

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



T E S I S

**Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto
celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023**

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

Autor:

Bach. Julio FLORES ATENCIO

Asesor:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

Cerro de Pasco – Perú – 2025

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



T E S I S

**Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto
celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

PRESIDENTE

Mg. Jose German RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides

Carrión Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 245-2024-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:

“Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023”

Apellidos y nombres del tesista:

Bach. FLORES ATENCIO. Julio

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. REQUIS CARBAJAL, Luis Villar

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

16 %

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 23 de diciembre del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23.12.2024 03:42:47 -05:00

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a mi familia, que me apoyo cada día al realizar este proyecto de investigación, y a todos que me apoyaron incondicionalmente.

A nuestro Dios por la gran bendición, guía y sabiduría, para acompañarnos siempre en cada paso que damos.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, la cual me permite realizar nuestros ensayos y el proceso de titulación y así seguir llevando con orgullo el nombre de la UNDAC.
- A nuestro asesor el Ing. Requis Carbajal, Luis Villar por su dedicación y esfuerzo compartiendo sus conocimientos y enseñanzas para el éxito del presente trabajo de investigación.
- A mi familia por el gran apoyo que me dieron para terminar este proyecto.

RESUMEN

El objetivo de la investigación es el diseño de concretos celulares de diferentes densidades con materiales que pueden ser encontrados en la región de Pasco. Se presenta al concreto celular como un concreto ligero con aditivo plastificante y espumante con diferentes aplicaciones dependiendo de su densidad y esfuerzo a compresión. Ante la necesidad de mejorar la resistencia del concreto celular, evitando que sea un material excesivamente quebradizo y haciéndolo más resistente a las fisuras por retracción plástica, se ha recurrido al uso de fibras de acero. Esto ha llevado a investigar las implicaciones de su incorporación, planteando la pregunta general: ¿Cómo mejoraría las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023?

En el desarrollo de esta investigación, se formularon diseños de mezcla de concreto celular basados en los parámetros del método ACI 211. Se realizaron pruebas para evaluar la resistencia a la compresión, tracción y flexión a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados obtenidos indican que al incrementar el contenido de fibras de acero en un 1.5%, la resistencia a la compresión del concreto celular mejora mínimamente en un 2% respecto al concreto general, alcanzando una resistencia promedio de 179.80 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la tracción, se observó un aumento del 8.17% en comparación con el concreto general, logrando una resistencia a la tracción de 28.94 kg/cm². Finalmente, al agregar un 1.5% de fibras de acero, el módulo de rotura del concreto alcanzó los 41.02 kg/cm² a los 28 días de curado, lo que representa un incremento del 8.13% respecto al concreto general.

Palabras clave: concreto celular, fibras de acero, densidad, trabajabilidad, espuma y resistencia.

ABSTRACT

The objective of the research is the design of cellular concrete of different densities with materials that can be found in the Pasco region. Cellular concrete is presented as a lightweight concrete with plasticizing and foaming admixture with different applications depending on its density and compressive strength. Given the need to improve the strength of cellular concrete, preventing it from being excessively brittle and making it more resistant to plastic shrinkage cracking, the use of steel fibers has been resorted to. This has led to investigate the implications of its incorporation, posing the general question: How would it improve the mechanical properties of non-structural cellular concrete with steel fibers, Pasco 2023?

In the development of this research, cellular concrete mix designs were formulated based on the parameters of the ACI 211 method. Tests were carried out to evaluate the compressive, tensile and flexural strength at 7, 14 and 28 days of curing. The results obtained indicate that by increasing the steel fiber content by 1.5%, the compressive strength of cellular concrete improves minimally by 2% with respect to general concrete, reaching an average strength of 179.80 kg/cm². As for the tensile strength, an increase of 8.17% was observed compared to the general concrete, achieving a tensile strength of 28.94 kg/cm². Finally, by adding 1.5% of steel fibers, the modulus of rupture of the concrete reached 41.02 kg/cm² at 28 days of curing, which represents an increase of 8.13% compared to the general concrete.

Keywords: cellular concrete, steel fibers, density, workability, foam and strength.

INTRODUCCIÓN

Una de las soluciones más eficientes e innovadoras en la actualidad para la construcción de edificios, orientada a reducir el peso de las estructuras, es el uso de concreto celular. Los materiales utilizados en la fabricación de este tipo de concreto están en constante evolución, buscando alternativas novedosas y útiles que aporten características distintivas durante su aplicación, tales como ligereza, trabajabilidad y propiedades térmicas. Esto permite un mejor desempeño de la estructura frente a agentes externos. Entre estas alternativas innovadoras se encuentra el concreto celular con adición de fibras de acero. Además, las edificaciones construidas con concreto celular mantienen un microclima agradable en su interior. Gracias a sus propiedades como aislante térmico, se minimizan las pérdidas de calor en invierno y se conserva un ambiente fresco durante el verano. Las paredes de concreto celular son resistentes a la humedad exterior y permiten la ventilación de los vapores generados dentro del edificio, contribuyendo a un equilibrio en la humedad relativa del ambiente. En comparación con el concreto tradicional, la estructura aireada del concreto celular ofrece una ventaja significativa al actuar como un excelente aislante, que no se deteriora con el tiempo, a diferencia de las fibras minerales o el teknopor. (Zamora Terrones, 2015)

El uso de concreto celular ha cobrado relevancia en la construcción, especialmente en viviendas populares de bajo costo, para abordar el déficit habitacional. La implementación del sistema de muros de concreto celular asegura un mejor confort ambiental en términos de propiedades térmicas y acústicas, además de reducir los tiempos de construcción y generar ahorros en comparación con los sistemas convencionales.

La decisión de utilizar concreto celular se basa principalmente en un enfoque claro hacia la disminución del peso específico del material utilizado en los tabiques,

garantizando así una resistencia mínima requerida. También se considera la facilidad para obtener los aditivos necesarios para su elaboración y se opta por bloques prefabricados debido a que el proceso de curado es riguroso, buscando así la máxima efectividad durante la ejecución de la obra (Izquierdo Cárdenas & Ortega Rivera, 2017)

La presente investigación se ha estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo I: Este capítulo aborda el planteamiento del problema, donde se presenta una descripción detallada del mismo, la formulación del problema, así como los objetivos generales y específicos. También incluye la justificación de la investigación y sus delimitaciones.

Capítulo II: En este capítulo se desarrolla el Marco Teórico, que abarca los antecedentes de la investigación tanto a nivel internacional como nacional. Se exploran las bases teóricas del concreto y sus componentes, incluyendo el cemento, los agregados, el agua y los aditivos. Además, se detalla el procedimiento para el diseño de mezclas y se analizan las propiedades mecánicas de los especímenes de concreto. También se definen las hipótesis generales y específicas, junto con la identificación de las variables involucradas.

Capítulo III: Este capítulo describe la metodología empleada en el estudio, incluyendo el diseño del mismo, la población objeto de estudio y la muestra seleccionada. Se detallan las técnicas y el equipo utilizados para la recopilación de datos, así como el marco metodológico que ilustra el procesamiento y análisis de los datos obtenidos en los ensayos clínicos.

Capítulo IV: En este último capítulo se presentan los resultados de la investigación relacionados con varios tratamientos aplicados al concreto, organizados en tablas y gráficos. Se incluye un análisis y explicaciones para cada uno de los resultados

obtenidos, así como una discusión que compara estos hallazgos con otros resultados relevantes de la investigación.

