosidad del concreto y una mejora en su durabilidad.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

##### **Aplicación de la Prueba de Normalidad**

##### ***Prueba de Normalidad para la Resistencia del concreto***

Para realizar la prueba de normalidad para la hipótesis específica 1 se trabajó con el programa IBM SPSS Statistics 27, empleando como datos las variables dependientes correspondientes a la resistencia a la compresión, tracción y módulo de rotura (resistencia a la flexión), obtenidas a los 28 días de curado del concreto, conforme a los ensayos realizados.

**Tabla 16. Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión, Tracción y Flexión.**

<b>Prueba de Normalidad</b>							
<b>Patrones</b>	<b>Kolmogorov - Smirnov</b>			<b>Shapiro - Wilk</b>			
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	
<b>Compresión</b>	Patrón 0%	0.175	3	.	1.000	3	<b>1.000</b>
	Patrón 10%	0.175	3	.	1.000	3	<b>1.000</b>
	Patrón 12.5%	0.175	3	.	1.000	3	<b>1.000</b>
	Patrón 15%	0.175	3	.	1.000	3	<b>1.000</b>
	Patrón 0%	0.219	3	.	0.987	3	<b>0.780</b>
<b>Tracción</b>	Patrón 10%	0.212	3	.	0.990	3	<b>0.812</b>
	Patrón 12.5%	0.216	3	.	0.988	3	<b>0.794</b>
	Patrón 15%	0.288	3	.	0.928	3	<b>0.482</b>
	Patrón 0%	0.189	3	.	0.998	3	<b>0.906</b>
<b>Flexión</b>	Patrón 10%	0.208	3	.	0.992	3	<b>0.826</b>
	Patrón 12.5%	0.264	3	.	0.955	3	<b>0.590</b>
	Patrón 15%	0.204	3	.	0.993	3	<b>0.843</b>
	Patrón 0%	0.189	3	.	0.998	3	<b>0.906</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Dado que los p – valores sig de los valores del concreto natural y los concretos experimentales (cenizas de cáscara de granadilla) son mayores que  $\geq 0.05$ , aceptamos la hipótesis nula. Esto quiere decir que las variables a estas resistencias tienen grupos de distribución normal.

***Prueba de Normalidad para la Durabilidad (Índice de Absorción de agua)***

Para realizar la prueba de normalidad en cuanto a la hipótesis específica 2, se trabajó con el programa Jamovi, empleando como datos la variable dependiente correspondiente al Índice de Absorción de Agua en concreto endurecido, conforme a los ensayos realizados.

**Tabla 17.** Prueba de Normalidad para el Índice de Absorción de Agua

	<b>Dosificación</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>N</b>	<b>0.000</b>	5
	<b>0.100</b>	5
	<b>0.125</b>	5
	<b>0.150</b>	5
<b>W de Shapiro-Wilk</b>	<b>0.000</b>	0.871
	<b>0.100</b>	0.902
	<b>0.125</b>	0.894
	<b>0.150</b>	0.871
<b>Valor p de Shapiro-Wilk</b>	<b>0.000</b>	0.269
	<b>0.100</b>	0.421
	<b>0.125</b>	0.377
	<b>0.150</b>	0.272

**Fuente:** Elaboración Propia, The jamovi project 2024.

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los datos de absorción de agua en las diferentes dosificaciones. Los resultados obtenidos muestran valores de significancia mayores a 0.05 para todos los grupos evaluados ( $p > 0.05$ ), lo que indica que los datos siguen una distribución normal. En consecuencia, se justifica la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA).

## Prueba de ANOVA

Se realiza la comprobación con la prueba de Levene, y se realiza el criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas respecto a la hipótesis específica 1 y 2.

Si p-valor de la prueba  $< \alpha=0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha=0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

### *Prueba de ANOVA para cada Resistencia*

*Tabla 18. Prueba de ANOVA para cada Resistencia*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	343.230	3	114.410	344.090	< .001
	Dentro de grupos	2.660	8	0.332		
	Total	345.890	11			
Tracción	Entre grupos	83.351	3	27.784	578.726	< .001
	Dentro de grupos	0.384	8	0.048		
	Total	83.735	11			
Flexión	Entre grupos	95.998	3	31.999	330.573	< .001
	Dentro de grupos	0.774	8	0.097		
	Total	96.773	11			

**Fuente:** Elaboración Propia.

Dado que  $< 0.001$  es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador con un nivel de significación del 95% respecto a la hipótesis

especifica 1. Esto indica que, al aumentar cenizas de cáscara de granadillas en el diseño de mezcla, la resistencia de compresión, tracción y flexión del concreto aumenta significativamente con respecto al concreto natural.

**Tabla 19. Prueba Post Hoc - Comparación múltiples**

		Comparaciones múltiples						
Variable dependiente	(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
Compresión	HSD Tukey	Patron 0%	Patron 10%	-6,50000*	,47081	<.001	-8,0077	-4,9923
			Patron 12.5%	-13,60000*	,47081	<.001	-15,1077	-12,0923
			Patron 15%	-12,10000*	,47081	<.001	-13,6077	-10,5923
		Patron 10%	Patron 0%	6,50000*	,47081	<.001	4,9923	8,0077
			Patron 12.5%	-7,10000*	,47081	<.001	-8,6077	-5,5923
			Patron 15%	-5,60000*	,47081	<.001	-7,1077	-4,0923
		Patron 12.5%	Patron 0%	13,60000*	,47081	<.001	12,0923	15,1077
			Patron 10%	7,10000*	,47081	<.001	5,5923	8,6077
			Patron 15%	1,50000	,47081	,051	-,0077	3,0077
		Patron 15%	Patron 0%	12,10000*	,47081	<.001	10,5923	13,6077
			Patron 10%	5,60000*	,47081	<.001	4,0923	7,1077
			Patron 12.5%	-1,50000	,47081	,051	-3,0077	,0077
Tracción	HSD Tukey	Patron 0%	Patron 10%	-3,40000*	,17890	<.001	-3,9729	-2,8271
			Patron 12.5%	-6,22000*	,17890	<.001	-6,7929	-5,6471
			Patron 15%	,13667	,17890	,868	-,4362	,7096
		Patron 10%	Patron 0%	3,40000*	,17890	<.001	2,8271	3,9729
			Patron 12.5%	-2,82000*	,17890	<.001	-3,3929	-2,2471
			Patron 15%	3,53667*	,17890	<.001	2,9638	4,1096
		Patron 12.5%	Patron 0%	6,22000*	,17890	<.001	5,6471	6,7929
			Patron 10%	2,82000*	,17890	<.001	2,2471	3,3929
			Patron 15%	6,35667*	,17890	<.001	5,7838	6,9296
		Patron 15%	Patron 0%	-,13667	,17890	,868	-,7096	,4362
			Patron 10%	-3,53667*	,17890	<.001	-4,1096	-2,9638
			Patron 12.5%	-6,35667*	,17890	<.001	-6,9296	-5,7838
Flexión	HSD Tukey	Patron 0%	Patron 10%	,19667	,25403	,864	-,6168	1,0102
			Patron 12.5%	-5,44000*	,25403	<.001	-6,2535	-4,6265
			Patron 15%	2,17333*	,25403	<.001	1,3598	2,9868
		Patron 10%	Patron 0%	-,19667	,25403	,864	-1,0102	,6168
			Patron 12.5%	-5,63667*	,25403	<.001	-6,4502	-4,8232
			Patron 15%	1,97667*	,25403	<.001	1,1632	2,7902
		Patron 12.5%	Patron 0%	5,44000*	,25403	<.001	4,6265	6,2535
			Patron 10%	5,63667*	,25403	<.001	4,8232	6,4502
			Patron 15%	7,61333*	,25403	<.001	6,7998	8,4268
		Patron 15%	Patron 0%	-2,17333*	,25403	<.001	-2,9868	-1,3598
			Patron 10%	-1,97667*	,25403	<.001	-2,7902	-1,1632
			Patron 12.5%	-7,61333*	,25403	<.001	-8,4268	-6,7998

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

**Fuente:** Elaboración Propia.

Los resultados de la prueba de comparaciones múltiples HSD de Tukey de la tabla 19 evidencian que la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla genera diferencias estadísticamente significativas en las propiedades mecánicas del concreto, dependiendo del porcentaje de dosificación aplicado.

En la variable resistencia a la compresión, se observa que los tratamientos con 10 %, 12,5 % y 15 % de ceniza presentan diferencias significativas respecto al patrón sin adición (0 %), con valores de significancia  $p < 0,05$ , lo que confirma que la incorporación de la ceniza influye directamente en esta propiedad. Asimismo, el tratamiento con 12,5 % de ceniza muestra diferencias significativas frente a los demás porcentajes, evidenciando un mejor desempeño mecánico. En contraste, la comparación entre los tratamientos de 12,5 % y 15 % no presenta diferencia significativa ( $p = 0,051$ ), lo que indica que ambos porcentajes generan comportamientos similares en términos de resistencia a la compresión.

Para la resistencia a la tracción, los resultados indican que los tratamientos con 10 % y 12,5 % de ceniza presentan diferencias estadísticamente significativas frente al patrón 0 % ( $p < 0,05$ ), evidenciando una mejora sustancial de esta propiedad. Sin embargo, la comparación entre el patrón 0 % y el tratamiento 15 % no muestra diferencia significativa ( $p = 0,868$ ), lo que sugiere que un mayor contenido de ceniza no necesariamente genera mejoras adicionales en la resistencia a la tracción. El tratamiento con 12,5 % vuelve a destacar como el porcentaje con mejor comportamiento frente a los demás niveles evaluados.

En la resistencia a la flexión, se identifican diferencias estadísticamente significativas entre el patrón 0 % y los tratamientos con 12,5 % y 15 % de ceniza ( $p < 0,05$ ), mientras que el tratamiento con 10 % no presenta diferencias significativas respecto al concreto patrón ( $p = 0,864$ ). Asimismo, el tratamiento con 12,5 % de ceniza

presenta diferencias significativas frente a todos los demás porcentajes, lo que evidencia su efecto positivo en el módulo de rotura del concreto.

De manera global, los resultados de la prueba HSD de Tukey confirman la existencia de un porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de granadilla, identificado en torno al 12,5 %, el cual maximiza el desempeño mecánico del concreto en términos de compresión, tracción y flexión. Estos resultados respaldan la hipótesis específica 3 de investigación y demuestran que incrementos mayores en el contenido de ceniza no necesariamente generan mejoras adicionales, pudiendo incluso estabilizar o reducir el desempeño mecánico del material.

### ***Prueba de ANOVA para la Durabilidad***

**Tabla 20.** Prueba de ANOVA para el Índice de Absorción de Agua

	<b>F</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>p</b>
<b>Absorción (%)</b>	258	3	16	<.001

**Fuente:** Elaboración Propia, The jamovi project 2024.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor para determinar si existen diferencias significativas entre las diferentes dosificaciones evaluadas.

Los resultados evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $F = 258$ ;  $p < 0.001$ ), Dado que  $p$ , es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador con un nivel de significación del 95% respecto a la hipótesis específica 2, lo que indica que la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla influye en el índice de absorción de agua del concreto.

**Tabla. 21.** Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

	<b>F</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>p</b>
<b>Absorción (%)</b>	0.667	3	16	0.585

**Fuente:** Elaboración Propia, The jamovi project 2024.

Se aplicó la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas, obteniéndose un valor de significancia de  $p = 0.585$  ( $> 0.05$ ), lo cual indica que se

cumple este supuesto, validando el uso del ANOVA paramétrico.

**Tabla 22. Prueba Tukey Post-Hoc Test – Absorción (%)**

		0	0.1	0.125	0.15
0	Diferencia de medias valor p	—	0.02	0.322	0.292
		—	0.565	<.001	<.001
0.1	Diferencia de medias valor p		—	0.302	0.272
			—	<.001	<.001
0.125	Diferencia de medias valor p			—	-0.03
				—	0.237
0.15	Diferencia de medias valor p				—
					—

**Fuente:** Elaboración Propia, The jamovi project 2024.

La prueba Post Hoc de Tukey permitió identificar las diferencias específicas entre las dosificaciones evaluadas.

Los resultados muestran que las dosificaciones de 12.5% y 15% presentan diferencias estadísticamente significativas respecto al concreto patrón (0%) y la dosificación del 10% ( $p < 0.001$ ), evidenciando menores valores de absorción.

Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre las dosificaciones de 12.5% y 15% ( $p = 0.237$ ), indicando un comportamiento estadísticamente similar entre ambas.

De manera global, los resultados de la prueba de Tukey confirman la existencia de un porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de granadilla, identificado en torno al 12,5 %, el cual maximiza el desempeño mecánico del concreto en términos de durabilidad. Estos resultados respaldan la hipótesis específica 3 de investigación.

#### 4.4. Discusión de resultados

Una vez obtenidos los resultados mencionados, se generaron tablas y gráficos que detallan las pruebas de laboratorio realizadas. Estas incluyen el análisis de materiales como agregados gruesos, finos, concreto y ceniza de cáscara de granadilla, a través de ensayos granulométricos y evaluaciones de sus propiedades físicas. En el

caso del concreto fresco, se llevaron a cabo pruebas de asentamiento, exudación, peso unitario, lo que permitió recopilar información clave sobre su comportamiento. Asimismo, se realizaron ensayos en concreto endurecido como el ensayo de índice de absorción de agua, incluyendo pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión, en diferentes etapas de curado: 7, 14 y 28 días. Estas evaluaciones se aplicaron tanto al concreto convencional como al modificado con ceniza de cáscara de granadilla, proporcionando datos significativos sobre el desempeño y las propiedades de estas mezclas mejoradas.

Por lo tanto, se puede ampliar la discusión para analizar y confirmar la hipótesis planteada en esta investigación, apoyándose en la evaluación de estudios previos.

- Según (**Matias Aliaga & Rixe Soto, 2022**) al incorporar ceniza de ichu y ceniza de carbón en proporciones del 5%, 7.5% y 10% en concreto con una resistencia de  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvieron valores de asentamiento (Slump) de 3", 3.25" y 3.75", respectivamente. Estos resultados se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C-33, que especifica un asentamiento de 3-4". De igual manera, el presente estudio muestra que, al adicionar ceniza de cáscara de granadilla, el Slump es de 3.70" con un 10% de ceniza, 3.50" con un 12.5%, 3.30" con un 15%. Estos valores cumplen con los parámetros estipulados por la norma ASTM C-33. Los resultados obtenidos por Matias y Rixe cumplen con los requisitos de trabajabilidad establecidos en la norma ASTM C-33. En cambio, en la presente investigación, el porcentaje de ceniza que más se aproxima a los rangos especificados corresponde a la adición del 10%.

En esta investigación, el peso unitario del concreto patrón fue de 2301.70  $\text{kg/m}^3$ . Al adicionar ceniza de cáscara de granadilla, se observó un incremento progresivo: con 10% se alcanzaron 2332.90  $\text{kg/m}^3$  (1.36% más que el patrón), con

12.5% se obtuvo 2339.80 kg/m<sup>3</sup> (1.66% más), y con 15% llegó a 2348.30 kg/m<sup>3</sup> (2.02% más). En contraste, Matias y Rixe (2022) encontraron variaciones mínimas al adicionar ceniza de ichu y carbón: el peso unitario aumentó ligeramente de 2305.71 kg/m<sup>3</sup> (patrón) a 2306.5 kg/m<sup>3</sup> con un 10% de adición. Mientras que en su estudio los incrementos fueron marginales, en la presente investigación el peso unitario superó los 2300 kg/m<sup>3</sup> establecidos como estándar para concreto normal según la norma E.060.

- En el presente estudio, se determinó que al incorporar un 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla, la resistencia a la compresión del concreto experimentó un notable incremento después de 28 días de curado. Sin aditivos, el concreto tenía una resistencia de 230.40 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición del 12.5% de ceniza alcanzó los 244.00 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un aumento del 5.9% en comparación con el concreto estándar, superando la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste con los hallazgos de **(Huaquisto Cáceres & Belizario Quispe, 2018)**, quienes evaluaron concreto modificado con ceniza volante en proporciones del 2.5%, 5%, 10% y 15%, empleando el método ACI y cemento tipo IP puzolánico. En su investigación, la dosificación óptima fue del 5%.

A los 7 días de curado, el concreto patrón mostró una resistencia de 146 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con el 2.5% y 5% de ceniza volante alcanzó 147 y 150 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, con incrementos mínimos. A los 14 días, el patrón registró 178 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando ligeramente a 180 kg/cm<sup>2</sup> con el 2.5% y a 185 kg/cm<sup>2</sup> con el 5%. Finalmente, tras 28 días, el concreto patrón obtuvo 218 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con el 2.5% y 5% de ceniza volante logró resistencias de 223 y 231 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, con un aumento del 7% al emplear el 5% de ceniza volante. Estos resultados respaldan que el uso del 5% de ceniza es óptimo para mejorar la

resistencia del concreto.

- En esta investigación se evaluó la resistencia a la tracción del concreto con la adición de ceniza de cáscara de granadilla en proporciones de 0%, 10%, 12.5%, y 15%, realizando pruebas a los 7, 14 y 28 días de curado. Se determinó que la dosificación óptima es del 12.5%, alcanzando a los 7 días una resistencia de 24.98 kg/cm<sup>2</sup>, un 21.03% más que el concreto patrón, cuya resistencia fue de 20.64 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la resistencia aumentó a 28.39 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 28 días llegó a 35.65 kg/cm<sup>2</sup>.

Por su parte, **(Huamánahui Ubalde & Ticona Mamani, 2023)** estudiaron la adición de ceniza de hoja de mora en proporciones de 2%, 3% y 5%, identificando que la dosificación del 5% era la más adecuada. A los 7 días, la resistencia alcanzó 13 kg/cm<sup>2</sup>, un 30% más que el concreto patrón con 10 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la resistencia subió a 15.6 kg/cm<sup>2</sup> (30% superior al patrón de 12.2 kg/cm<sup>2</sup>), y a los 28 días fue de 19 kg/cm<sup>2</sup>, un 30% mayor que los 15.3 kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón.

En contraste, **(Huaquisto Cáceres & Belizario Quispe, 2018)** añadieron ceniza volante en proporciones de 2.5%, 5%, 10% y 15%, concluyendo que el 5% era la dosificación más eficiente. Sus pruebas de tracción mostraron resistencias de 148.94 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 175.44 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 204.69 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, logrando mejoras del 20%. Sin embargo, en el presente estudio, los incrementos en resistencia fueron más modestos, pese a utilizar casi la misma proporción de aditivo.

- En el estudio realizado por **(Lozano Lozano, 2017)**, se investigó la modificación del concreto mediante el uso de ceniza volante activada alcalinamente como sustituto del cemento portland. Las pruebas de resistencia a la flexión arrojaron valores de 5.6, 7.8 y 7.4 MPa a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, lo

que significó un aumento del 20% en comparación con el concreto convencional. Por otro lado, (**Coronel Camino et al., 2021**), analizaron el efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto, empleándola como reemplazo parcial del cemento en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%. Identificaron que la resistencia máxima a la flexión a los 7 días se alcanzó con un 15% de dosificación, mientras que a los 28 días el mejor desempeño se obtuvo con un 10%.

En esta investigación, la adición de un 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla demostró mejorar las propiedades mecánicas del concreto. A los 28 días de curado, la resistencia a la flexión alcanzó los 40.09 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representó un incremento del 15.7% en comparación con el concreto estándar, cuya resistencia fue de 34.65 kg/cm<sup>2</sup>.

- En la presente investigación se evaluó la durabilidad del concreto mediante el índice de absorción de agua, incorporando ceniza de cáscara de granadilla en proporciones de 0%, 10%, 12.5% y 15%. Los resultados evidenciaron que la dosificación óptima es del 12.5%, al presentar el menor valor de absorción con 5.57%, lo que representa una reducción respecto al concreto patrón (0%), cuyo valor fue de 5.89%. Asimismo, la dosificación del 15% alcanzó un valor de 5.60%, mientras que el 10% registró 5.87%, mostrando una ligera mejora respecto al patrón. Estos resultados indican que la incorporación de ceniza contribuye a la densificación de la matriz del concreto, reduciendo su porosidad y mejorando su comportamiento frente a la penetración de agua.

Por su parte, diversos estudios han demostrado que la incorporación de materiales puzolánicos influye en la reducción de la absorción de agua del concreto.

Investigaciones como la de (**Vargas Cuadrado & Sebastián Vicente, 2023**)

evidencian que la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (CCA) en proporciones de 9%, 15% y 20% mejora significativamente la durabilidad del concreto, logrando reducciones considerables en la permeabilidad y porosidad, lo que favorece la protección del acero de refuerzo frente a procesos de corrosión. Estos resultados guardan relación con lo obtenido en la presente investigación, donde también se evidencia una disminución en la absorción de agua, aunque en menor magnitud, lo cual puede atribuirse a diferencias en la naturaleza del material empleado, su finura y grado de reactividad.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla como sustituto parcial del cemento permite optimizar el desempeño del concreto con resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , evidenciándose mejoras tanto en sus propiedades mecánicas como en su durabilidad. En términos de resistencia, la dosificación del 12.5% presentó el mejor comportamiento en compresión, tracción y flexión, cumpliendo con las normativas técnicas correspondientes. Asimismo, en cuanto a la durabilidad, evaluada indirectamente mediante el índice de absorción de agua, se observaron valores de 5.90%, 5.87%, 5.57% y 5.60% para las dosificaciones de 0%, 10%, 12.5% y 15%, respectivamente, lo que evidencia una reducción en la porosidad del material y una mejora en su capacidad para resistir la penetración de agentes externos. En consecuencia, se concluye que la dosificación del 12.5% constituye la proporción óptima, permitiendo mejorar y optimizar el comportamiento del concreto bajo las condiciones de la región de Pasco.
- Se observó que la resistencia a tracción del concreto presentó variaciones dependiendo de las diferentes proporciones de ceniza de cáscara de granadilla evaluadas a los 28 días. La dosificación del 12.5% ofreció el mejor desempeño, cumpliendo con los estándares establecidos en las normativas aplicadas al proyecto. En cuanto a la resistencia a la compresión, esta alcanzó un valor de  $244.00 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado, conforme a la norma ASTM C39 y en concordancia con las especificaciones de la norma E.060 para un diseño con resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se identificó que la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción varió según las diferentes proporciones de ceniza de cáscara de granadilla evaluadas a los 28 días. La dosificación del 12.5% mostró el mejor desempeño, alcanzando una resistencia a la tracción de  $35.65 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo con las especificaciones de la norma ASTM C496 y la norma E.060 para un diseño con resistencia característica de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Se evaluó la durabilidad del concreto de manera indirecta mediante el índice de absorción de agua, obteniéndose valores promedio de 5.90%, 5.87%, 5.57% y 5.60% para las dosificaciones de 0%, 10%, 12.5% y 15%, respectivamente. Los resultados evidencian que la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla reduce la absorción de agua en determinadas proporciones, siendo la dosificación del 12.5% la que presenta el menor valor, lo que indica una menor porosidad y una mejora en la capacidad del concreto para resistir la penetración de agentes externos. Asimismo, el análisis estadístico mediante ANOVA ( $p < 0.001$ ) confirmó que existen diferencias significativas entre las dosificaciones evaluadas, validando la influencia de la ceniza en la durabilidad del concreto.
- Se determinó que existe una proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto que permite mejorar su desempeño integral. Los resultados evidencian que la dosificación del 12.5% presenta el mejor comportamiento global, al alcanzar valores superiores en resistencia a la compresión, tracción y flexión a los 28 días de curado, cumpliendo con las normativas técnicas aplicables, así como el menor índice de absorción de agua (5.57%), evidenciando una mejora simultánea en las propiedades mecánicas y en la durabilidad del material, lo que indica una menor porosidad y una mejor resistencia frente a la penetración de agentes externos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear una dosificación del 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla en el concreto, ya que este porcentaje optimiza el desempeño del concreto según los lineamientos de la norma E.060, permitiendo obtener una mezcla adecuada para diversas aplicaciones estructurales.
- Incorporar un 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto es aconsejable, dado que este nivel mejora significativamente la resistencia a la compresión, alcanzando 244.00 kg/cm<sup>2</sup>. Una reducción en esta proporción puede disminuir la resistencia, aumentando el riesgo de fallas por corte indirecto.
- Para incrementar la resistencia a la tracción del concreto, se sugiere utilizar un 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla, ya que esta dosificación logra un valor de 35.65 kg/cm<sup>2</sup>. Disminuir la cantidad puede comprometer la resistencia, ocasionando fallas estructurales por corte indirecto.
- La adición de un 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla en la formulación del concreto es ideal para mejorar la resistencia a la flexión, alcanzando 40.09 kg/cm<sup>2</sup>. Reducciones en la dosificación pueden afectar negativamente los resultados, propiciando fallas por corte indirecto.
- Se recomienda mantener una dosificación del 12.5% de ceniza de cáscara de granadilla en el concreto, ya que esta proporción ofrece los mejores resultados en las pruebas realizadas. Reducir la cantidad utilizada tiende a afectar desfavorablemente las propiedades mecánicas y físicas del material.
- Se recomienda ampliar la investigación incorporando otros ensayos de durabilidad, tales como permeabilidad, penetración de cloruros o ataque por sulfatos, a fin de evaluar de manera integral el comportamiento del concreto elaborado con ceniza de cáscara de granadilla frente a distintos agentes agresivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 360 EN CONCRETO. (s. f.). IMPORTANCIA DE LAS CENIZAS VOLANTES EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO. Recuperado 19 de noviembre de 2024, de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/importancia-de-las-cenizas-volantes-en-la-produccion-de-concreto/>
- 360 EN CONCRETO. (2021). HIDRATACIÓN DEL CONCRETO: AGUA DE CURADO Y AGUA DE MEZCLADO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/hidratacion-del-concreto-agua-de-curado-y-agua-de-mezclado/>
- 360 en Concreto. (2021). ¿QUÉ ES EL CONCRETO? <https://360enconcreto.com/blog/detalle/que-es-el-concreto/>
- Aceros Arequipa. (2023). La resistencia mecánica del concreto | Construyendo Seguro. <https://www.construyendoseguro.com/la-resistencia-mecanica-del-concreto/>
- Acuña Reymundo, J. P., & Garcia Canma, J. A. (2023). Influencia de la adición de cenizas de cáscaras de naranja en las propiedades mecánicas y físicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Ventanilla—2023. [Diseño sísmico y estructural].
- Arias Hernandez, A. L., & Bedoya Vela, J. A. (2022). Uso de ceniza de la semilla de aguacate como aditivo de origen orgánico en mezclas de concreto. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Asocem. (2018). Investigación: Elevar el uso de las cenizas volantes en el cemento. <https://www.asocem.org.pe/noticias-internacionales/investigacion-realizada-para-aumentar-las-cenizas-volantes-en-el-cemento>
- ASTM C 31. (2008). Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra. USA.
- ASTM C143/C143M. (2020). Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?C143C143M>
- ASTM C150. (2012). Especificación Normalizada para Cemento Portland. USA.
- Blog Tecnología del Concreto. (2016). TECNOLOGIA DEL CONCRETO: Semana 4: «Los Agregados». <https://tecnologia-concreto.blogspot.com/2016/05/semana-4-los-agregados.html>
- Calderon Alvaro, J. M., & Fernandez Seminario, M. A. (2024). Evaluación de la mezcla de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando ceniza de coco (cocos nucífera) como reemplazo parcial de la arena. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

- Carpio, F. (s. f.). Tecnología del concreto.
- Carrasco Díaz, S. (2008). Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación – Biblioteca. <https://fcctp.usmp.edu.pe/biblioteca/2023/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-pautas-metodologicas-para-disenar-y-elaborar-el-proyecto-de-investigacion/>
- Cemex Peru. (2019). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- Concretoinformatica. (2012). CONCRETO: Asentamiento y sangrado. <https://concretoinformatica.blogspot.com/2012/11/asentamiento-y-sangrado.html>
- Construneic.com. (2023). Segregacion del concreto. <https://construneic.com/concreto-armado/segregacion-del-concreto/>
- Coronel Camino, R. S., Muñoz Pérez, S. P., & Rodriguez Lafitte, E. D. (2021). Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, 8(2), 61-76.es.wikipedia.org. (2024). Passiflora ligularis -. [https://es.wikipedia.org/wiki/Passiflora\\_ligularis](https://es.wikipedia.org/wiki/Passiflora_ligularis)
- Farfán Córdova, M. G., & Pastor Simón, H. H. (2018). Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Revista de Investigación y Cultura de la Universidad César Vallejo. UCV HACER.
- Hernández Sampieri, R., Fernández - Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2021). Metodología de la Investigación (Cuarta Edición). McGraw-Hill Interamericana.
- Huamánahui Ubalde, M., & Ticona Mamani, R. I. (2023). Evaluación de la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para cimentaciones, adicionando ceniza de hoja de mora, Arequipa – 2022 [Diseño sísmico y estructural]. Universidad Cesar Vallejo.
- Huaquisto Cáceres, S., & Belizario Quispe, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 20(2), 255-234.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (1994). La resistencia a la tracción del concreto. Boletín Técnico ASOCEM No 059 difundido por ICG.
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. (s. f.). Componentes y propiedades del cemento | Características—IECA. Recuperado 14 de noviembre de 2024, de <https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/>
- Irribarren Valdivia, B., & León Hilario, H. M. (2019). Cohesividad del concreto.