Finalmente, se incluyen las conclusiones y recomendaciones de esta investigación, así como la bibliografía consultada y los anexos correspondientes.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.2.1.	Delimitación espacial.....	3
1.2.2.	Delimitación temporal	4
1.2.3.	Delimitación conceptual	4
1.2.4.	Delimitación metodológica.....	4
1.2.5.	Delimitación económica	4
1.2.6.	Delimitación técnica	4
1.2.7.	Delimitación social	5
1.3.	Formulación del problema.....	5
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
1.5.1.	Justificación teórica	6
1.5.2.	Justificación práctica.....	6
1.5.3.	Justificación económica.....	7
1.5.4.	Justificación metodológica	7
1.5.5.	Justificación medioambiental	7
1.5.6.	Justificación investigativa.....	8
1.5.7.	Justificación práctica.....	8
1.5.8.	Justificación climática.....	8
1.6.	Limitaciones de la investigación	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	10
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes nacionales	12
2.2.	Bases teóricas – científicas	16
2.2.1.	Concreto ligero	16
2.2.2.	Concreto celular gaseoso	22
2.2.3.	Concreto celular aireado	23
2.2.4.	Concreto celular	25
2.3.	Definición de términos básicos.....	36
2.3.1.	Concreto celular	36
2.3.2.	Fibra de Acero	37
2.3.3.	Agregado.....	37

2.3.4.	Densidad	37
2.3.5.	Trabajabilidad	38
2.3.6.	Propiedades físicas.....	38
2.3.7.	Propiedades mecánicas	38
2.4.	Formulación de hipótesis	39
2.4.1.	Hipótesis general.....	39
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	39
2.5.	Identificación de variables.....	39
2.5.1.	Variables independientes	39
2.5.2.	Variables dependientes	39
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	40

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	41
3.1.1.	Enfoque	41
3.2.	Nivel de investigación	42
3.3.	Métodos de investigación	42
3.4.	Diseño de investigación.....	43
3.5.	Población y muestra.....	44
3.5.1.	Población	44
3.5.2.	Muestra	44
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.....	45
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos	45
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	47

3.8.	Tratamiento estadístico	47
3.9.	Orientación ética filosófica y epsitémica.....	48

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	49
4.1.1.	Descripción del Proyecto	49
4.1.2.	Recolección de datos del Proyecto	50
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	52
4.2.1.	Propiedades físicas de los agregados naturales.....	52
4.2.2.	Diseño de Mezcla.....	60
4.2.3.	Propiedades físicas del concreto celular – Fresco	62
4.2.4.	Propiedades mecánicas del concreto celular – Endurecido	65
4.3.	Prueba de hipótesis	74
4.3.1.	Hipótesis general.....	74
4.3.2.	Hipótesis específicas.....	76
4.4.	Discusión de resultados	82

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición y propiedades del concreto celular</i>	28
Tabla 2 <i>Resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del concreto celular</i>	29
Tabla 3 <i>Conductividad térmica del concreto celular secado al horno</i>	31
Tabla 4 <i>Operacionalización de variables</i>	40
Tabla 5 <i>Análisis Granulométricos del Agregado Fino</i>	53
Tabla 6 <i>Análisis Granulométricos del Agregado Grueso</i>	54
Tabla 7 <i>Contenido de humedad de los agregados</i>	56
Tabla 8 <i>Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino</i>	58
Tabla 9 <i>Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso</i>	58
Tabla 10 <i>Peso Específico y Absorción del Agregado Fino</i>	59
Tabla 11 <i>Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso</i>	60
Tabla 12 <i>Diseño de Mezcla del Concreto por Método ACI 211</i>	61
Tabla 13 <i>Proporciones de la combinación del Fibras de acero</i>	61
Tabla 14 <i>Diseño de Mezcla con Método ACI 211 reemplazando Fibras de acero</i>	62
Tabla 15 <i>Resistencias a los 28 días de cada Patrón</i>	75
Tabla 16 <i>Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión</i>	76
Tabla 17 <i>Prueba de homogeneidad de varianzas</i>	77
Tabla 18 <i>Prueba de ANOVA para la resistencia a la compresión</i>	77
Tabla 19 <i>Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión</i>	79
Tabla 20 <i>Prueba de homogeneidad de varianzas</i>	80
Tabla 21 <i>Prueba de ANOVA para la resistencia a la compresión</i>	80
Tabla 22 <i>Resultados de las propiedades físicas de cada patrón</i>	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa provincial de Pasco</i>	3
Figura 2 <i>Agregados ligeros</i>	19
Figura 3 <i>Concreto sin finos</i>	21
Figura 4 <i>Espuma preformada</i>	25
Figura 5 <i>Concreto celular con espuma preformada</i>	27
Figura 6 <i>Placa de concreto celular</i>	30
Figura 7 <i>Resistencia al fuego del concreto celular</i>	31
Figura 8 <i>Curva de la distribución granulométrica del agregado fino</i>	53
Figura 9. <i>Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso</i>	54
Figura 10 <i>Consistencia para el concreto celular</i>	63
Figura 11 <i>Temperatura para cada concreto celular</i>	64
Figura 12 <i>Peso unitario por cada concreto celular</i>	65
Figura 13 <i>Curva de la resistencia a la compresión del concreto general</i>	66
Figura 14 <i>Curva de la resistencia a la compresión del concreto patrón A</i>	67
Figura 15 <i>Curva de la resistencia a la compresión del concreto patrón B</i>	67
Figura 16 <i>Curva de la resistencia a la compresión del concreto patrón C</i>	68
Figura 17 <i>Resistencia a la tracción del concreto general</i>	69
Figura 18 <i>Resistencia a la tracción del concreto patrón A</i>	70
Figura 19 <i>Resistencia a la tracción del concreto patrón B</i>	70
Figura 20 <i>Resistencia a la tracción del concreto patrón C</i>	71
Figura 21 <i>Módulo de rotura del concreto general</i>	72
Figura 22 <i>Módulo de rotura del concreto patrón A</i>	73
Figura 23 <i>Módulo de rotura del concreto patrón B</i>	73
Figura 24 <i>Módulo de rotura del concreto patrón C</i>	74

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En el ámbito de la construcción a nivel nacional, garantizar una vida útil prolongada para los edificios y diversas obras ha sido un desafío constante. Factores como el envejecimiento prematuro de las estructuras, técnicas constructivas deficientes, condiciones climáticas adversas y el uso de áridos que no cumplen con las especificaciones técnicas son algunas de las principales causas. En respuesta a estas dificultades, se han desarrollado y aplicado diversos aditivos en el concreto, buscando modificar sus propiedades según sea necesario y optimizar su desempeño durante las etapas de construcción. El concreto, una mezcla de cemento, agregados finos, agregados gruesos y agua, adquiere su resistencia mediante una reacción química entre el agua y el cemento. Actualmente, el uso de materiales adicionales en el concreto se ha convertido en una práctica cada vez más frecuente, ya que estos aditivos permiten alcanzar propiedades que serían difíciles o poco económicas de obtener por otros métodos.

El concreto celular no estructural ha demostrado ser una alternativa innovadora en la industria de la construcción gracias a sus propiedades como la ligereza y el aislamiento térmico y acústico, lo que lo hace ideal para aplicaciones no estructurales, como divisiones internas y paneles de relleno. Sin embargo, uno de sus principales desafíos es su limitada resistencia mecánica, especialmente en compresión y tracción, lo que restringe su uso en aplicaciones de mayor exigencia técnica. (Pacheco Tinoco, 2018)

Esta limitación se vuelve particularmente crítica en regiones como Pasco, donde las condiciones ambientales, como las bajas temperaturas y la altitud, influyen significativamente en el comportamiento de los materiales de construcción. A pesar de que se han realizado estudios sobre aditivos y refuerzos en concretos convencionales, como el uso de fibras de acero, su integración con concreto celular no estructural sigue siendo un campo poco explorado. Las fibras de acero tienen el potencial de mejorar las propiedades mecánicas al redistribuir esfuerzos y aumentar la resistencia al agrietamiento, pero su efectividad en este tipo de concreto requiere investigación específica. (HOLCIM, s. f.)