- Janco Quispe, A., & Huaman Berrio, R. W. (2024). Influencia de la incorporación de cenizas de cáscara de mango en las propiedades físicas—Mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Paita 2022. Universidad Continental.
- Konstrutecnia.com. (s. f.). Relacion Agua—Cemento. Recuperado 14 de noviembre de 2024, de <https://www.facebook.com/konstrutecnia/photos/la-relaci%C3%B3n-agua-cemento-es-clave-en-el-dise%C3%B1o-de-mezclas-de-concreto-%EF%B8%8F-aseg%C3%BArat/809049784596566/>
- Larrea Valdivia, A. E. (2020). Caracterización de las variables óptimas para la obtención de carbón activado a partir del precursor Lignocelulósico Passiflora Ligularis para la adsorción de mercurio. Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales y Formales de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa - Perú.
- Lozano Lozano, J. N. (2017). Análisis de la resistencia a la compresión y flexión en morteros activados alcalinamente con ceniza volante sin la utilización de cemento portland. Universidad La Gran Colombia.
- MACTRAK. (2022). Homogeneidad del concreto. <https://mactrak.com.co/homogeneidad-del-concreto/>
- Matias Aliaga, J. K., & Rixe Soto, R. (2022). Comparación de sustitución de cenizas de Ichu y ceniza de carbón en las propiedades del concreto  $F'c = 210$  KG/CM<sup>2</sup> para edificaciones, Pasco 2022. [Diseño sísmico y estructural]. Universidad Cesar Vallejo.
- Mattey, P. E., Robayo, R. A., Díaz, J. E., Delvasto, S., & Monzó, J. (2015). Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Rev. LatinAm. Metal.Mat. De la Unversidad Simón Bolívar. Rev. LatinAm. Metal. Mat.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials (Tercera Edición). McGraw-Hill Interamericana.
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Opciones actuales para la valorización de los residuos de la industria alimentaria: Una revisión. ScienceDirect, 65, 28-41.
- NRMCA. (2017). CIP 16—Resistencia a flexión del concreto. National Ready Mixed Concrete Association.
- NTP. 334.005. (2011). Norma Técnica Peruana 334.005—2001, CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland. Lima - Perú.
- NTP 334.006. (2013). Norma Técnica Peruana 334.006. Lima - Perú.
- NTP. 339.033. (2015). CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. INACAL, 22.

- NTP 339.034. (2008). Norma Técnica Peruana 339.034. Lima - Perú.
- NTP 339.035. (2009a). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
- NTP 339.035. (2009b). Norma Técnica Peruana 339.035. Lima - Perú.
- NTP 339.046. (2008). Norma Técnica Peruana 339.046. Lima - Perú.
- NTP 339.078. (2012). Norma Técnica Peruana 339.078. Lima - Perú.
- NTP 339.084. (2017). Norma Técnica Peruana 339.084. Lima - Perú.
- NTP. 339.184. (2021). CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. INACAL, 13.
- NTP 339.185. (2021). Norma Técnica Peruana 339.185. Lima - Perú.
- NTP. 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. INACAL, 18.
- NTP. 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad («Peso Unitario») y los vacíos en los agregados. INACAL, 18.
- NTP 400.021. (2002). Norma Técnica Peruana 400.021. Lima - Perú.
- NTP 400.022. (2002). Norma Técnica Peruana 400.022. Lima - Perú.
- NTP. 400.037. (2018). AGREGADOS. Agregados para concreto. INACAL, 28.
- Perú info. (s. f.). Súper Granadilla: Descubre la maravillosa fruta de la Amazonía peruana. Recuperado 19 de noviembre de 2024, de <https://peru.info/es-pe/gastronomia/noticias/2/12/super-granadilla--descubre-la-maravillosa-fruta-de-la-amazonia-peruana>
- Pinterest. (s. f.). Componentes del Concreto. Pinterest. Recuperado 14 de noviembre de 2024, de <https://www.pinterest.com/pin/965459238841384844/>
- Polanco Madrazo, J. A., Diego Cavia, S., & Thomas García, C. (s. f.). Materiales de construcción. Lección 9b. Los cementos.
- Polo Honorio, J., & Risco Carranza, J. J. (2018). Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018. Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Posada Perú. (2022). ¿Qué son los agregados de construcción? Posada tus objetivos, nuestro desafíos. <https://posada.pe/que-son-los-agregados-de-construccion/>
- Quito-Solórzano, L. M., Macías-Salazar, K. E., & Guerra-Mera, J. C. (2022). Ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistividad y resistencia del hormigón. Revista Científica «INGENIAR», 5.

- Salas Fortón, E. J. (2018). Incremento de resistencia a la compresión del concreto obtenido a través de adición de ceniza de rastrojo de maíz. *Revista de Investigación de la Universidad Andina del Cusco. Yachay - Revista Científico Cultural*.
- Sánchez Santacruz, M. E. (2020). Diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes al concreto en la calle Huamachuco distrito Lambayeque 2020. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad César Vallejo. Lima - Perú.
- Tamanna, K., N. Raman, S., Jamil, M., & Hamid, R. (2023). Cenizas de fondo de carbón como material complementario para la construcción sostenible: Una revisión exhaustiva. *ScienceDirect*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823013922>
- Watt Watchers de Texas. (s. f.). 4 alternativas al concreto que necesita descubrir—Watt Watchers de Texas. Recuperado 14 de noviembre de 2024, de <https://www.watt-watchers.com/4-alternativas-al-concreto-que-necesita-descubrir/?lang=es>
- Rojas, S. E., & Flórez, J. A. (2019). Caracterización fisicoquímica de residuos vegetales para su valorización energética. *Revista Politécnica*, 15(28), 41–48.  
<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n28a4>

# **ANEXOS**

# INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



## CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/2024

### 1.0 DE LOS MATERIALES

#### 1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

#### 1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

#### 1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de GRAVA procedente de la cantera COCHAMARCA.

#### 1.4 Docificacion de mezcla de concreto:

Se utilizo el metodo ACL.

#### 1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

  
Luis Villar PREZUS CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76748

### NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

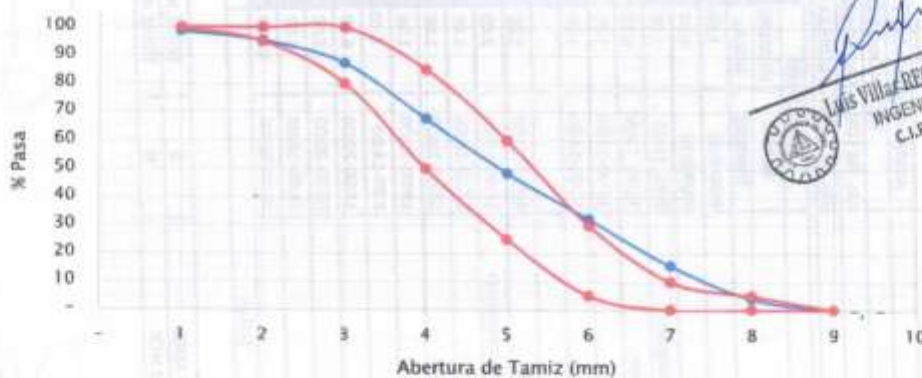
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTES : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
3/8"	9.500	6.20	1.24	1.24	98.76	100.00	100.00
N° 4	4.750	17.10	3.42	4.66	95.34	95.00	100.00
N° 8	2.360	40.10	8.02	12.68	87.32	80.00	100.00
N° 16	1.180	98.50	19.70	32.38	67.62	50.00	85.00
N° 30	0.600	95.60	19.12	51.50	48.50	25.00	60.00
N° 50	0.300	81.30	16.26	67.76	32.24	5.00	30.00
N° 100	0.150	82.40	16.48	84.24	15.76	-	10.00
N° 200	0.075	58.70	11.74	95.98	4.02	-	5.00
FONDO	-	20.10	4.02	100.00	-	-	-
		500.000	100.000				

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/8"  
MODULO DE FINURA: 2.54

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	232.10	210.10	207.20	216.47
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	1,732.10	1,710.10	1,707.20	1,716.47
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1,648.90	1,629.10	1,625.80	1,634.60
Peso muestra humeda	gr	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Peso muestra seca	gr	1,416.80	1,419.00	1,418.60	1,418.13
Peso de agua	gr	83.20	81.00	81.40	81.87
Contenido de humedad	%	5.87%	5.71%	5.74%	5.77%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

  
KLAUS VILLAR BECERRA CARRION  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

[rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

[undac.edu.pe](http://undac.edu.pe)



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .  
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	19.450	19.280	19.390	19.373
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.770	21.050	20.850	20.890
Peso del recipiente	kg	6.128	6.128	6.128	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.322	13.152	13.262	13.245
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.642	14.922	14.722	14.762
volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,480	1,461	1,474	1,472
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1,627	1,658	1,636	1,640

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

  
Luis Villar BOCAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76745

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado fino  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	488.10	488.90	487.20	488.07
Peso del pignometro lleno de agua	gr	694.10	694.10	694.10	694.10
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	996.20	997.80	995.90	996.63
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.47	2.49	2.46	2.47
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm <sup>3</sup>	2.47	2.49	2.46	2.47
Peso especifico masa seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.62	2.64	2.63	2.63
Absorcion	%	2.44%	2.27%	2.63%	2.45%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

  
Luis Villar Requena Carrion  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/2024

**1.0 DE LOS MATERIALES**

**1.1 Cemento:**

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

**1.2 Agregado Fino:**

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

**1.3 Agregado Grueso:**

Consistente en una muestra de GRAVA procedente de la cantera COCHAMARCA.

**1.4 Docificacion de mezcla de concreto:**

Se utilizo el metodo ACI.

**1.5 Agua:**

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

  
Luis Villar Requins Carbajal  
INGENIERO CIVIL  
C.L.P. N° 26748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
1 1/2"	37.500							
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00	
3/4"	19.000	95.23	4.8	4.8	95.2	90.00	100.00	
1/2"	12.500	917.3	45.9	50.6	49.4	20.00	55.00	
3/8"	9.500	796.5	39.8	90.5	9.6	-	15.00	
N° 4	4.750	96.5	4.8	95.3	4.7	-	5.00	
N° 8	2.360	55.1	2.8	98.0	2.0	-	-	
N° 16	1.180	29.2	1.5	99.5	0.5	-	-	
FONDO	-	10.2	0.5	100.0	-	-	-	
		2000.000	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"	
MODULO DE FINURA:							6.90	



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

*Luis Villar*  
Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76748



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	332.10	323.20	323.90	326.40
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,332.10	2,323.20	2,323.90	2,326.40
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,270.50	2,260.90	2,261.10	2,264.17
Peso muestra humeda	gr	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
Peso muestra seca	gr	1,938.40	1,937.70	1,937.20	1,937.77
Peso de agua	gr	61.60	62.30	62.80	62.23
Contenido de humedad	%	3.18%	3.22%	3.24%	3.21%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

  
Luis Villar REQUIES CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	27.140	27.460	26.950	27.183
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	29.950	30.050	29.840	29.947
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso de muestra en estado suelto	kg	18.785	19.105	18.595	18.828
Peso de muestra en estado compactado	kg	21.595	21.695	21.485	21.592
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,342	1,365	1,328	1,345
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1,543	1,550	1,535	1,542

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

  
Luis Villar Requiza Carbajal  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Agregado Grueso  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 01/04/24

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	1,682.520	1,681.240	1,682.400	1,682.053
Peso de la muestra SSS	gr	1,695.700	1,693.900	1,691.300	1,693.633
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,060.700	1,057.800	1,055.700	1,058.067
Peso especifico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.65	2.64	2.65	2.65
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm <sup>3</sup>	2.67	2.66	2.66	2.66
Peso especifico masa seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.71	2.70	2.68	2.70
Absorcion	%	0.78%	0.75%	0.53%	0.69%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

  
Luis Villar  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



DENSIDAD REAL  
NORMA DE ENSAYO NTP 334.005

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
MATERIAL : Ceniza de Cáscara de Granadilla  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 02/04/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO

DATOS	DESIGNACION	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	175.50
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	265.70
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	707.90
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	442.20
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	668.10
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	492.60
DA=M6/500 CM3	Densidad del agua	gr/cm3	0.99
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	50.40
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	90.20
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm3	51.16
DR=Msss/Vsss	Densidad real	gr/cm3	1.76

DATOS	DESIGNACION	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	23.05	24.27
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	52.40	54.10
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	29.35	29.83
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	40.10	42.80
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	17.05	18.53
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	0.72	0.61
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	0.67	

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

  
Luis Villar-REQUIS CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 76748

UNDAC

La calidad es nuestra compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



rectorado@undac.edu.pe



(063) 422197



undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
**METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** : 02/04/2024

**3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:**

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1472 Kg/m <sup>3</sup>	1345 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1640 Kg/m <sup>3</sup>	1542 Kg/m <sup>3</sup>
P. Especifico Masa Seca	2.63 gr/cm <sup>3</sup>	2.7 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	5.77 %	3.21 %
% de Absorción	2.45 %	0.69 %
Modulo de Fineza	2.54	6.90
Tamaño Máximo Nominal	3/8"	1/2"

**4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:**

4.1. Contenido total de aire:

0% (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:

216 L/m<sup>3</sup> (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)

4.3. Peso especifico del cemento:

3.15 gr/cm<sup>3</sup> (Propiedad fisica del cemento)

4.4.  $f'cr$ :

294 kg/cm<sup>2</sup> (Resistencia promedio requerida)

4.5. Relacion agua cemento:

0.56 (Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)

4.6. Factor cemento:

386.819 kg/m<sup>3</sup> = 9.1 bolsas/m<sup>3</sup>

4.7. Cantidad de agregado grueso:

0.54 m<sup>3</sup> (Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)

$f'cr = \text{Resist. Prom.}$	
$f'c$	$f'cr$
< 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 98$

*[Firma]*  
**Luis Villar Requies Carbajal**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**5. RESULTADOS:**

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m <sup>3</sup> )	P. SECOS AGREG. (kg/m <sup>3</sup> )	CORRECC. HUMEDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.123	386.819	386.819	1.00	9.102	1.00
A. FINO	0.353	927.864	981.402	2.54	22.257	2.45
A. GRUESO	0.308	832.68	859.409	2.22	21.86	2.40
AGUA (L/m <sup>3</sup> )	0.216	216	164.211	164.21	164.211	18.04 L/bolsa
AIRE	0					

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceros N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

SERVICIO TÉCNICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 02/04/2024

1. DATOS DE RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON	DISEÑO PARA 0.02 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PATRON	VOLUM.
CEMENTO	386.819 kg	7.74 kg	0.0077
A. FINO	981.402 kg	19.63 kg	0.0196
A. GRUESO	859.409 kg	17.19 kg	0.0172
AGUA (L/m <sup>3</sup> )	164.211 kg	3.28 kg	0.0033
AIRE	0 kg	0.00 kg	0.0000

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
CCA	%	10	12.5	15
---	---	---	---	---

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	CCA	kg	0.000	0.000	0.000
	---	kg	0.000	0.000	0.000
PATRON ( 10% )	CCA	kg	0.774	0.774	0.774
	---	kg	0.000	0.000	0.000
PATRON ( 12.5% )	CCA	kg	0.967	0.967	0.967
	---	kg	0.000	0.000	0.000
PATRON ( 15% )	CCA	kg	1.160	1.160	1.160
	---	kg	0.000	0.000	0.000

NOTAS:

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante

**UNDAC**  
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.  
(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe  
undac.edu.pe



Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76748



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**RESULTADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** : 02/04/2024

**1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON GENERAL**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.	CCA
CEMENTO	386.819 kg	7.74 kg	0.00773638	0.00
A. FINO	981.402 kg	19.63 kg	0.01962804	
A. GRUESO	859.409 kg	17.19 kg	0.01718818	
AGUA (L/m3)	164.211 kg	3.28 kg	0.00328422	

**2. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (10%)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.	CCA
CEMENTO	348.137 kg	6.96 kg	0.00696274	0.774
A. FINO	981.402 kg	19.63 kg	0.01962804	
A. GRUESO	859.409 kg	17.19 kg	0.01718818	
AGUA (L/m3)	0.000 kg	3.28 kg	0.00328422	

**3. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (12.5%)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.	CCA
CEMENTO	338.467 kg	6.77 kg	0.00676933	0.967
A. FINO	981.402 kg	19.63 kg	0.01962804	
A. GRUESO	859.409 kg	17.19 kg	0.01718818	
AGUA (L/m3)	0.000 kg	3.28 kg	0.00328422	

**4. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON (15%)**

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO	VOLUM.	CCA
CEMENTO	328.796 kg	6.58 kg	0.00657592	1.160
A. FINO	981.402 kg	19.63 kg	0.01962804	
A. GRUESO	859.409 kg	17.19 kg	0.01718818	
AGUA (L/m3)	0.000 kg	3.28 kg	0.00328422	

*[Firma]*  
**Luis Villar REQUIS CARBAJAL**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. N° 76748**

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*



AV. Los Proceros N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



TEMPERATURA DE CONCRETO  
NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 02/04/2024

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

LECTURA N° 01	14,4 °C
LECTURA N° 02	14,0 °C
LECTURA N° 03	13,9 °C

2. MUESTRA - PATRON ( 10% )

LECTURA N° 01	15,7 °C
LECTURA N° 02	14,8 °C
LECTURA N° 03	15,9 °C

3. MUESTRA - PATRON ( 12.5% )

LECTURA N° 01	15,9 °C
LECTURA N° 02	15,5 °C
LECTURA N° 03	15,1 °C

4. MUESTRA - PATRON ( 15% )

LECTURA N° 01	15,3 °C
LECTURA N° 02	15,6 °C
LECTURA N° 03	14,7 °C

  
Luis Villar REQUIES CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



MEDICION DE ASENTAMIENTO DEL HORMIGON  
CON EL CONO DE ABRAMS NTP 339.035

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
UBICACIÓN : Pasco  
FECHA : 02/04/2024

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON GENERAL	10.414	4.1	13.2 °C	74%

2. MUESTRA - PATRON ( 10% )

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON (10%)	9.398	3.7	12.9 °C	74%

3. MUESTRA - PATRON ( 12.5% )

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON (12.5%)	8.89	3.5	13.5 °C	74%

4. MUESTRA - PATRON ( 15% )

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON (15%)	8.382	3.3	13.3 °C	74%

Luis Villac REDUIS CARBAJAL  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

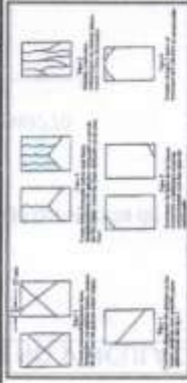


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DÁGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm2 en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm2  
**UBICACIÓN** : Pasco  
**FECHA** : 09/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTIMETRO ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC-1	Patron General	02/04/2024	09/04/2024	7	10.31	200.01	83.48	119.45	12180.43	145.90	1.2	210	69%	TIPO 1
IC-2	Patron General	02/04/2024	09/04/2024	7	10.24	200.50	82.35	117.55	11986.77	145.55	5	210	69%	TIPO 2
IC-3	Patron General	02/04/2024	09/04/2024	7	10.35	201.31	84.13	119.47	12182.58	144.80	0.8	210	69%	TIPO 3



PESO DE LA PROBIETA			PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (kg)	f/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
IC-1	3951.1	2.366	2366.24	
IC-2	3900.7	2.362	2362.32	
IC-3	3947.1	2.330	2330.46	
PROM.	3933.0	2.353	2353.01	

**Luis Villar Acquis Carrajal**  
 INGENIERO CIVIL  
 CL.P. Nº 76745

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

[rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

*La calidad es nuestro compromiso*

(063) 422197

[undac.edu.pe](http://undac.edu.pe)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



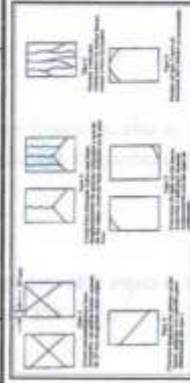
**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 UBICACIÓN : Pasco  
 FECHA : 16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC-4	Patron General	02/04/2024	16/04/2024	14	10.2	201.00	81.71	162.43	16563.19	202.7	1.6	210	97%	TIPO 3
IC-5	Patron General	02/04/2024	16/04/2024	14	10.19	202.85	81.55	161.63	16481.80	202.1	1.4	210	96%	TIPO 3
IC-6	Patron General	02/04/2024	16/04/2024	14	10.15	201.08	80.91	161.32	16449.75	203.3	1.7	210	97%	TIPO 1



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	l/cm <sup>3</sup>	l/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
IC-4	3850.3	2.344	2344.27	
IC-5	3881.1	2.346	2346.07	
IC-6	3840.2	2.360	2360.28	
PROM	3857.2	2.350	2350.21	

*[Signature]*  
**JUAN VILLARREQUIA CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 36248

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.**  
 (063) 422197

rectorado@undac.edu.pe  
 undac.edu.pe

*La calidad es nuestro compromiso*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN

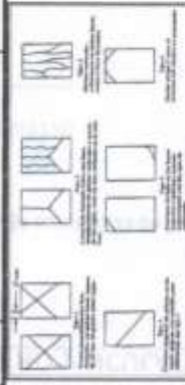
: Pasco

FECHA

30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTIMETRO DE SECCION TRANSVERSAL (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC-7	Patron General	02/04/2024	30/04/2024	28	9.9	200.04	76.98	174.31	17773.96	230.9	2.2	210	110%	TIPO 1
IC-8	Patron General	02/04/2024	30/04/2024	28	9.98	200.95	78.23	176.75	18023.26	230.4	0.9	210	110%	TIPO 3
IC-9	Patron General	02/04/2024	30/04/2024	28	9.95	200.12	77.76	175.31	17876.19	229.9	1.7	210	109%	TIPO 2



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
IC-7	3558.4	2.311	2310.88
IC-8	3605.8	2.294	2293.84
IC-9	3579.5	2.300	2300.36
PROM	3581.2	2.302	2301.69

**Luis Villar**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACION

FECHA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

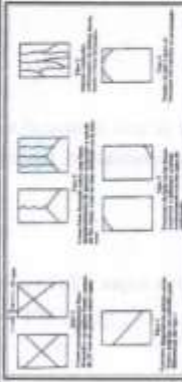
: Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

: Pasco

09/04/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC1-1	Patron 10%	02/04/2024	09/04/2024	7	9.97	201.2	78.07	112.85	11507.41	147.4	0.9	210	70%	TIPO 3
IC1-2	Patron 10%	02/04/2024	09/04/2024	7	9.93	201.5	77.44	111.26	11345.56	146.5	1.2	210	70%	TIPO 4
IC1-3	Patron 10%	02/04/2024	09/04/2024	7	9.95	201.3	77.76	112.02	11422.41	146.9	1.0	210	70%	TIPO 3



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (kg)	m <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
IC1-1	3722.3	2.370	2369.75	
IC1-2	3722.5	2.385	2385.46	
IC1-3	3729.1	2.382	2382.45	
PROM	3724.63	2.379	2379.22	

*[Signature]*  
 Luis Villar ROBIS CARBAJAL  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.B. N° 75748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial mente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

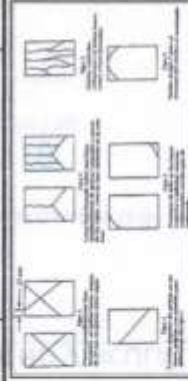


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACIÓN : Pasco  
 FECHA : 16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
BS1-4	Patron 10%	02/04/2024	16/04/2024	14	9.95	200.1	77.76	156.85	15994.49	205.7	2.1	210	98%	TIPO 1
BS1-5	Patron 10%	02/04/2024	16/04/2024	14	9.96	199.9	77.91	156.71	15979.91	205.1	2.3	210	98%	TIPO 3
BS1-6	Patron 10%	02/04/2024	16/04/2024	14	10	198.8	78.54	157.51	16061.39	204.5	2.2	210	97%	TIPO 3



PESO DE LA PROBETA			PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
CODIGO	PESO (g)	PESO (kg)	f/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
BS1-4	3645.1	2.343	2.343	2342.75	
BS1-5	3649.6	2.343	2.343	2343.28	
BS1-6	3650.7	2.338	2.338	2338.14	
PROM	3648.5	2.341	2.341	2341.39	

*[Signature]*  
**LUIS VILLAR REYES CARRAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACION

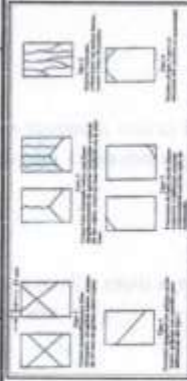
: Pasco

FECHA

30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD ESPESIMEN (cm)	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/l)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
B51-7	Patron 10%	02/04/2024	30/04/2024	28	9.97	301	78.07	181.37	18494.61	236.9	1.6	210	113%	TIPO 4
B51-8	Patron 10%	02/04/2024	30/04/2024	28	9.9	200.5	76.98	178.38	18189.64	236.3	1.4	210	113%	TIPO 3
B51-9	Patron 10%	02/04/2024	30/04/2024	28	9.92	200.9	77.29	180.01	18355.95	237.5	1.7	210	113%	TIPO 3



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (kg)	kg/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
B51-7	3621.5	2.308	2307.87
B51-8	3618.9	2.345	2344.78
B51-9	3642.7	2.346	2346.01
PROM	3627.7	2.333	2332.89

*[Signature]*  
**LUIS VILLAR REQUENA CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

*La calidad es nuestro compromiso*

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimizaci3n del uso de ceniza de c3scara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Dise1o de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACI3N

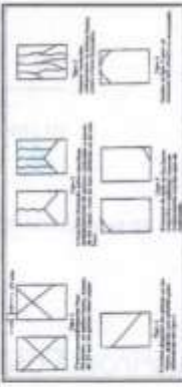
: Pasco

FECHA

09/04/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/ft)	RESISTENCIA DE DISE1O (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC2-1	Patron 12.5%	02/04/2024	09/04/2024	7	10.14	199.95	80.75	120.38	12274.66	152	1.6	210	72%	TIPO 1
IC2-2	Patron 12.5%	02/04/2024	09/04/2024	7	10	199	78.54	117.54	11985.18	152.6	1.2	210	73%	TIPO 3
IC2-3	Patron 12.5%	02/04/2024	09/04/2024	7	10	200	78.54	116.61	11890.93	151.4	1.9	210	72%	TIPO 3



CODIGO	PESO (kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
		m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
IC2-1	3795.3	2.350	2350.49
IC2-2	3735.1	2.390	2389.79
IC2-3	3752.8	2.389	2389.11
PROM.	3761.1	2.376	2376.46

LUIS VILLAR REQUIAS CARBALJAL  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizaci3n del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

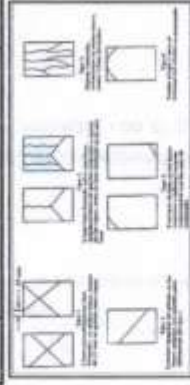
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 UBICACIÓN : Pasco  
 FECHA : 16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC2-4	Patron 12.5%	02/04/2024	16/04/2024	14	10.1	199.8	80.12	166.49	16977.30	211.9	1.8	210	101%	TIPO 4
IC2-5	Patron 12.5%	02/04/2024	16/04/2024	14	10.05	199.5	79.33	164.07	16750.30	210.9	1.5	210	100%	TIPO 4
IC2-6	Patron 12.5%	02/04/2024	16/04/2024	14	10.12	198	80.44	166.76	17004.19	211.4	1.9	210	101%	TIPO 2



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
IC2-4	3741.1	2.337	2337.07
IC2-5	3698.6	2.337	2337.07
IC2-6	3734.9	2.345	2345.11
PROM	3724.8667	2.340	2339.75

*[Signature]*  
**IVAN VILLET-REQUAS CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