Esta problemática plantea un desafío para la ingeniería civil, que busca materiales más ligeros, duraderos y sostenibles, adecuados para los contextos locales de construcción. Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar cómo las fibras de acero pueden optimizar las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural en un contexto como el de Pasco, donde las características locales demandan soluciones técnicas adaptadas.

1.2. Delimitación de la investigación

Esta investigación está determinada en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, en el distrito de Chaupimarca de la Provincia de Pasco de la región Pasco.

1.2.1. Delimitación espacial

a) Ubicación

El distrito de Chaupimarca se encuentra ubicado en el departamento de Pasco, con una altitud de 4,373 m.s.n.m. y con un área de 1 500 hectáreas.

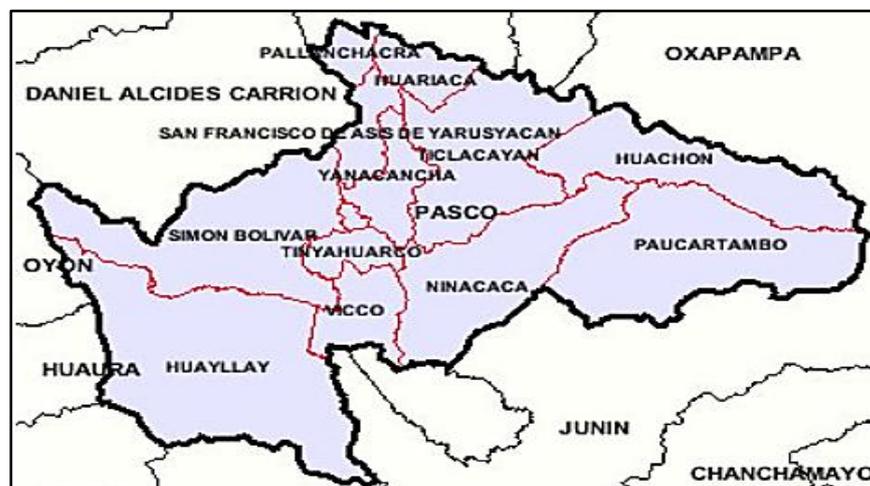
b) Coordenadas geográficas

- **Latitud:** 10° 41' 01" Sur
- **Longitud:** 76° 15' 24" Oeste

c) Distritos que limitan

- **Norte:** Distrito de Yanacancha y Santa Ana de Tusi
- **Sur:** Distrito de Simón Bolívar y Vicco
- **Este:** Distrito de Yanacancha
- **Oeste:** Distrito de Simón Bolívar

Figura 1 Mapa provincial de Pasco



Fuente: Google Maps

1.2.2. Delimitación temporal

El estudio se llevó a cabo durante los meses de agosto, setiembre y octubre del año 2023, enfocándose en un periodo de análisis y experimentación que abarca desde la recolección de datos iniciales hasta la validación de los resultados obtenidos mediante pruebas mecánicas específicas en laboratorio.

1.2.3. Delimitación conceptual

El enfoque principal fue el concreto celular no estructural reforzado con fibras de acero. Se analizarán propiedades mecánicas específicas como la resistencia a la compresión, la tracción y la ductilidad, dejando fuera otras propiedades, como el aislamiento térmico o acústico, que, aunque relevantes, no son el objetivo de este estudio.

1.2.4. Delimitación metodológica

El método de investigación será experimental. Se realizaron mezclas controladas de concreto celular no estructural con diferentes proporciones de fibras de acero para evaluar sus efectos en las propiedades mecánicas. Las pruebas incluirán ensayos de compresión y tracción, siguiendo normas internacionales como ASTM y NTP.

1.2.5. Delimitación económica

El alcance económico se ajustó a los recursos disponibles para el desarrollo de pruebas de laboratorio, adquisición de materiales (fibras de acero, cemento, agentes espumantes) y análisis de resultados. No se considerarán costos de implementación a escala industrial.

1.2.6. Delimitación técnica

Se trabajó con fibras de acero de dimensiones y características específicas disponibles en el mercado local. Las proporciones de fibras se limitaron rangos

establecidos en investigaciones previas y se aplicaron únicamente a mezclas de concreto celular no estructural.

1.2.7. Delimitación social

Aunque los resultados del estudio pueden beneficiar a diversos sectores de la construcción, el trabajo se centró en evaluar su viabilidad técnica, sin considerar impactos sociales o económicos a largo plazo en la región de Pasco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo mejoraría las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023?
- b. ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023?
- c. ¿Cuál es el efecto de las propiedades físicas del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Mejorar las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Efectuar la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023.

- b. Efectuar la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023.
- c. Efectuar las propiedades físicas del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

Esta investigación se basa en teorías relacionadas con la mecánica de materiales y el diseño de concretos ligeros. El concreto celular no estructural, reconocido por su ligereza y aislación, enfrenta limitaciones en resistencia mecánica que restringen su aplicabilidad en obras constructivas. Las fibras de acero, como refuerzo, son conocidas por mejorar la ductilidad, resistencia a la tracción y capacidad de absorción de energía en materiales compuestos. Esta investigación profundizará en los principios teóricos que explican la interacción entre las fibras y la matriz cementicia, contribuyendo al desarrollo de nuevas teorías sobre el comportamiento de concretos ligeros reforzados.

1.5.2. Justificación práctica

En regiones como Pasco, donde las condiciones climáticas son extremas y afectan significativamente a los materiales de construcción, es crucial desarrollar soluciones técnicas adaptadas. El estudio proporcionará un diseño de mezcla optimizado que permita a los constructores locales emplear concreto celular reforzado, aumentando la vida útil de las estructuras. Este tipo de material puede aplicarse en elementos no estructurales como tabiques, paneles de relleno y elementos prefabricados, con beneficios en términos de ligereza, manejabilidad y resistencia.

1.5.3. Justificación económica

La optimización de las propiedades del concreto celular con fibras de acero podría generar ahorros significativos en el transporte y manipulación, gracias a su menor peso en comparación con concretos convencionales. Además, al aumentar la durabilidad y resistencia del material, se reducirán los costos de mantenimiento y reparación en obras no estructurales. Esto puede tener un impacto positivo en proyectos constructivos de bajo presupuesto, especialmente en comunidades rurales y urbanas de Pasco, donde los recursos financieros suelen ser limitados.

1.5.4. Justificación metodológica

El enfoque experimental de esta tesis permite generar datos precisos y reproducibles sobre el comportamiento del concreto celular reforzado. Al emplear ensayos normalizados, como pruebas de compresión (ASTM C39) y tracción indirecta (ASTM C496), se garantizará la validez de los resultados. Además, los métodos de comparación entre mezclas con diferentes proporciones de fibras de acero aportarán una metodología aplicable a investigaciones futuras en el área de concretos ligeros y sostenibles.

1.5.5. Justificación medioambiental

El uso de concreto celular implica una menor demanda de materiales pesados y una reducción en las emisiones de carbono asociadas con su producción, transporte y colocación. Incorporar fibras de acero como refuerzo no solo mejora las propiedades del material, sino que también contribuye a la sostenibilidad al extender la vida útil de las estructuras y reducir la generación de residuos constructivos. Este enfoque es especialmente relevante en un contexto

de cambio climático y busca fomentar prácticas constructivas más respetuosas con el medio ambiente.

1.5.6. Justificación investigativa

La investigación sobre el uso de fibras de acero en concretos ligeros es un campo en crecimiento, pero con áreas aún por explorar, especialmente en regiones de alta altitud y condiciones extremas como Pasco. Este estudio contribuirá al conocimiento científico al ofrecer nuevos datos sobre el comportamiento de concretos celulares en estas condiciones específicas, sirviendo como referencia para investigaciones futuras y para el desarrollo de normativas técnicas adaptadas al contexto local.