**NOTAS:**

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

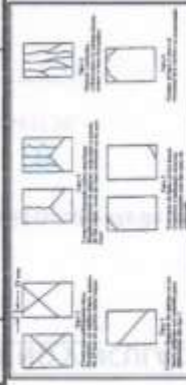


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 399.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimizaci3n del uso de ceniza de c3scara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Dise1o de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACI3N : Pasco  
 FECHA : 30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN TRANSVERSAL (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISE1O (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC2-7	Patron 12.5%	02/04/2024	30/04/2024	28	10.01	198	78.70	188.77	19249.28	244.6	2.1	210	116%	TIPO 4
IC2-8	Patron 12.5%	02/04/2024	30/04/2024	28	10.01	199.4	78.70	187.85	19154.84	243.4	2.2	210	116%	TIPO 4
IC2-9	Patron 12.5%	02/04/2024	30/04/2024	28	9.9	200	76.98	184.19	18782.36	244	1.9	210	116%	TIPO 4



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
IC2-7	3653.4	2.345	2344.63
IC2-8	3651.9	2.327	2327.21
IC2-9	3614.2	2.348	2347.59
PROM.	3639.83	2.340	2339.81

*[Signature]*  
**Luis Villar Requena**  
 INGENIERO CIVIL  
 C3P-367648

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizaci3n del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



*La calidad es nuestro compromiso*

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

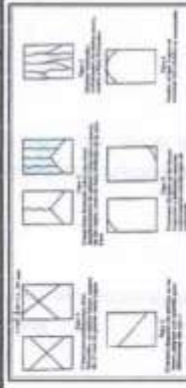
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 09/04/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. ROTURA	TIPO DE ROTURA
IC3-1	Patron 15%	02/04/2024	09/04/2024	7	10.2	200.15	81.71	120.92	12330.47	150.9	2.1	210	72%	TIPO 3
IC3-2	Patron 15%	02/04/2024	09/04/2024	7	10.14	203.21	80.75	118.95	12129.30	150.2	2.4	210	72%	TIPO 3
IC3-3	Patron 15%	02/04/2024	09/04/2024	7	10.18	200	81.39	120.93	12330.99	151.5	2.4	210	72%	TIPO 1



CODIGO	PESO (g)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
		B/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
IC3-1	3882.3	2.374	2373.80
IC3-2	3871.1	2.382	2382.42
IC3-3	3879.6	2.383	2383.26
PROM	3877.7	2.380	2379.83

LUIS VILLAFRA REQUYES CARBAJAL  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

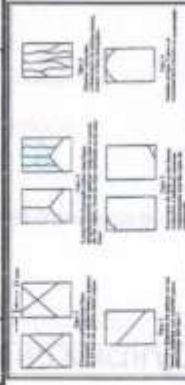


**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach, CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach, DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimizaci3n del uso de ceniza de c3scara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Dise1o de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACI3N : Pasco  
 FECHA : 16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/l)	RESISTENCIA DE DISE1O (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC3-4	Patron 15%	02/04/2024	16/04/2024	14	10.15	200.54	80.91	166.08	16933.23	209.3	2.2	210	100%	TIPO 3
IC3-5	Patron 15%	02/04/2024	16/04/2024	14	10.21	200.71	81.87	168.45	17176.98	209.8	2.1	210	100%	TIPO 2
IC3-6	Patron 15%	02/04/2024	16/04/2024	14	10.15	200.67	80.91	166.87	17016.15	210.3	2.5	210	100%	TIPO 2



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
IC3-4	3759.5	2.316	2316.28
IC3-5	3831.3	2.332	2331.50
IC3-6	3872.7	2.385	2385.12
PROM	3820.8	2.344	2344.30

**LUIS VILLAN REYES CARRAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 70748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizaci3n del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**  
*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA  
 SOLICITANTE

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
 : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwín

TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

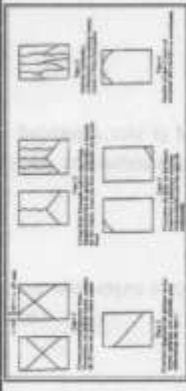
ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACION : Pasco

FECHA : 30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
IC3-7	Patron 15%	02/04/2024	30/04/2024	28	9.9	199.9	76.98	182.61	18520.71	241.9	2.3	210	115%	TIPO 2
IC3-8	Patron 15%	02/04/2024	30/04/2024	28	10	199.1	78.54	186.78	19045.91	242.5	2.4	210	115%	TIPO 3
IC3-9	Patron 15%	02/04/2024	30/04/2024	28	10	199.08	78.54	187.24	19093.03	243.1	2.5	210	116%	TIPO 3



PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
CODIGO	PESO (g)	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
IC3-7	3657.3	2.377	2376.77
IC3-8	3653.1	2.336	2336.15
IC3-9	3646.2	2.332	2331.97
PROM.	3652.20	2.348	2348.30

*Luis Villar Requís Carbaljal*  
**Luis Villar Requís Carbaljal**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
**UBICACIÓN** : Pasco 2024  
**FECHA** 10/04/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISCO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
IC-19	PATRON 0%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	17.21	1754.90	210	261	23.40
IC-20	PATRON 0%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	17.45	1779.38	210	267	23.73
IC-21	PATRON 0%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	17.36	1770.20	210	265	23.60

**OBSERVACIONES:**

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Luis Villat Requies Carbaljal*  
**Luis Villat Requies Carbaljal**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceras N° 703, Pasco.



(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON  
 EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm2 en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm2

UBICACIÓN

: Pasco 2024

FECHA

17/04/2024

1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE BOTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm2)
IC-22	PATRON 0%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	20.70	2110.78	210	265	28.14
IC-23	PATRON 0%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	20.31	2071.01	210	269	27.61
IC-24	PATRON 0%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	20.49	2089.37	210	268	27.85

OBSERVACIONES:

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Signature]*  
 Ing. Luis Villar ROBLES CARBAJAL  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON**  
**EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm2 en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm2  
 UBICACIÓN : Pasco 2024  
 FECHA : 01/05/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MFR (kg/cm2)
IC-25	PATRON 0%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	25.15	2564.55	210	261	34.19
IC-26	PATRON 0%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	25.46	2596.16	210	272	34.62
IC-27	PATRON 0%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	25.84	2634.90	210	266	35.13

OBSERVACIONES:

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Firma]*  
**MIS VIGAS RESISTE CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f'_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACIÓN : Pasco 2024  
 FECHA 10/04/2024

**1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
IC1-19	PATRON 10%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	19.86	2025.12	210	260	27.00
IC1-20	PATRON 10%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	19.72	2010.85	210	264	26.81
IC1-21	PATRON 10%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	20.05	2044.50	210	268	27.25

OBSERVACIONES:

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Rafael*  
**RAFAEL REQUÉS CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748



*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339-079-2001**

**REFERENCIA**

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

**SOLICITANTE**

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

**TESIS**

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

**ASUNTO**

: Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

**UBICACIÓN**

: Pasco 2024

**FECHA**

17/04/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 X 0.15 X 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
IC1-22	PATRON 10%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	24.02	2449.32	210	259	32.66
IC1-23	PATRON 10%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	24.14	2461.56	210	267	32.82
IC1-24	PATRON 10%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	24.34	2481.95	210	262	33.09

**OBSERVACIONES:**

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Rafael*  
**RAFAEL VILLALBA REYES CARRAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 CLIP N° 76748



**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

**AV. Los Próceres N° 703, Pasco.**

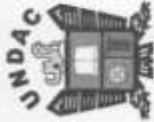


[rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

**(063) 422197**



[undac.edu.pe](http://undac.edu.pe)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimizaci3n del uso de ceniza de c3scara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm2 en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Dise1o de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm2  
**UBICACI3N** : Pasco 2024  
**FECHA** : 01/05/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kG)	RESISTENCIA DE DISE1O (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm3)
ICI-25	PATRON 10%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	27.12	2795.43	210	276	36.87
ICI-26	PATRON 10%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	27.36	2789.90	210	269	37.20
ICI-27	PATRON 10%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	27.54	2808.25	210	273	37.44

**OBSERVACIONES:**

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizaci3n del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

[rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

[undac.edu.pe](http://undac.edu.pe)

**Ing. Luis Villar Requies Carballo**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748





**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON**  
**EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto f'c = 210 kg/cm2 en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm2  
 UBICACIÓN : Pasco 2024  
 FECHA 10/04/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KGE)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MIR (kg/cm2)
IC2-19	PATRON 12.5%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	20.62	2102.62	210	260	28.03
IC2-20	PATRON 12.5%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	21.01	2142.99	210	258	28.57
IC2-21	PATRON 12.5%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	20.88	2129.13	210	266	28.39

OBSERVACIONES:

**NOTAS:**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Rafael*  
**RAFAEL VILLAR-NEGUERO CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748



**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceros N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

📧 undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm2 en Pasco, 2024"

**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm2  
**UBICACIÓN** : Pasco 2024  
**FECHA** 17/04/2024

**1. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (N) = (mm)	MR (kg/cm2)
IC2-22	PATRON 12.5%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	25.35	2584.84	210	268	34.47
IC2-23	PATRON 12.5%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	25.12	2561.49	210	275	34.15
IC2-24	PATRON 12.5%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	25.48	2598.20	210	271	34.64

OBSERVACIONES:

*Luis Villar Requiza Carbaljal*  
**Luis Villar REQUIZA CARBALJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.L.P. Nº 76748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimizaci3n del uso de ceniza de c3scara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

ASUNTO : Dise1o de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACI3N : Pasco 2024  
 FECHA : 01/05/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE DISE1O (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
IC2-25	PATRON 12.5%	03/04/2024	01/05/2024	08	450	150	150	29.34	2991.80	210	262	39.89
IC2-26	PATRON 12.5%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	29.87	3025.45	210	265	40.34
IC2-27	PATRON 12.5%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	29.44	3002.00	210	262	40.03

OBSERVACIONES:

*Rand*  
**Luis VILMAT REQUIS CARHUAYAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.P. N° 75748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizaci3n del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 Av. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON**  
**EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHOW y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm2 en Pasco, 2024"

**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm2  
**UBICACIÓN** : Pasco 2024  
**FECHA** 10/04/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLEDO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MIR (kg/cm2)
IC3-19	PATRON 15%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	18.06	1841.58	210	265	24.55
IC3-20	PATRON 15%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	18.19	1854.83	210	274	24.73
IC3-21	PATRON 15%	03/04/2024	10/04/2024	7	450	150	150	18.36	1877.17	210	268	24.95

**OBSERVACIONES:**

**NOTAS:**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Rafael*  
**Luis Villar Requies Carrizal**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. N° 76748**

**UNDAC**

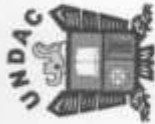
📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

*La calidad es nuestro compromiso*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACIÓN : Pasco 2024  
 FECHA : 17/04/2024

**1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE ESPECIMEN (días)	LONGITUD ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (N) = (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
IC3-22	PATRON 15%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	20.65	2105.68	210	265	26.08
IC3-23	PATRON 15%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	20.75	2115.88	210	262	26.21
IC3-24	PATRON 15%	03/04/2024	17/04/2024	14	450	150	150	20.59	2099.56	210	258	27.99

OBSERVACIONES:

**NOTAS:**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Firma]*  
**LAIS VILAT REQUIS CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.P. N° 76748

**UNDAC**

*La calidad es nuestra compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

✉ rectorado@undac.edu.pe

☎ (063) 422197

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimizaci3n del uso de ceniza de c3scara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Dise1o de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 UBICACI3N : Pasco 2024  
 FECHA : 01/05/2024

**I. PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPECIMEN (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (KG)	RESISTENCIA DE DISE1O (kg/cm <sup>2</sup> )	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) (mm)	MR (kg/cm <sup>2</sup> )
IC3-25	PATRI3N 15%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	24.01	2448.30	210	265	32.64
IC3-26	PATRI3N 15%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	23.90	2437.08	210	275	32.49
IC3-27	PATRI3N 15%	03/04/2024	01/05/2024	28	450	150	150	23.75	2411.79	210	278	32.29

OBSERVACIONES:

**NOTAS:**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizaci3n del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Luis Villar-Requis Carbal*  
**Luis Villar-Requis Carbal**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 16748

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422157

✉ rectorado@undac.edu.pe

🌐 undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

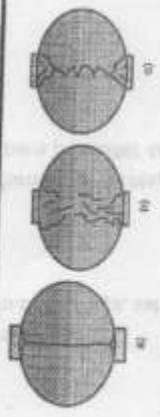


**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**UBICACIÓN** : Pasco 2024  
**FECHA** : 09/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	TIPO DE DEFECTO
IC-10	PATRON 0%	02/04/2024	09/04/2024	7	98.40	201.10	7760.02	62.65	62650.0	2.00	20.35	21.0	B	NO
IC-11	PATRON 0%	02/04/2024	09/04/2024	7	98.90	200.90	7682.14	63.12	63120.0	2.02	20.62	21.0	C	NO
IC-12	PATRON 0%	02/04/2024	09/04/2024	7	99.60	200.60	7791.28	64.48	64480.0	2.05	20.95	21.0	A	NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*R. Mend*  
**LOS VILLOS REYES CARRBAJAL**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.A.P. N° 76746**

**UNDAC**

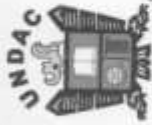
*La calidad es nuestro compromiso*

**AV. Los Proceres N° 703, Pasco.**

**(063) 422197**

[rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

[undac.edu.pe](http://undac.edu.pe)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

**REFERENCIA** : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
**SOLICITANTE** : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
**TESIS** : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
**UBICACIÓN** : Pasco 2024  
**FECHA** : 16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE SECCION ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC-13	PATRON 0%	02/04/2024	16/04/2024	14	98.9	202.01	7682.14	74.52	74520.0	2.37	24.21	210	A	NO
IC-14	PATRON 0%	02/04/2024	16/04/2024	14	98.2	200.12	7573.78	73.90	73900.0	2.39	24.41	210	C	NO
IC-15	PATRON 0%	02/04/2024	16/04/2024	14	98.10	201.42	7558.37	74.10	74100.0	2.39	24.34	210	A	NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Signature]*  
**YUIS VILAR BEQUIS CARRERA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.P. N° 16748



**UNDAC**

*La calidad es nuestra compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 495**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 SOLICITANTE : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin  
 TESIS : "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"  
 ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 UBICACIÓN : Pasco 2024  
 FECHA : 30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO, 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC-16	PATRON ON	02/04/2024	30/04/2024	28	99.21	201.60	7730.38	90.23	90.23	2.87	29.29	21.0	A	NO
IC-17	PATRON ON	02/04/2024	30/04/2024	28	99.45	201.10	7767.83	91.16	91.16	2.90	29.59	21.0	B	NO
IC-18	PATRON ON	02/04/2024	30/04/2024	28	98.91	200.98	7683.70	90.05	90.05	2.86	29.41	21.0	C	NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Firma]*  
**JOSÉ VILVA REQUIS CARB...**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 16148