1.5.7. Justificación práctica

El desarrollo de concretos celulares más resistentes y económicos podría beneficiar directamente a comunidades con acceso limitado a materiales constructivos tradicionales. En regiones como Pasco, donde las viviendas y edificaciones enfrentan condiciones adversas, este material puede ofrecer una alternativa accesible para mejorar la calidad de las construcciones. Además, fomenta la transferencia tecnológica y el empleo de soluciones locales adaptadas a las necesidades específicas de la población.

1.5.8. Justificación climática

El concreto celular reforzado puede ser especialmente relevante en zonas con condiciones extremas, como lluvias intensas, bajas temperaturas y altas altitudes. Este tipo de material tiene el potencial de mejorar la resiliencia de las construcciones frente a eventos climáticos adversos, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático en la infraestructura local.

1.6. Limitaciones de la investigación

En el proceso de realización de este tema de investigación, me he encontrado con dificultades, pero traté de superarlas y puedo presentar los resultados:

- Financiación económica para investigación y compra de material.
- Los aditivos de biopolímeros no son fáciles de encontrar ya que no hay mucha demanda en Pasco.
- Directorio especializado porque la UNDAC no brinda servicios de posgrado.
- No hemos encontrado un laboratorio acreditado por INACAL en Pasco.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- El tesista (Arbito Contreras, 2016) en su tesis “Concreto celular para uso estructural”, obtuvo como conclusión que la incorporación de un agente espumante en la mezcla de concreto reduce significativamente su densidad en cualquier etapa de endurecimiento, lo cual se debe a la formación de burbujas microscópicas dentro del material, confirmando los resultados esperados. Además, se evidencia que, al aumentar la proporción del agente espumante, la resistencia a la compresión disminuye en comparación con el concreto convencional. Este tipo de concreto celular, con la inclusión del agente espumante, se presenta como una opción viable para elementos no estructurales, como paneles divisorios y materiales de relleno. También se puede emplear en construcciones de pequeña escala, como viviendas de hasta dos niveles o en proyectos de vivienda social.

- “Correlación entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero”, (Julián et al., 2013) El estudio evaluó las propiedades mecánicas y el desempeño a flexión de un concreto reforzado con fibras de acero (CRF A) mediante ensayos en 128 especímenes, incluyendo cilindros y vigas. Se observó que, al aumentar la proporción de fibras, la resistencia a compresión disminuye hasta un valor constante ($f_c/f_{co}=0.87f_c/f_{co} = 0.87f_c/f_{co}=0.87$), mientras que la capacidad de deformación y la ductilidad mejoran, acompañado por una reducción en el módulo de elasticidad. Este comportamiento se atribuye a la sustitución de agregado grueso por fibras y al aumento de aire en la mezcla, lo que afecta la adherencia matriz-fibra. En el ensayo de compresión diametral, la resistencia a tensión indirecta aumenta con la cantidad de fibras. La prueba de flexión destacó como representativa, mostrando que las fibras incrementan la capacidad de absorción de energía (tenacidad) y la deformación después del agrietamiento inicial. Un producto $V_f \times (l_f/df)$ superior a 50 indica una mejor interacción entre matriz y fibra.
- En la tesis “Análisis del comportamiento a cortante de concretos de 21MPa y 44MPa reforzado con fibras de acero” de (Ávila Sarmiento & Buriticá Rincón, 2016), concluye que la dosificación óptima de fibras de acero es del 1.5%, pues el incremento en la resistencia al corte fue el más representativo con valores del 155% (Fibra 65/60) y 242% (Fibra 80/60) para concretos de 21Mpa y del 172% (Fibras 65/60) y 180% (Fibra 80/60) para concretos de 44Mpa respecto a la

resistencia al corte de las probetas sin fibras. La Fibra de Acero 80/60 presento un mejor comportamiento al corte que la Fibra de Acero 65/60, debido a que el resultado se ve más influenciado por la cantidad de unidades de fibras que por el diámetro de la misma. Las fibras de acero presentan un mejor comportamiento al corte en concretos de alta resistencia (44Mpa). Las fibras de acero producen que las fallas frágiles, comunes en concretos de alta resistencia, se presenten de manera dúctil.

- Según la tesis “Diseño de mezcla de un concreto celular de baja densidad utilizando residuos de cantera”, (Huertas Cobos, 2021), concluye que la caracterización de los materiales fue clave en el diseño de la mezcla, permitiendo seleccionar una proporción adecuada de agregados: 70% grava de ¼” y 30% arena filler. Aunque la grava presentó un mayor porcentaje de absorción (9.2%) comparado con la arena (6.2%), esta proporción funcionó satisfactoriamente en los ensayos. El diseño resultó en un concreto celular de baja densidad y baja resistencia controlada, adecuado como material de relleno en infraestructura vial. Las densidades obtenidas clasifican esta mezcla como concreto celular de baja resistencia, ideal para evitar sobrecostos en caso de excavaciones, ya que sus resistencias no aumentaron significativamente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Para la tesis “Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones” (Lazo Arraya, 2017), Se evaluó que el costo de tres dosificaciones de concreto celular

diferentes densidades los resultados en el diseño A para densidades de 1800 kg/m³ y 1600 kg/m³ fueron S/.245.51 y S/.225.00 soles respectivamente para el diseño B de densidades 1600 kg/m³ y 1300 kg/m³ fueron de S/.226.38 y S/.202.21 soles respectivamente y finalmente para el diseño C con densidades de 1800 kg/m³ y 1700 kg/m³ fueron de S/.256.80 y S/.243.89 respectivamente.

➤ Según la tesis “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto celular para optimizar el diseño utilizando aditivo espumante y polvo de aluminio”, (Aybar Arriola, 2021), El diseño de mezcla del concreto celular de baja densidad incluyó la sustitución parcial de cemento con polvo de aluminio y el uso de un aditivo espumante, obteniendo las siguientes conclusiones:

- **Con polvo de aluminio:** Este material mejoró las propiedades mecánicas, alcanzando una resistencia a compresión de 92.93 kg/cm² a los 28 días, un incremento del 96% en comparación con el agente espumante. Además, la densidad disminuyó un 10% respecto al diseño con agente espumante.
- **Con aditivo espumante:** Se observó una disminución del 30% en la resistencia a compresión al agregar un 2% de agente espumante por cada 100 litros de agua. También, la densidad y el volumen de vacíos se redujeron en un 26% y 39%, respectivamente, en comparación con el concreto patrón.
- **Comparación:** El polvo de aluminio, cuando se añadió al 3% respecto al peso del cemento, redujo la resistencia a compresión en un 53.58%. Sin embargo, disminuyó la densidad y el volumen

de vacíos en un 21% y 14%, respectivamente, en comparación con el concreto patrón.

- Para (Paredes Lozano, 2023) en sus tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de concreto celular para muros de tabiquería con la adición de acero residual en 1%, 3% y 5%, Cajamarca 2023”, indica que las unidades de tabiquería de concreto celular, con y sin adición de acero residual, cumplen con las propiedades exigidas por la norma técnica E.070 en cuanto a variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión, aunque no satisfacen los rangos establecidos para la propiedad de succión, mostrando valores por debajo de los requeridos. Los resultados indican que la adición de acero residual mejora propiedades como resistencia a compresión (139.74 kg/cm² con 1% de adición) y reduce peso en un 4.42% comparado con un ladrillo convencional, mientras que a mayores porcentajes de adición (hasta 5%) se observan aumentos en alabeo, absorción y disminuciones en resistencia. Esto destaca al concreto celular como una opción ligera y funcional para unidades de tabiquería en muros no portantes.
- “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”, (Sotil Levy & Zegarra Riveros, 2015), se realizaron ensayos de compresión en 27 probetas cilíndricas de 6” x 12”, siguiendo las normas ASTM C-192 y NTP 339.033, a edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados confirman que el concreto

fibroreforzado mejora mecánicamente en comparación con el concreto sin refuerzo. Inicialmente, la resistencia a compresión aumentó en un 30% al incorporar fibras, estabilizándose en un incremento del 15% para la fibra Wirand FF3 y del 5% para la fibra Wirand FF4 a los 28 días. Los datos reflejan una variación significativa en los primeros días: 30% a los 7 días y 19% a los 14 días, lo que evidencia un aumento inicial de resistencia que se estabiliza con el tiempo.

- “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga – Ayacucho”, (De La Cruz Mercado & Quispe Ccahuin, 2014), El análisis del concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF1 muestra que este material incrementa la resistencia a la compresión axial en comparación con el concreto convencional. Se utilizaron probetas cilíndricas y prismáticas de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, evaluándose tanto un diseño patrón como uno reforzado con fibras metálicas. Los mejores resultados se obtuvieron a los 28 días, alcanzando una resistencia promedio de 272 kg/cm^2 en el concreto con fibras de acero, lo que confirma que las fibras mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto. Este estudio proporciona información valiosa para entender el comportamiento de las fibras de acero en aplicaciones estructurales, destacando su impacto positivo en la compresión axial del concreto.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Concreto ligero

El concreto ligero se caracteriza por tener una densidad inferior a la del concreto tradicional. Su densidad puede oscilar entre 300 kg/m^3 y 2000 kg/m^3 , en contraste con el concreto normal, que presenta una densidad de aproximadamente 2300 kg/m^3 a 2400 kg/m^3 . Esta reducción en la densidad se consigue mediante la incorporación de aire para crear poros o vacíos en la mezcla, o utilizando agregados de baja densidad. (Zamora Terrones, 2015)

Según el ACI213R-14, el concreto ligero se categoriza en función de su densidad y sus aplicaciones, como se detalla a continuación:

- **Concreto de baja densidad:** Este tipo de concreto ligero presenta una densidad que varía entre 300 kg/m^3 y $1,000 \text{ kg/m}^3$. Se emplea en partes no estructurales de un edificio, como en el aislamiento y las divisiones internas. Su resistencia es inferior a 7 MPa , y los agregados más comúnmente utilizados son la vermiculita y la perlita. (Zamora Terrones, 2015)
- **Concreto de densidad media:** El concreto de densidad media tiene una densidad que ronda entre $1,000 \text{ kg/m}^3$ y $1,600 \text{ kg/m}^3$. Los agregados predominantes en este tipo son la piedra pómez y la escoria. Este concreto es generalmente un material cementoso que puede servir como soporte estructural. Su resistencia mínima es de aproximadamente 17 MPa . (Zamora Terrones, 2015)
- **Concreto de densidad media alta:** El concreto de densidad media alta, que se sitúa en un rango de densidad entre $1,600 \text{ kg/m}^3$ y $2,200 \text{ kg/m}^3$, también se conoce como concreto ligero estructural y se utiliza para construir estructuras que requieren soporte de carga. Los agregados más utilizados en

este tipo de concreto incluyen ceniza volante, escoria expandida y pizarra. (Zamora Terrones, 2015)

Las ventajas del concreto ligero frente al concreto tradicional se pueden resumir en varios beneficios, que se agrupan en tres perspectivas distintas:

➤ **Ingeniería**

- **Reducción de la carga muerta:** Los concretos ligeros tienen una masa por unidad de fuerza inferior, lo que permite disminuir significativamente el peso de las estructuras de concreto, como los edificios altos. (Zamora Terrones, 2015)
- **Reacción ante terremotos (Sismo):** El concreto ligero es más eficaz en la absorción de ondas de choque en comparación con el concreto convencional. Este tipo de concreto puede manejar impactos de cargas sin sufrir daños. (Zamora Terrones, 2015)

➤ **Económico**

- **Ahorro de tiempo:** Debido a la menor masa involucrada en la construcción en comparación con el concreto tradicional, se puede acortar el tiempo de edificación. Los componentes constructivos como pisos, paredes y techos con propiedades ligeras son más fáciles de transportar y manipular. (Zamora Terrones, 2015)
- **Ahorro de costos:** Su ligereza permite reducir los gastos en transporte, mano de obra y manipulación. (Zamora Terrones, 2015)

➤ **Ambiental**

- El concreto ligero fue desarrollado inicialmente para sustituir al concreto convencional, pero también puede ser adaptado para reemplazar la madera en construcciones residenciales, lo que contribuye a disminuir la

deforestación. Además, muchos de los materiales utilizados para fabricar concreto ligero provienen de residuos industriales, como las cenizas volantes, ayudando a transformar desechos en productos más ecológicos. Por último, su menor peso en comparación con el concreto tradicional contribuye a reducir las emisiones de CO₂, especialmente durante el transporte de los materiales. (Zamora Terrones, 2015)

Existen tres métodos amplios para producir concreto:

➤ **Concreto con agregados livianos**

Aunque los agregados ligeros pueden ser de origen natural, los concretos ligeros se elaboran principalmente con agregados producidos industrialmente mediante un proceso de expansión en hornos que utilizan arcilla o pizarra. Esto permite obtener propiedades específicas y confiables. La producción de estos concretos requiere prestar atención a la dosificación, considerando los fenómenos de desecación por absorción de agua durante las etapas de mezclado, transporte y vertido, ya que esto podría afectar la trabajabilidad. Un exceso de agua puede perjudicar el aislamiento térmico y, además, podría causar que los agregados gruesos más ligeros floten debido a la vibración. El bombeo también es un aspecto importante a analizar, ya que la presión puede introducir agua de la mezcla en el agregado, lo que podría secarlo y generar el riesgo de obstrucciones en las tuberías. Además, se requiere un curado más riguroso en comparación con el concreto convencional, ya que el calentamiento durante el fraguado es más intenso debido a la menor masa y a la baja conductividad térmica del material. (Ramírez Ortiz, 1998)

Hay una amplia variedad de agregados ligeros que presentan diferentes propiedades, características y orígenes. Entre los más destacados se encuentran:

- Piedra pómez
- Arcilla expandida
- Poliestireno expandido
- Perlita expandida
- Vermiculita
- Cascote de ladrillo

Figura 2 *Agregados ligeros*



Fuente: Elaboración propia

➤ **Concreto sin finos**

El concreto sin finos se caracteriza por contener poco o ningún agregado fino, presentando vacíos distribuidos de manera uniforme. Este tipo de concreto está compuesto por agregado grueso y pasta de cemento. Las partículas del agregado están recubiertas por una fina capa de cemento y se encuentran en contacto entre sí, lo que contribuye a su resistencia. La considerable interconexión entre los vacíos le otorga una densidad baja en comparación con el concreto convencional. Gracias a su estructura, el concreto sin finos es un material ideal para aplicaciones en capas y pisos donde se requiere drenaje. El agregado grueso debe ser preferiblemente de

un solo tamaño, siendo los tamaños nominales más comunes de 10 y 20 mm; no obstante, se ha observado que las combinaciones de agregados (como 10 y 7 mm, o 20 y 14 mm) también funcionan de manera satisfactoria. (Zamora Terrones, 2015)

Por lo general, la relación entre cemento y agregado por volumen se sitúa entre 1:6 y 1:8. Las mezclas más delgadas, con proporciones de 1:8 a 1:10, disminuyen la probabilidad de que los poros queden obstruidos por la pasta de cemento. Por lo tanto, para capas de drenaje donde se puede aceptar una resistencia menor, es preferible utilizar una relación de 1:10. Además, es importante mantener la relación agua/cemento en un nivel bajo, por ejemplo, entre 0.4 y 0.5, para garantizar que la pasta de cemento cubra adecuadamente los agregados y evitar la segregación. (IMCYC, 2009)

La resistencia del concreto sin finos es inferior a la del concreto convencional y depende de la relación entre agregado y cemento, la relación agua y cemento, así como del grado de compactación (densidad). Las resistencias típicas oscilan entre 5 y 13 MPa. Por ejemplo, una mezcla con una relación de agregado a cemento de 8:1, una relación agua/cemento de 0.4 y una densidad de 1850 kg/m³ presenta una resistencia aproximada de 7.5 MPa. (Zamora Terrones, 2015)

Figura 3 *Concreto sin finos*



Fuente: (ALLANBLOCK, s. f.)