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco,



(063) 422197

✉️ [rectorado@undac.edu.pe](mailto:rectorado@undac.edu.pe)

✉️ [undac.edu.pe](mailto:undac.edu.pe)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA  
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos  
 : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN

: Pasco 2024

FECHA

09/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
ICI-10	PATRON 10%	02/04/2024	09/04/2024	7	59.61	201.14	7792.84	72.32	72320.0	2.30	23.43	21.0	A	NO
ICI-11	PATRON 10%	02/04/2024	09/04/2024	7	58.93	200.95	7686.81	71.95	71950.0	2.30	23.50	21.0	B	NO
ICI-12	PATRON 10%	02/04/2024	09/04/2024	7	59.45	200.13	7767.83	70.96	70960.0	2.27	23.15	21.0	B	NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Patricio*  
**LUIS XILAT ROQUIS CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748

**UNDAC**

*La calidad es nuestra compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA  
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

ASUNTO : Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN : Pasco 2024

FECHA : 16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
ICI-13	PATRON 10%	02/04/2024	16/04/2024	14	99.52	201.30	7778.76	81.98	81980.0	2.80	26.56	21.0	A	NO
ICI-14	PATRON 10%	02/04/2024	16/04/2024	14	98.76	200.45	7660.41	82.42	82420.0	2.65	27.03	21.0	B	NO
ICI-15	PATRON 10%	02/04/2024	16/04/2024	14	99.46	199.78	7769.39	81.83	81830.0	2.62	26.73	21.0	A	NO



**NOTAS:**

- 1). Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Rafael*  
**RAFAEL VILLAL REQUIS CARBAJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76746



**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

: Diseño de mezcla  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

: Pasco 2024

30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kN/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC1-16	PATRON 10%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.45	200.46	7767.83	100.95	100950.0	3.22	32.87	21.0	C	NO
IC1-17	PATRON 10%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.23	200.78	7733.50	101.76	101760.0	3.25	33.16	21.0	B	NO
IC1-18	PATRON 10%	02/04/2024	30/04/2024	28	98.75	200.96	7814.76	100.33	100230.0	3.18	32.46	21.0	A	NO



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Dagmar*  
**Maria Virginia Requena Carrajal**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76748



**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

📧 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS  
 ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN

: Pasco 2024

FECHA

09/04/2024

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC2-10	PATRON 12.5%	02/04/2024	09/04/2024	7	99.56	200.14	7785.02	75.95	75950.0	2.43	24.74	21.0	A	NO
IC2-11	PATRON 12.5%	02/04/2024	09/04/2024	7	99.42	200.89	7763.14	76.72	76720.0	2.45	24.84	21.0	B	NO
IC2-12	PATRON 12.5%	02/04/2024	09/04/2024	7	98.76	200.74	7660.41	77.13	77130.0	2.48	25.26	21.0	B	NO



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*Requis*  
 LOUIS VIVAS REQUIS CARBAJAL  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**UNDAC**

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA  
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

UBICACIÓN

: Pasco 2024

FECHA

16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEIDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC2-13	PATRON 12.5%	02/04/2024	16/04/2024	14	99.76	201.12	7816.33	87.23	87230.0	2.77	28.22	210	C	NO
IC2-13	PATRON 12.5%	02/04/2024	16/04/2024	14	99.23	200.97	7733.50	87.78	87780.0	2.80	28.57	210	A	NO
IC2-15	PATRON 12.5%	02/04/2024	16/04/2024	14	99.85	201.42	7830.44	87.92	87920.0	2.78	28.38	210	A	NO



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Signature]*  
**MIS VOTOS REQUIS CARDENAL**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. N° 76748**

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwín

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

: Diseño de mezcla  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

: Pasco 2024

30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC2-16	PATRON 12.5%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.23	200.46	7733.50	109.76	109.76	109760.0	3.51	35.82	210	A	NO
IC2-17	PATRON 12.5%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.75	200.78	7814.76	109.92	109.92	109920.0	3.49	35.63	210	B	NO
IC2-18	PATRON 12.5%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.86	200.96	7832.01	109.74	109.74	109740.0	3.48	35.50	210	C	NO



*Luis Villegas Berquis Carbaljal*  
**LUIS VILLEGAS BERQUIS CARBALJAL**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 76748

**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

: Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

: Pasco 2024

09/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPECIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (M)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
IC3-10	PATRON 15%	02/04/2024	09/04/2024	7	99.53	200.75	7780.33	67.34	67340.0	2.15	21.88	210	A	NO
IC3-11	PATRON 15%	02/04/2024	09/04/2024	7	100.10	200.45	7869.70	66.75	66750.0	2.12	21.60	210	A	NO
IC3-12	PATRON 15%	02/04/2024	09/04/2024	7	99.79	200.19	7821.03	67.75	67750.0	2.16	22.02	210	B	NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Firma]*  
**JUAN VILAR ORONIS CARBAJA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 76148

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA  
 SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN

: Pasco 2024

FECHA

16/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
ICB-13	PATRON15%	02/04/2024	16/04/2024	14	100.12	200.41	7872.84	73.12	73120.0	2.32	23.66	21.0	A	NO
ICB-14	PATRON15%	02/04/2024	16/04/2024	14	100.23	200.78	7890.15	75.00	75000.0	2.31	23.55	21.0	B	NO
ICB-15	PATRON15%	02/04/2024	16/04/2024	14	100.56	200.91	7942.19	72.75	72750.0	2.29	23.38	21.0	B	NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Signature]*  
**JOSÉ VÍCTOR REQUIS CARRERA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. Nº 76748

**UNDAC**

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

*La calidad es nuestro compromiso*

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS**  
**ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496**

REFERENCIA  
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos  
 : Bach. CHUCO PANDURO Clinton JHON y Bach. DAGA MENDOZA Ivan Darwin

TESIS

: "Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024"

ASUNTO

: Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN

: Pasco 2024

FECHA

30/04/2024

**1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA**

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLEDO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE DEFECTO ROTURA
IC3-16	PATRON 15%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.98	200.19	7850.84	90.79	90790.0	2.89	29.45	210	A NO
IC3-17	PATRON 15%	02/04/2024	30/04/2024	28	100.02	200.74	7857.12	90.47	90470.0	2.87	29.25	210	A NO
IC3-18	PATRON 15%	02/04/2024	30/04/2024	28	99.78	200.46	7819.46	88.90	89900.0	2.86	29.18	210	C NO



**NOTAS:**

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*[Firma]*  
**LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
 D.B. N° 16748

**UNDAC**

*La calidad es nuestro compromiso*

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197



✉ rectorado@undac.edu.pe



✉ undac.edu.pe



**Estudio** Proyecto del Solicitante  
"Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

**Descripción del proceso:**  
Caracterización del concreto endurecido mediante ensayo de absorción según ASTM C642

**Datos del solicitante**

**Requisitos y especificaciones del solicitante:**

**Fecha entrega de resultados:**

Bach. Clinton Jhon, CHUCO PANDURO  
Bach. Ivan Darwin, DAGA MENDOZA

Evaluación de la durabilidad del concreto con  
incorporación de ceniza de cáscara de granadilla

15/04/2026

**Muestra N°** Ref. Solicitante  
ZI.054.01.01.26 Probetas de concreto

**Fecha de recepción:**

10/04/2026

**Muestreo**

La muestra fue remitida e identificada por el Laboratorio

**Descripción/Procedencia**

Muestras de concreto endurecido patrones sin ceniza añadida

**INFORME:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. Método de prueba estándar para densidad, absorción y huecos en concreto endurecido	ASTM C642	1 Absorción (%) = 5,85%	DAH.2001.25
		2 Absorción (%) = 5,91%	
		3 Absorción (%) = 5,88%	
		4 Absorción (%) = 5,91%	
		5 Absorción (%) = 5,92%	
		Promedio (%) = 5,90%	

**Anexos :** 1 Reportes de Ensayo (2 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPÍ : G004-1993)

Aprobado por

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
ZEMCO  
Mariano Antonio ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO CIVIL  
DIP N° 1443M

**REPORTE DE ENSAYO****Muestra N°**  
ZI.054.01.01.26**Reporte N°**  
DAH.ZI001.25**Página**  
2/2**Fecha**  
15/04/2026**01.01. PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C642****Tipo de Material:**

Probetas de Concreto Endurecido - Patrón

**Absorción**

MUESTRA	MSSS	MMSH	Ab%
1	3378.30	3191.60	5.85%
2	3386.10	3197.20	5.91%
3	3343.40	3157.70	5.88%
4	3348.60	3161.70	5.91%
5	3396.40	3206.60	5.92%
<b>Ab%PROMEDIO</b>			<b>5.90%</b>

**Legenda:****MMSH:** Masa de la Muestra Seca al Horno  
**MSSS:** Masa de la Muestra Superficialmente Seco**Observaciones:** Los valores de absorción reportados corresponden a las mezclas de concreto en incorporación de ceniza de cáscara de granadilla  
Siendo este el concreto patrón para comparar con los siguientes ensayos

Revisado por

ZEMCO  
INGENIEROS S.A.C.  
Rta. Sur Camino ESPINOSA BUSTILLOS  
D.C. MARIYTERESA ESPINOSA  
CON MENCION EN CUILOLEMA

Calle Tarma N° 215  
Paragsha - Simón Bolívar  
Cerro de Pasco. (063)281054  
 963665214[jcespinoza@zemcoingenieros.com](mailto:jcespinoza@zemcoingenieros.com)  
[zemcoingenieros@gmail.com](mailto:zemcoingenieros@gmail.com) Zemco Ingenieros SAC  
[www.zemcoingenieros.com](http://www.zemcoingenieros.com)



**Estudio** Proyecto del Solicitante  
"Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210$   
kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

**Descripción del proceso:**

Caracterización del concreto endurecido mediante ensayo de absorción según ASTM C642

**Datos del solicitante**

**Requisitos y especificaciones del solicitante:**

**Fecha entrega de resultados:**

Bach. Clinton Jhon, CHUCO PANDURO  
Bach. Ivan Darwin, DAGA MENDOZA

Evaluación de la durabilidad del concreto con  
incorporación de ceniza de cascara de granadilla

10/04/2026

**Muestra N°** Ref. Solicitante  
ZI.054.01.02.26 Probetas de concreto

**Fecha de recepción:**

10/04/2026

**Muestreo**

La muestra fue remitida e identificada por el Laboratorio

**Descripción/Procedencia**

Muestras de concreto endurecido con 10% de ceniza añadida.

**INFORME:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. Método de prueba estándar para densidad, absorción y traicos en concreto endurecido	ASTM C642	6 Absorción (%) = 5.30%	DAHZ001.25
		7 Absorción (%) = 5.86%	
		8 Absorción (%) = 5.90%	
		9 Absorción (%) = 5.87%	
		10 Absorción (%) = 5.84%	
		Promedio (%) = 5.87%	

**Anexos :** 1 Reportes de Ensayo (2 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPÍ : 0004:1993)

Aprobado por

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
ZEMCO  
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO CIVIL  
N° 194352



### REPORTE DE ENSAYO

Muestra N°  
ZI.054.01.02.28

Reporte N°  
DAH.ZI001.25

Página  
2/2

Fecha  
15/04/2026

#### 01.01. PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C642

**Tipo de Material:**

Probetas de Concreto Endurecido - 10% de ceniza

**Absorción**

MUESTRA	MSSS	MMSH	Ab%
6	3388.30	3199.50	5.90%
7	3374.30	3187.50	5.86%
8	3396.00	3206.80	5.90%
9	3341.70	3156.40	5.87%
10	3317.70	3134.60	5.84%
<b>Ab%PROMEDIO</b>			<b>5.87%</b>

**Leyenda:**

MMSH: Masa de la Muestra Seca al Horno  
MSSS: Masa de la Muestra Superficialmente Seco

Observaciones: Los valores de absorción reportados corresponden a las mezclas de concreto con incorporación de ceniza de cáscara de granadilla en 10%.

Revisado por

**ZEMCO**  
INGENIEROS S.A.C.  
Ing. JHONATAN ESPINOZA BUSTILLOS  
P.E. MAESTRIA EN GEOLOGIA  
EDN M10001 EN TECNOLOGIA

Calle Tarma N° 215  
Paragsha – Simón Bolívar  
Cerro de Pasco.

(063)281054  
963665214

[jcespinoza@zemcoingenieros.com](mailto:jcespinoza@zemcoingenieros.com)  
[zemcoingenieros@gmail.com](mailto:zemcoingenieros@gmail.com)

Zemco Ingenieros SAC  
[www.zemcoingenieros.com](http://www.zemcoingenieros.com)



Estudio Proyecto del Solicitante  
"Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

Descripción del proceso:

Caracterización del concreto endurecido mediante ensayo de absorción según ASTM C642

Datos del solicitante

Bach. Clinton Jhon, CHUCO PANDURO  
Bach. Ivan Darwin, DAGA MENDOZA

Requisitos y especificaciones del solicitante:

Fecha entrega de resultados:

19/04/2026

Evaluación de la durabilidad del concreto con incorporación de ceniza de cáscara de granadilla

Fecha de recepción:

19/04/2026

Muestra N° Ref. Solicitante  
ZI.054.01.03.26 Probetas de concreto

Muestreo

La muestra fue remitida e identificada por el Laboratorio

Descripción/Procedencia

Muestras de concreto endurecido con 12.5% de ceniza añadida.

INFORME:

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01, Método de prueba estándar para densidad, absorción y huecos en concreto endurecido	ASTM C642	11 Absorción (%) = 5.59%	DAHZ001.25
		12 Absorción (%) = 5.57%	
		13 Absorción (%) = 5.55%	
		14 Absorción (%) = 5.56%	
		15 Absorción (%) = 5.59%	
		Promedio (%) = 5.67%	

Anexos : 1 Reportes de Ensayo (2 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

Aprobado por

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
ZEMCO  
MARCO ANTONIO ESPINOZA BENDULLOS  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N° 19438

**REPORTE DE ENSAYO****Muestra N°**  
ZI.054.01.03.26**Reporte N°**  
DAH.ZI001.25**Página**  
2/2**Fecha**  
15/04/2026**01.01. PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C642****Tipo de Material:**

Probetas de Concreto Endurecido - 12.5% de ceniza

Absorción			
MUESTRA	MSSS	MMSH	Ab%
11	3458.40	3275.30	5.59%
12	3417.50	3237.20	5.57%
13	3452.10	3270.60	5.55%
14	3348.60	3172.20	5.56%
15	3405.70	3225.40	5.59%
Ab%PROMEDIO			5.57%

**Leyenda:****MMSH:** Masa de la Muestra Seca al Horno  
**MSSS:** Masa de la Muestra Superficialmente Seco**Observaciones:** Los valores de absorción reportados corresponden a las piezas de concreto con incorporación de ceniza de cáscara de granadilla en 12.5%.