➤ **Concreto con inclusión de aire**

Una forma de obtener concreto ligero es incorporar burbujas de gas en la mezcla fluida de cemento y arena, lo que da lugar a un material con una estructura celular, similar al hule espuma, con celdas que varían entre 0.1 y 1 mm de tamaño. La superficie de estas celdas debe ser lo suficientemente resistente para soportar el proceso de mezclado y compactación. Por esta razón, el concreto resultante se denomina Concreto Celular o aireado. Desde un punto de vista técnico, el uso del término "concreto" en este contexto es inexacto, ya que la mezcla generalmente no incluye agregado grueso.

Existen dos métodos básicos para generar la aireación:

- **Concreto gasificado:** Este tipo de concreto se produce mediante una reacción química entre una base alcalina (como la cal y el cemento) y un ácido, lo que libera gas que se incorpora al mortero fresco. Este proceso permite que la masa se expanda sin que el gas se escape. (Zamora Terrones, 2015)

- **Concreto con espuma:** Se obtiene al introducir burbujas de aire en el mortero a través de espuma preformada de origen sintético. Estas burbujas permanecen estables y conservan su forma durante todo el proceso de fraguado, convirtiéndose en celdas de aire discretas dentro de la matriz de cemento. La presencia de estas burbujas de aire es lo que confiere al concreto aireado su característica de ligereza. (Zamora Terrones, 2015)

2.2.2. Concreto celular gaseoso

En 1943, Josef Hebel adquirió y perfeccionó una tecnología que permitió desarrollar un sistema para fabricar bloques ligeros de concreto celular, curado en autoclave, conocido como "Sistema Hebel". Este sistema, ampliamente utilizado hoy en día en la construcción de viviendas, es popular por sus propiedades aislantes y su facilidad de uso. Este material ha tenido una aplicación intensiva en Europa durante más de 80 años, en el Medio Oriente desde hace aproximadamente 40 años, y en Estados Unidos se ha producido industrialmente desde mediados de la década de 1990. Además, en regiones como Australia y Sudamérica, se han establecido plantas de producción de estas unidades ligeras de concreto bajo licencias de empresas matrices como Hebel, Celcon y Xella, desde hace unos 20 años.

El concreto celular curado en autoclave, conocido en inglés como *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)*, se fabrica incorporando una cantidad específica de polvo de aluminio y aditivos a una mezcla compuesta por arena de sílice, cemento o cal, y agua. Durante su estado líquido o plástico, la reacción química entre el polvo de aluminio y el hidróxido de calcio del agente de cementación genera burbujas macroscópicas. (Zamora Terrones, 2015)

La proporción de polvo de aluminio requerida para producir concreto gaseoso con un peso específico definido varía según el tamaño de sus partículas, manteniendo constantes los demás factores. En términos generales, esta cantidad se encuentra entre el 0,25 % y el 0,50 % del peso del cemento. Los ensayos de laboratorio realizados con este tipo de concreto han demostrado mejores resultados cuando se emplea una menor cantidad de polvo fino, específicamente aquel que pasa por un tamiz de 6400 mallas. (ICPA, 2015)

El polvo de aluminio reacciona con los compuestos alcalinos del cemento, formando aluminatos y liberando hidrógeno, aunque solo se retiene entre el 40 % y 50 % del gas generado. La cantidad necesaria de polvo de aluminio para obtener un volumen específico de poros en el concreto puede calcularse previamente, pero parte del gas escapa durante el endurecimiento. Además, el tamaño de las partículas de aluminio influye en la velocidad de la reacción: partículas gruesas reaccionan en 20-30 minutos, medianas en 1-2 horas, y finas en 2-2.5 horas. El concreto celular curado en autoclave (AAC) se produce bajo alta presión de vapor a temperaturas de 180-210 °C, alcanzando densidades de 400-700 kg/m³ y resistencias a compresión de 2-8 MPa. Sin embargo, este proceso es costoso y la producción está limitada por el tamaño de las autoclaves y las instalaciones de fundición. (Zamora Terrones, 2015)

2.2.3. Concreto celular aireado

Existen dos métodos principales para fabricar concreto celular aireado. El primero implica incorporar una espuma preformada, densa y altamente estable a la mezcla. Esta espuma se genera previamente utilizando un dispositivo llamado generador de espuma, lo que requiere que tanto el mortero como la espuma se preparen por separado. El segundo método consiste en añadir un aditivo

espumante de alta concentración directamente a la mezcla de concreto o mortero celular. Este aditivo, al combinarse con los demás materiales, atrapa un porcentaje de aire, y mientras más vueltas dé el mezclador, mayor será la cantidad de aire atrapado. (Zamora Terrones, 2015)

La espuma orgánica y biodegradable no produce ninguna reacción química; su función principal es actuar como envoltorio para el aire. Como resultado, el concreto celular aireado presenta un comportamiento similar al del concreto ordinario, especialmente en aspectos como el curado, endurecimiento y, de manera destacada, el "envejecimiento". Su resistencia se incrementa de forma indefinida gracias al proceso de hidratación, que consiste en la formación de cristales en el cemento, siempre que esté expuesto a la humedad del ambiente. (NEOPOR, 2015)

Este tipo de concreto ha encontrado rápidamente un amplio campo de aplicación en la construcción. Inicialmente se utilizó en la fabricación de tabiques divisorios, techos y bloques aligerados, y posteriormente en aplicaciones geotécnicas como rellenos de suelos, estabilización de taludes y construcción de muros de contención. Su popularidad se debe principalmente a su eficiencia, facilidad de transporte, ligereza, plasticidad, fluidez y otras características que lo distinguen del concreto convencional, elaborado con agregados pétreos. La inclusión de burbujas de aire de tamaño uniforme proporciona a la mezcla un alto grado de fluidez, lo cual es fundamental durante los procesos de fabricación, transporte y vertido del concreto. Además, la estabilidad de estas burbujas de aire es notablemente alta, resistiendo las exigencias del mezclado, vaciado y relleno de encofrados, y manteniéndose intactas hasta el endurecimiento del concreto. (Zamora Terrones, 2015)

Figura 4 *Espuma preformada*



Fuente: (HORMICEL, 2011)

2.2.4. Concreto celular

El concreto celular, que incluye tanto el concreto gaseoso como el aireado, se estudia en esta investigación a partir de un aditivo espumante con espuma preformada inyectada en la mezcla, lo que permitirá realizar ensayos de laboratorio. Este material fue creado para combinar las ventajas de la madera, como aislamiento y trabajabilidad, evitando sus desventajas como combustión y fragilidad. Aunque su uso se ha perfeccionado y extendido a nivel mundial como un producto económico y de calidad, en Perú su desarrollo ha sido limitado debido a la falta de una cultura de incorporación de nuevos materiales. (Zamora Terrones, 2015)