Revisado por

ZEMCO  
Ing. Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
E.C. MAESTRO EN INGENIERIA  
CON MENCIÓN EN CIENCIA

Calle Tarma N° 215  
Paragsha – Simón Bolívar  
Cerro de Pasco. (063) 281054  
 963665214[jcespinoza@zemcoingenieros.com](mailto:jcespinoza@zemcoingenieros.com)  
[zemcoingenieros@gmail.com](mailto:zemcoingenieros@gmail.com) Zemco Ingenieros SAC  
[www.zemcoingenieros.com](http://www.zemcoingenieros.com)



**Estudio** Proyecto del Solicitante  
"Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> en Pasco, 2024"

**Descripción del proceso:**

Caracterización del concreto endurecido mediante ensayo de absorción según ASTM C642

**Datos del solicitante**

**Requisitos y especificaciones del solicitante:**

Evaluación de la durabilidad del concreto con incorporación de ceniza de cáscara de granadilla

**Fecha entrega de resultados:**

15/04/2025

Bach. Clinton Jhon, CHUCO PANDURO  
Bach. Ivan Darwin, DAGA MENDOZA

**Muestra N°**

ZI.054.01.04.26

**Ref. Solicitante**

Probetas de concreto

**Fecha de recepción:**

10/04/2025

**Muestreo**

La muestra fue remitida e identificada por el Laboratorio

**Descripción/Procedencia**

Muestras de concreto endurecido con 15% de ceniza añadida.

**INFORME:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. Método de prueba estándar para densidad, absorción y huecos en concreto endurecido	ASTM C642	16 Absorción (%) = 5,62%	DAH.2001.25
		17 Absorción (%) = 5,59%	
		18 Absorción (%) = 5,61%	
		19 Absorción (%) = 5,57%	
		20 Absorción (%) = 5,62%	
		Promedio (%) = 5,60%	

**Anexos :** 1 Reportes de Ensayo (2 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPÍ : G004:1993)

Aprobado por

ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
ZEMCO  
Mario Antonio ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP N. 18438

**REPORTE DE ENSAYO**Muestra N°  
ZI.054.01.04.26Reporte N°  
DAH.ZI001.25Página  
2/2Fecha  
15/04/2026**01.01. PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO  
ASTM C642****Tipo de Material:**

Probetas de Concreto Endurecido - 15% de ceniza

Absorción			
MUESTRA	MSSS	MMSH	Ab%
16	3426.70	3244.30	5.62%
17	3490.70	3305.90	5.59%
18	3418.50	3236.90	5.61%
19	3395.30	3216.10	5.57%
20	3318.80	3142.20	5.62%
Ab%PROMEDIO			5.60%

**Leyenda:**MMSH: Masa de la Muestra Seca al Horno  
MSSS: Masa de la Muestra Superficialmente Seco

Observaciones: Los valores de absorción reportados corresponden a las mezclas de concreto con incorporación de ceniza de cáscara de granadilla en 15%.

Revisado por

  
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
Ing. JESÚS PINOZA BUSTILLOS  
E.C. MAESTRO EN DECELECCIÓN  
CON MENCIÓN EN CIENCIACalle Tarma N° 215  
Paragsha - Simón Bolívar  
Cerro de Pasco. (063)281054  
 963665214jespinoza@zemcoingenieros.com  
zemcoingenieros@gmail.com Zemco Ingenieros SAC  
www.zemcoingenieros.com



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### LM-036-2025

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2025-04-28  
EXPEDIENTE : 116-2025

1. SOLICITANTE : ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

DIRECCIÓN : Cal. Tarma N° 215 Barr. Paragsha, Simón Bolívar - Pasco - PASCO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : DIGITAL PRECISION

MODELO : ES-8000H

NÚMERO DE SERIE : 1412A0312

ALCANCE DE INDICACIÓN : 8 000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0,1 g

CLASE DE EXACTITUD : II

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : ZIS-LA-0479-31-1 (\*)

TIPO : ELECTRONICA

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ROCA

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2025-04-24

#### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

#### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ROCA  
Cal. Tarma N° 215 Barr. Paragsha, Simón Bolívar - Pasco - PASCO

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.



Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664



2011



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-036-2025

Página 2 de 3

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	10,3 °C	10,2 °C
Humedad Relativa	50 %HR	51 %HR

### 6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de Exactitud: F1)	CLC-1867-005-24
PESAS 1 g a 2 kg (Clase de Exactitud: M2)	CM-1253-2024
PESAS 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	CM-1257-2024

### 7. OBSERVACIONES

- (\*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Inicial			Final		
	Temp. (°C)	10,3	10,4	Temp. (°C)	10,3	10,4
	Carga L1 = 4 000,0 g			Carga L2 = 8 000,0 g		
N°	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	4 000,0	50	-7	8 000,1	80	63
2	4 000,0	50	-7	8 000,1	80	63
3	4 000,0	50	-7	8 000,1	80	63
4	3 999,9	30	-87	8 000,1	80	63
5	4 000,0	50	-7	8 000,0	50	-7
6	4 000,0	50	-7	8 000,0	50	-7
7	4 000,0	50	-7	8 000,0	50	-7
8	4 000,0	50	-7	8 000,0	50	-7
9	4 000,0	50	-7	8 000,0	50	-7
10	4 000,0	50	-7	8 000,1	80	63
Diferencia Máxima			80			70
Error máximo permitido	± 300,0 mg			± 300,0 mg		



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-036-2025**

Página 3 de 3

2	5
1	
3	4

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal	Temp. (°C)		Determinación de E <sub>0</sub>					Determinación del Error corregido			
	Inicial	Final	Carga mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
	10,4	10,5		1,0	50	0	2 700,0	2 700,0	50	-3	-3
				1,0	50	0		2 700,0	50	-3	-3
				1,0	50	0		2 700,0	50	-3	-3
				1,0	50	0		2 700,1	70	77	77
				1,0	50	0		2 700,0	50	-3	-3
Error máximo permitido : ± 300,0 mg											

(\*) valor entre 0 y 10 e

### ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p ** (mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0						
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100,0
500,0	500,0	50	0	0	500,0	50	0	0	100,0
1 000,0	1 000,0	50	1	1	1 000,0	50	1	1	200,0
2 000,0	2 000,0	50	-3	-3	2 000,0	50	-3	-3	300,0
3 000,0	3 000,0	60	-12	-12	3 000,0	50	-2	-2	300,0
4 000,0	4 000,0	50	-7	-7	4 000,0	50	-7	-7	300,0
5 000,0	5 000,1	50	94	94	4 999,9	30	-86	-86	300,0
6 000,0	6 000,1	50	93	93	6 000,1	50	93	93	300,0
7 000,0	7 000,2	40	202	202	7 000,2	50	192	192	300,0
8 000,0	8 000,3	60	283	283	8 000,3	60	283	283	300,0

(\*\*) error máximo permitido

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón).

l : Indicación de la balanza.

E : Error del valor de indicación

E<sub>0</sub> : Error en cero.

Ec : Error corregido.

ΔL : Incremento de pesas patrones.

$$\text{Lectura corregida } R_{\text{CORREGIDA}} = R - 5,83 \times 10^{-8} \times R$$

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U = 2 \times \sqrt{3,31 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,68 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Es la lectura de la balanza obtenida después de la calibración expresada en g

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### LT-016-2025

Página 1 de 4

FECHA DE EMISIÓN : 2025-04-28  
EXPEDIENTE : 116-2025

1. SOLICITANTE : ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

DIRECCION : Cal. Tarma N° 215 Barr. Paragsha, Simón Bolívar - Pasco - PASCO

2. INSTRUMENTO DE MEDICION : HORNO

MARCA : QUINCY LAB

MODELO : 21-250

NÚMERO DE SERIE : B22-03317

PROCEDENCIA : U.S.A.

IDENTIFICACIÓN : ZILA0886-86 (\*)

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ROCA

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2025-04-24

DESCRIPCIÓN	CONTROLADOR / SELECTOR
ALCANCE	0 °F a 550 °F
DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	50 °F
TIPO	ANALOGICO

3. MÉTODO DE CALIBRACION

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ROCA  
Cal. Tarma N° 215 Barr. Paragsha, Simón Bolívar - Pasco - PASCO

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve



  
Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-016-2025

Página 2 de 4

#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	10,5 °C	10,5 °C
Humedad Relativa	50 %HR	49 %HR

#### 6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	Certificado de calibración
TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	CT-1656-2024

#### 7. OBSERVACIONES

- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
- El controlador se seteo en 200 °F

#### 8. RESULTADOS DE MEDICION

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> -T <sub>min</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	-	108,2	111,9	113,7	113,5	113,3	112,1	114,0	113,6	106,4	110,3	111,5	7,8
02	-	105,7	110,8	112,7	111,7	112,4	112,0	112,3	112,7	106,2	110,0	110,7	7,2
04	-	106,3	111,6	113,3	113,0	113,1	112,0	113,5	113,4	106,5	110,1	111,3	7,2
06	-	105,5	111,0	112,8	112,1	112,5	111,9	112,6	112,9	106,2	109,9	110,7	7,4
08	-	105,9	111,3	113,2	112,6	112,8	112,0	113,1	113,2	106,4	110,3	111,1	7,3
10	-	105,5	111,1	112,8	112,3	112,4	111,9	112,9	112,9	106,1	110,3	110,8	7,4
12	-	105,8	111,3	113,1	112,5	112,8	112,1	113,0	113,1	106,3	110,1	111,0	7,3
14	-	105,8	111,5	113,2	112,9	112,8	112,0	113,2	113,3	106,4	110,0	111,1	7,5
16	-	105,6	110,9	112,6	112,0	112,4	111,9	112,4	112,7	106,2	109,7	110,6	7,1
18	-	106,2	111,7	113,4	113,2	113,0	112,0	113,7	113,4	106,5	110,3	111,3	7,5
20	-	105,4	110,9	112,5	111,8	112,2	111,8	112,3	112,5	106,0	110,4	110,6	7,1
22	-	106,1	111,6	113,3	112,9	113,0	112,0	113,3	113,2	106,3	110,2	111,2	7,2
24	-	105,6	111,1	112,6	112,0	112,4	111,9	112,6	112,6	106,1	109,8	110,7	7,0
26	-	106,7	112,2	113,8	113,9	113,6	112,1	114,0	113,9	106,7	110,9	111,8	7,3
28	-	105,9	111,0	112,8	112,0	112,5	112,0	112,6	112,7	106,2	110,1	110,8	6,9
30	-	106,4	111,9	113,7	113,6	113,4	112,2	114,1	113,7	106,8	110,3	111,6	7,7
32	-	105,6	111,0	112,8	112,0	112,6	112,0	112,5	112,8	106,4	110,1	110,8	7,2
34	-	106,0	111,8	113,4	113,3	113,0	112,0	113,7	113,5	106,5	110,4	111,4	7,7
36	-	105,7	111,0	112,8	111,9	112,5	112,0	112,5	112,8	106,3	110,3	110,8	7,1
38	-	106,0	111,6	113,3	113,0	113,0	112,1	113,4	113,2	106,5	110,3	111,2	7,4
40	-	105,3	110,6	112,4	111,6	111,9	111,7	112,1	112,6	106,2	109,9	110,4	7,3
42	-	106,3	111,9	113,6	113,3	113,2	112,2	113,9	113,5	106,6	110,8	111,5	7,8
44	-	105,3	110,9	112,5	111,7	112,3	111,9	112,3	112,6	106,1	110,0	110,6	7,3
46	-	106,1	111,6	113,4	113,1	113,0	112,1	113,5	113,2	106,6	110,4	111,3	7,4
48	-	105,5	110,7	112,6	111,8	112,3	111,8	112,2	112,6	106,1	110,1	110,6	7,1
50	-	105,9	111,5	113,1	113,0	112,7	111,9	113,3	113,2	106,4	110,2	111,1	7,4
52	-	105,3	110,7	112,5	112,0	112,2	111,7	112,3	112,7	106,0	110,0	110,5	7,4
54	-	106,2	111,8	113,6	113,5	113,1	112,0	113,8	113,5	106,6	110,3	111,4	7,6
56	-	105,5	110,8	112,6	111,9	112,3	111,9	112,3	112,7	106,1	110,1	110,6	7,2
58	-	106,1	111,5	113,4	113,2	112,9	112,0	113,5	113,4	106,3	110,3	111,3	7,4
60	-	105,3	110,8	112,5	112,0	112,2	111,8	112,3	112,6	106,1	110,1	110,6	7,3
T.PROM	-	105,8	111,3	113,0	112,6	112,7	112,0	113,0	113,1	106,4	110,2	111,0	
T.MAX	-	106,7	112,2	113,8	113,9	113,6	112,2	114,1	113,9	106,8	110,9		
T.MIN	-	105,3	110,6	112,4	111,6	111,9	111,7	112,1	112,5	106,0	109,7		
DTT	-	1,4	1,6	1,4	2,3	1,7	0,5	2,0	1,4	0,8	1,2		



# Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-016-2025

Página 3 de 4

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,1	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,3	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	1,15	0,10
Uniformidad Medida	7,8	0,2

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

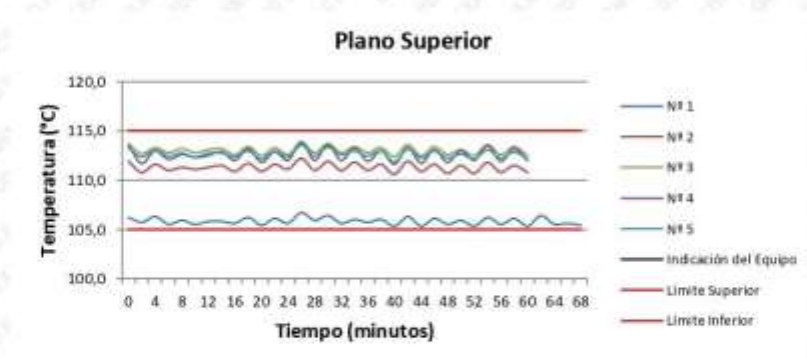
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