Definición

El concreto celular posee características distintivas, ya que, gracias a un componente espumoso añadido a la mezcla, es más ligero que el concreto convencional compuesto de cemento, arena y grava, materiales tradicionalmente utilizados en la construcción. Sin embargo, esta descripción es más cualitativa que una definición precisa. También se ha propuesto definirlo como un concreto

elaborado con agregados de peso ligero, aunque esta interpretación puede generar confusión, pues comúnmente se asocia a los agregados ligeros la capacidad de reducir el peso del material. No obstante, existen concretos ligeros que no contienen agregados en absoluto. (IMCYC, 2009)

Debido a la dificultad para establecer una definición precisa, durante mucho tiempo el concreto ligero fue identificado como aquel cuya densidad superficialmente seca no supera los 1,800 kg/m³. Definir el concreto celular con exactitud resulta complejo, ya que los productos similares, tanto en su proceso de fabricación como en sus aplicaciones, suelen agruparse bajo el término genérico de "concreto celular". No obstante, lo que caracteriza a todos los tipos de concreto celular es la incorporación de burbujas de aire, ya sea mediante procesos químicos o mecánicos. (Zamora Terrones, 2015)

A pesar de las diversas confusiones sobre su definición, el ACI ayuda a aclarar estos conceptos al definir el concreto celular *como "Aquel concreto en el que todo o parte del agregado es reemplazado por burbujas de gas o aire"*.

El (ACI 523.2R-96, 1996) también define el concreto celular como *"un producto ligero compuesto por cemento Portland y/o cal con material fino silíceo, como arena, escoria o ceniza volante, mezclado con agua para formar una pasta con una estructura homogénea de células vacías. Esta estructura celular se obtiene principalmente por la formación de huecos macroscópicos, ya sea a través de una reacción química que libera gas o mediante la incorporación mecánica de aire u otros gases"*.

Con el objetivo de evitar confusiones y facilitar la comprensión de esta investigación, se propone adoptar una definición clara. Así, en el desarrollo de este estudio, se utilizará el término "concreto celular" exclusivamente para

referirse al material resultante de la mezcla de cemento Portland, arena fina, agua y espuma preformada, previamente elaborada. (Zamora Terrones, 2015)

Figura 5 *Concreto celular con espuma preformada*



Fuente: (Youtube, 2024)

Características y propiedades

A diferencia de los concretos tradicionales, la característica más destacada del concreto celular es su densidad. No obstante, sus propiedades térmicas, acústicas, su facilidad de trabajo, entre otras, brindan importantes ventajas en la industria de la construcción. Su capacidad de diseño permite un gran confort a quienes lo utilizan y disfrutan.

A. Características mecánicas

- **Compresión:** La guía del (ACI 523.3R-14, 2014) señala que factores como la densidad, el contenido de cemento, la relación agua/cemento, las propiedades y el contenido de los agregados, y las condiciones de curado influyen en la resistencia a la compresión del concreto celular. La densidad es un criterio fundamental para controlar tanto la resistencia a la compresión como el módulo de elasticidad del concreto celular, ya que la fuerza está relacionada con la densidad en estado fresco (y, por lo tanto, también en estado seco). La densidad en estado fresco puede

determinarse durante la colocación del concreto celular para estimar la resistencia a la compresión que se podría alcanzar, utilizando los resultados presentados en la Tabla N° 1.

Tabla 1. *Composición y propiedades del concreto celular*

Densidad		Arena: Cemento	Agua: Cemento	Factor Cemento		Resistencia a compresión estimada	
Lb/ft3	Kg/m3			Lb/yd3	Kg/m3	PSI	Mpa
50	800	0.79	0.6	564	335	250	1.7
50	800	0.55	0.5	658	390	300	2.1
50	800	0.29	0.5	752	446	400	2.8
60	960	1.27	0.6	564	335	350	2.4
60	960	0.96	0.5	658	390	400	2.8
60	960	0.65	0.5	752	446	500	3.5
70	1120	1.75	0.6	564	335	450	3.1
70	1120	1.37	0.5	658	390	500	3.5
70	1120	1.06	0.45	752	446	600	4.1
80	1280	2.22	0.6	564	335	600	4.1
80	1280	1.78	0.5	658	390	650	4.5
80	1280	1.42	0.45	752	446	750	4.8
90	1440	2.85	0.45	564	335	1100	7.6
90	1440	2.19	0.5	658	390	1100	7.6
90	1440	1.78	0.45	752	446	1300	9.0
100	1600	3.18	0.6	564	335	1250	8.6
100	1600	2.65	0.45	658	390	1700	11.7
100	1600	2.14	0.45	752	446	1800	12.4
110	1760	3.66	0.6	564	335	2000	13.8
110	1760	3.06	0.45	658	390	2600	17.9
110	1760	2.44	0.5	752	446	2500	17.2
120	1920	3.32	0.6	658	390	3320	22.9
120	1920	2.80	0.5	752	446	3520	24.3

Fuente: (ACI 523.3R-14, 2014)

- **El módulo de elasticidad (E):** El módulo de elasticidad del concreto refleja la deformación que el material experimenta bajo cargas de corta duración dentro del rango elástico. En el caso del concreto celular, este módulo está directamente relacionado con su densidad y resistencia a la compresión, siendo menor en comparación con el concreto convencional.

Tabla 2 Resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del concreto celular

Densidad, lb/ft ³ (kg/m ³)	Resistencia a la compresión 28 días, PSI (Mpa)	Módulo de elasticidad, ksi (GPa)
50 (800)	250 a 400 (1.7 a 2.8)	149 (1.03)
65 (1040)	400 a 550 (2.8 a 3.8)	297 (2.05)
80 (1280)	600 a 750 (4.1 a 5.1)	491 (3.38)
95 (1520)	800 a 1100 (5.5 a 7.6)	772 (5.31)
110 (1760)	1300 a 1600 (9.0 a 11.0)	1191 (8.21)

Fuente: (ACI 523.3R-14, 2014)

- **Resistencia a la tensión y cortante:** El concreto celular se caracteriza por su excelente trabajabilidad y su capacidad autonivelante. Esto lo convierte en un material autocompactante que no requiere vibración durante su colocación. Su alto contenido de aire elimina la tendencia al sangrado, y puede ser bombeado a grandes distancias, tanto en sentido vertical como horizontal.

B. Propiedades físicas

- **Trabajabilidad:** El concreto celular se caracteriza por su sobresaliente trabajabilidad y capacidad autonivelante, lo que lo convierte en un material autocompactante que no necesita vibración durante su colocación. Su elevado contenido de aire elimina la posibilidad de sangrado y permite que sea bombeado a grandes distancias, tanto en sentido vertical como horizontal.
- **Densidad:** La densidad del concreto celular varía entre 300 kg/m³ y 1800 kg/m³, lo que lo convierte en un material extremadamente ligero, una característica muy valorada en la construcción. En el caso de bloques para mampostería y elementos prefabricados, esta ligereza reduce costos de transporte y permite fabricar piezas más grandes con densidades bajas (Figura 6), facilitando su manejo y acelerando los procesos

constructivos. Además, los esfuerzos laterales que soportan los edificios durante un sismo son proporcionales al peso de la estructura; por lo tanto, al ser más liviano, el concreto celular reduce significativamente las cargas sísmicas sobre las construcciones.

Figura 6 *Placa de concreto celular*



Fuente: (Masa Group, 2021)

- **Aislamiento acústico:** El concreto celular destaca por su excelente capacidad de absorción acústica, gracias a su estructura celular. Su baja densidad contribuye a mejorar la atenuación del sonido, lo que lo convierte en un material ideal para aislamiento acústico. Por esta razón, los bloques de concreto celular son ampliamente utilizados en aplicaciones que requieren reducir la transmisión del ruido.
- **Resistencia al fuego:** Pruebas de laboratorio realizadas en paneles de concreto celular han demostrado que este material puede resistir fuego directo durante una hora en las losas y hasta cuatro horas en los muros, sin comprometer su integridad estructural. En estas pruebas, el concreto celular soportó temperaturas superiores a 700 °C, con un punto de fusión

que varía entre 1000 y 2000 °C, dependiendo de los materiales utilizados en su composición.