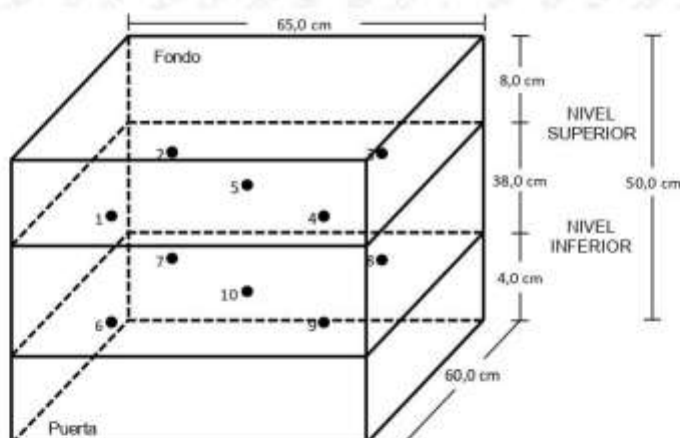
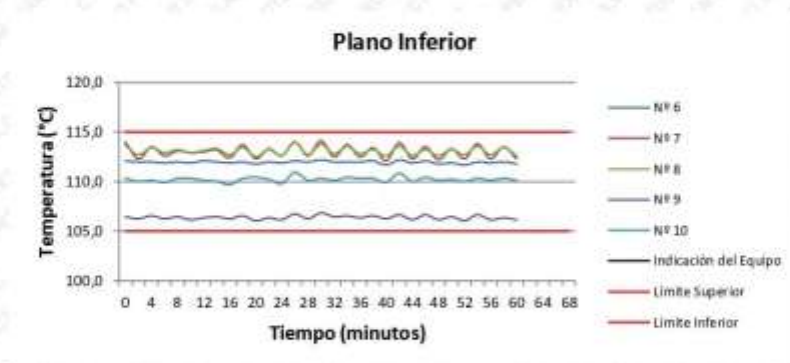
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**“Optimización del uso de ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Pasco, 2024”**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿Cómo optimizar el uso de la ceniza de cáscara de granadilla para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en Pasco, 2024?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ¿Cuál es el efecto de la incorporación de diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?</li> <li>✓ ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de cáscara de granadilla en la durabilidad del concreto, evaluada mediante el índice de absorción de agua?</li> <li>✓ ¿Cuál es la proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto que maximiza tanto la durabilidad como la resistencia?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Optimizar el uso de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> para mejorar su durabilidad y resistencia en la región de Pasco, 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinar el efecto de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.</li> <li>✓ Evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de granadilla en la durabilidad del concreto, mediante el análisis del índice de absorción de agua.</li> <li>✓ Identificar la proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto para maximizar su durabilidad y resistencia a la compresión.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>HG0:</b> La incorporación de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto no mejora significativamente la durabilidad ni la resistencia del concreto con una resistencia característica <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en Pasco, 2024.</li> <li><b>HG1:</b> La incorporación de la ceniza de cáscara de granadilla en el concreto mejora significativamente la durabilidad y la resistencia del concreto con una resistencia característica de <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en Pasco, 2024</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>HE10:</b> La adición de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla no influye significativamente en la resistencia a la compresión, tracción ni flexión del concreto.</li> <li><b>HE11:</b> La adición de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de granadilla influye significativamente en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.</li> <li>✓ <b>HE20:</b> La incorporación de ceniza de cáscara de granadilla no influye en la durabilidad del concreto, reflejada en la variación del índice de absorción de agua.</li> <li><b>HE21:</b> La incorporación de ceniza de cáscara de granadilla influye en la</li> </ul>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Ceniza de cáscara de granadilla</p> <hr/> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Durabilidad Resistencia del concreto</p>	<p><b>Dimensiones</b></p> <p><b>D1:</b> Dosificación de la ceniza de cáscara de granadilla.</p> <hr/> <p><b>D1:</b> Durabilidad (indirecto)</p> <p><b>D2:</b> Resistencia mecánica</p>	<p><b>Indicadores</b></p> <p><b>I1:</b> Proporción de ceniza de cáscara de granadilla (10%, 12.5% y 15%)</p> <hr/> <p><b>I1:</b> Índice de absorción de agua: Ensayo en concreto endurecido según la norma ASTM C642 para medir la absorción de agua en probetas de concreto.</p> <p><b>I1:</b> Resistencia a la compresión: Ensayo en probetas cilíndricas conforme a ASTM C39 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión.</p> <p><b>I2:</b> Resistencia a la tracción indirecta: Ensayo brasileño en probetas cilíndricas para evaluar la resistencia del concreto a esfuerzos de tracción.</p> <p><b>I3:</b> Resistencia a la flexión: Ensayo en</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicativo</p> <p><b>Método de investigación:</b> Científico</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Cuasi Experimental aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativa</p> <p><b>Población:</b> En el laboratorio, acreditado según las normas NTP 339.033 (2015) y ASTM C31 (2008), se fabricaron 92 probetas cilíndricas (10 cm x 20 cm) y 36 viguetas prismáticas (15 cm x 15 cm x 45 cm) para ensayos de compresión, tracción y flexión.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño cuasi-experimental utilizó la totalidad de la población debido a su tamaño reducido, distribuyendo: 36 probetas para compresión (9 control, 27 experimental), 36 para tracción (9 control, 27 experimental), 36 viguetas para flexión (9 control, 27 experimental) y 20 probetas para el Índice de absorción de agua (5</li> </ul>

---

durabilidad del concreto, reflejada en la variación del índice de absorción de agua.

**HE30:** No existe una proporción específica de ceniza de cáscara de granadilla que maximice la durabilidad, la resistencia a la compresión flexión y tracción del concreto.

**HE31:** Existe una proporción óptima de ceniza de cáscara de granadilla en la mezcla de concreto que maximiza la durabilidad, la resistencia a la compresión, flexión y tracción.

---

vigas de concreto según ASTM C78 para medir la capacidad de resistir momentos flectores.

control, 15 experimental).

**Muestreo:**

Para este proyecto, se optó por un muestreo no probabilístico intencional.

**PANEL FOTOGRAFICO**



**Fotografía 1.** Recolección de las granadillas en la localidad de Paucartambo para su calcinación y utilización en el concreto.



**Fotografía 2.** Recolección de las granadillas en la localidad de Paucartambo para su calcinación y utilización en el concreto.



**Fotografía 3.** Se empieza a descascarar las granadillas para su calcinación y posteriormente ser usadas en los diseños de mezclas experimentales.



**Fotografía 4.** Se empieza a descascarar las granadillas para su calcinación y posteriormente ser usadas en los diseños de mezclas experimentales.



**Fotografía 5.** Se realiza el proceso de calcinación de las cáscaras de granadilla y convertirlo en cenizas para ser utilizado para los diseños de mezclas experimentales para esta investigación.



**Fotografía 6.** Se realiza el proceso de calcinación de las cáscaras de granadilla y convertirlo en cenizas para ser utilizado para los diseños de mezclas experimentales para esta investigación.



**Fotografía 7.** Se realiza el secado en el horno por 24 horas aproximadamente de los agregados grueso y finos extraídos de la cantera Cochamarca para realizar los ensayos correspondientes de acuerdo a norma.



**Fotografía 8.** Se realiza el secado en el horno por 24 horas aproximadamente de los agregados grueso y finos extraídos de la cantera Cochamarca para realizar los ensayos correspondientes de acuerdo a norma.



**Fotografía 9.** Se empieza a realizar el ensayo de granulometría según las normas técnicas vigentes para el agregado fino después del cuarteo correspondiente.



**Fotografía 10.** Tamizamos el agregado fino para obtener las cantidades de agregados por tamiz para el ensayo de granulometría y obtener el módulo de finura.



**Fotografía 11.** Realizamos el ensayo de granulometría según las normas técnicas vigentes para el agregado grueso después del cuarteo correspondiente.



**Fotografía 12.** Tamizamos el agregado grueso para obtener las cantidades de agregados por tamiz para el ensayo de granulometría y obtener el módulo de finura.



**Fotografía 13.** Se pesa cada agregado retenido en cada tamiz para obtener el módulo de finura del agregado fino.



**Fotografía 14.** Se pesa cada agregado retenido en cada tamiz para obtener el módulo de finura del agregado grueso.

**Fotografía 15.** Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la



cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 16.** Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.

**Fotografía 17.** Resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la



cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 18.** Resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.

**Fotografía 19.** Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la



cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 20.** Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.

**Fotografía 21.** Resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la



cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 22.** Resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.

**Fotografía 23.** Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso de



cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.

**Fotografía 24.** Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 25.** Realizamos el ensayo de densidad real y absorción de las cenizas de cáscara



granadillas con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 26.** Resultados del ensayo de la densidad real y absorción de las cenizas de cáscara de granadillas con las respectivas normas técnicas vigentes.



**Fotografía 27.** Después de obtener los resultados de las propiedades físicas de cada agregado empezamos a realizar los diseños de mezcla del concreto natural y experimental y realizamos cada mezcla de concreto empezando con el concreto general.



**Fotografía 28.** Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos la ceniza de cáscara de granadilla.

**Fotografía 29.** Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento,



agua y  
para el

concreto experimental pesamos la ceniza de cáscara de granadilla.



**Fotografía 30.** Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos la ceniza de cáscara de granadilla.

**Fotografía 31.** Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento,



agua  
y para  
el

concreto experimental pesamos la ceniza de cáscara de granadilla.



**Fotografía 32.** Realizamos la mezcla del concreto, llamado concreto general para comparar posteriormente con los diseños experimentales.

**Fotografía 33.** Realizamos la mezcla del concreto, llamado concreto general para comparar



posteriormente con los diseños experimentales.



**Fotografía 34.** Empezamos a realizar el ensayo de asentamiento para obtener el Slump del patron general de la mezcla de diseño correspondiente.



**Fotografía 35.** Empezamos a realizar el ensayo de asentamiento para obtener el Slump del patron general de la mezcla de diseño correspondiente. Se realiza los 25 golpes por capa según las normas vigentes.



**Fotografía 36.** Obtenemos el primer asentamiento (Slump) del concreto general para comparar posteriormente con los diseños experimentales.



**Fotografía 37.** Empezamos a llenar los moldes de 10 cm x 20 cm con el concreto general mezclado para obtener probetas y hacer posteriormente los ensayos de compresión, tracción y flexión.



**Fotografía 38.** Se realiza el chuceado correspondiente al concreto en el molde, 25 golpes en 03 capas.



**Fotografía 39.** Empezamos a llenar los moldes de 10 cm x 20 cm con el concreto general mezclado para obtener probetas y hacer posteriormente los ensayos de compresión, tracción y flexión.



**Fotografía 40.** Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos la ceniza de cáscara de granadilla.



**Fotografía 41.** Después de obtener los resultados de las propiedades físicas de cada agregado empezamos a realizar los diseños de mezcla del concreto natural y experimental por lo tanto realizamos la mezcla del concreto experimental, aumentando ceniza de cáscara de granadillas.



**Fotografía 42.** Realizamos la mezcla del concreto experimental reemplazando una proporción del cemento por la ceniza de cáscara de granadilla (10%, 12.5% y 15%), para comparar con el diseño patron.



**Fotografía 43.** Realizamos el ensayo del cono de abrams para obtener el asentamiento (Slump) del concreto experimental.



**Fotografía 44.** Se obtiene el asentamiento (Slump) del concreto experimental (10%, 12.5% y 15%) para comparar con el diseño del patron general.



**Fotografía 45.** Empezamos a llenar los moldes de 10 cm x 20 cm con el concreto experimental mezclado para obtener probetas y hacer posteriormente los ensayos de compresión, tracción y flexión.



**Fotografía 46.** Empezamos a llenar los moldes de 10 cm x 20 cm con el concreto experimental mezclado para obtener probetas y hacer posteriormente los ensayos de compresión, tracción y flexión.



**Fotografía 47.** Después de 24 horas de secado de las probetas de concreto, realizamos el curado de probetas de concreto.



**Fotografía 48.** Sumergimos las probetas del concreto natural y experimental en agua graduada para su respectivo curado, para posteriormente realizar los ensayos de compresión, tracción y flexión.



**Fotografía 49.** Empezamos a medir cada probeta, tanto su altura y su diámetro para hallar el peso unitario.



**Fotografía 50.** Empezamos a medir cada probeta, tanto su altura y su diámetro para hallar el peso unitario.



**Fotografía 51.** Preparamos las probetas generales y experimentales para realizar los ensayos de compresión y tracción y así obtener la resistencia de cada probeta.



**Fotografía 52.** Preparamos las probetas generales y experimentales para realizar los ensayos de compresión y tracción y así obtener la resistencia de cada probeta.



**Fotografía 53.** Obtenemos los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y tracción de cada probeta.



**Fotografía 54.** Obtenemos los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y tracción de cada probeta.



**Fotografía 55.** Realizamos el ensayo de resistencia a la flexión de las vigas generales y experimentales.



**Fotografía 56.** Obtenemos los resultados de la rotura de vigas para hallar el módulo de rotura por el ensayo de resistencia a la flexión del concreto general y experimental para esta investigación.



**Fotografía 57.** En la imagen se muestra el procedimiento de pesado de las probetas, realizado como etapa previa al ensayo de absorción de agua, con la finalidad de evaluar la durabilidad del concreto.



**Fotografía 58.** En la imagen se muestra el proceso de inmersión y manipulación de las probetas de concreto durante el ensayo de absorción de agua, como parte de la evaluación de la durabilidad.



**Fotografía 59.** La imagen presenta la etapa de inmersión de las probetas de concreto, realizada como parte del ensayo de absorción de agua para la evaluación de la durabilidad del material.



**Fotografía 60.** En la imagen se observa el retiro de las probetas de concreto del equipo de secado, procedimiento necesario para la determinación de la absorción de agua en el ensayo de durabilidad.



**Fotografía 61.** En la imagen se observa el proceso de secado de las probetas de concreto en horno, etapa necesaria para la determinación de la masa seca y el cálculo del porcentaje de absorción de agua en el ensayo de durabilidad.



**Fotografía 62.** En la imagen se observa el retiro de las probetas de concreto del horno de secado, una vez alcanzada la masa constante, etapa necesaria para el cálculo del porcentaje de absorción de agua en el ensayo de durabilidad.