Figura 7 Resistencia al fuego del concreto celular



Fuente: (Ytong España, 2012)

- **Aislante térmico:** El concreto celular ofrece un excelente aislamiento térmico gracias al aditivo espumante, que genera numerosos alvéolos llenos de micro células de aire no interconectadas. Una vez fraguado, este material se convierte en un aislante térmico hasta diez veces más eficiente que el concreto convencional, proporcionando mayor confort térmico y contribuyendo al ahorro energético en sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Tabla 3 Conductividad térmica del concreto celular secado al horno

Densidad seca al horno, lb/ft ³ (kg/m ³)	Conductividad térmica k	
	Btu/h.ft ² (°F in)	W/ (m.K)
50 (800)	1.3	0.2
65 (1080)	2.1	0.3
80 (1280)	2.8	0.4
95 (1520)	4.0	0.57
110 (1760)	5.4	0.77

Fuente: (ACI 523.3R-14, 2014)

- **Absorción de agua:** La absorción de agua en el concreto celular está determinada por su densidad y los materiales empleados en la mezcla.

Por lo general, esta absorción es baja debido a que las células o alvéolos en su estructura no están interconectados. Además, la incorporación de ceniza volante o humo de sílice puede reducir la porosidad capilar, lo que contribuye a disminuir aún más la absorción de agua.

- **Resistencia al congelamiento y descongelamiento:** El concreto celular posee una destacada resistencia frente a los ciclos de congelación y descongelación, gracias a su elevado contenido de cemento y a la estructura interna formada por vacíos.

Proceso de producción de concreto celular

La investigación se enfoca en el concreto celular producido mediante la adición de espuma preformada a la mezcla de cemento, arena, agua y aditivos. La mezcla debe realizarse mecánicamente para lograr una distribución uniforme de los materiales y la densidad deseada, evitando un exceso de mezcla que afecte la densidad y consistencia. La secuencia recomendada inicia con el agua y aditivos solubles, seguido del agregado, cemento y otros aditivos, dejando la espuma preformada al final para preservar las células de aire. La cantidad de aire en concretos prefabricados o colados varía entre 20-50% cuando se utiliza estructuralmente, y entre 51-80% para aplicaciones de aislamiento térmico, empaque o relleno.

Aplicaciones

El uso de concreto celular en edificios, construcciones y pavimentos se está ampliando cada vez más. A continuación, se muestran algunas de las aplicaciones más comunes que se utilizan actualmente:

- **Densidades de 300 – 600 kg/m³ (19 – 38 lbs/ft³):** Este material, compuesto únicamente por cemento y espuma, se emplea en azoteas y pisos como

aislante térmico y acústico. Se utiliza en suelos rígidos, pero no actúa como material estructural.

- **Densidades de 600 – 900 kg/m³ (38 – 56 lbs/ft³):** Fabricados con arena, cemento y espuma, estos materiales se utilizan en la producción de bloques y paneles precolados o premoldeados para paredes divisorias o de revestimiento, losas para techos falsos, y capas de aislamiento térmico y acústico en edificios residenciales y comerciales de varios pisos.
- **Densidades de 900 – 1200 kg/m³ (56 – 75 lbs/ft³):** Fabricado con arena, cemento y espuma, este material se emplea en bloques y paneles de concreto para las capas externas de los edificios, así como en paredes divisorias y losas de concreto para techos y pisos.
- **Densidades de 1200 – 1600 kg/m³ (75 – 100 lbs/ft³):** Fabricado con arena, cemento y espuma, este material se emplea en paneles prefabricados de diversas dimensiones para aplicaciones comerciales e industriales.
- **Densidades de 1600 – 1800 kg/m³ (100 – 115 lbs/ft³):** Fabricado con arena, cemento y espuma, este material se utiliza en losas y otros elementos estructurales donde se requiere una alta resistencia.

Ventajas y desventajas del concreto celular

El concreto celular ofrece diversas ventajas en comparación con el concreto convencional. Se puede utilizar en la fabricación de aligeramientos, maximizando el uso del material y generando una menor cantidad de escombros. Además, tiene un costo de materiales reducido y es ecológico, ya que, una vez cumplido su ciclo de vida, puede ser demolido, triturado y reutilizado en la producción de nuevos productos.

A. Ventajas

- **Resistencia al fuego:** El Concreto Celular es altamente resistente al fuego y adecuado para trabajos en zonas de riesgo de incendio. Las pruebas han demostrado que, además de ofrecer protección prolongada contra el fuego, la exposición a un calor intenso, como una llama de alta energía cerca de la superficie, no causa ni roturas ni explosiones, a diferencia del concreto de densidad normal.
- **Durabilidad:** Es un material muy duradero, resistente al paso del tiempo. No se descompone y su longevidad es comparable a la de una roca. Su alta resistencia a la compresión permite utilizar una menor cantidad de material en la construcción.
- **Calor:** Debido a su excelente capacidad de aislamiento térmico, las construcciones con Concreto Celular pueden retener calor, lo que contribuye a reducir los gastos de calefacción entre un 20 y un 30%.
- **Microclima:** Ayuda a mantener el calor durante el invierno y resiste la humedad. También protege contra las altas temperaturas en verano y regula la humedad del aire, favoreciendo la creación de un microclima agradable, similar al de una casa de madera.
- **Montaje rápido:** La baja densidad y la ligereza del Concreto Celular, junto con el mayor tamaño de sus bloques en comparación con los ladrillos, aumentan significativamente la velocidad de instalación. Este material se puede trabajar y cortar fácilmente para crear canales y pasajes para cables eléctricos y tuberías. Además, su fácil montaje se debe a la alta precisión de sus dimensiones, con una tolerancia de ± 1 mm.

- **Aislamiento acústico:** Ofrece una excelente absorción acústica. Los edificios construidos con Concreto Celular cumplen con las normativas de aislamiento acústico.
- **Compatibilidad ambiental:** Su impacto ambiental es solo superado por el de la madera. El coeficiente de compatibilidad ambiental del Concreto Celular es 2; el de la madera es 1, el de los ladrillos es 10 y el de los bloques de arcilla expandida es 20.
- **Economía:** La precisión en las dimensiones de los bloques de Concreto Celular permite realizar un aplanado interno y externo más fino. Este material es entre un 10% y un 87% más ligero que el concreto convencional, lo que resulta en un ahorro significativo en los costos de la estructura y los cimientos debido a la reducción de peso.
- **Protección:** El Concreto Celular ofrece una excelente protección contra la propagación del fuego, alcanzando el primer grado de resistencia en las pruebas realizadas. Esto lo hace adecuado para su uso en construcciones antincendios.
- **Transporte:** Gracias a su combinación de bajo peso y volumen, el Concreto Celular facilita el transporte tanto de material premezclado como de elementos prefabricados para la construcción.

B. Desventajas

- **Económicamente más costoso:** El Concreto Celular tiene un costo más elevado en comparación con otros materiales.
- **Mayor cuidado en el encofrado:** El encofrado requiere más atención durante la colocación del material.

- **Vulnerabilidad a ataques químicos:** Debido a su mayor porosidad, el Concreto Celular es más susceptible a los ataques químicos, como los provenientes de agua freática, ambientes corrosivos, y escurrimiento de líquidos reactivos.
- **Curado especializado:** El proceso de curado del Concreto Celular debe realizarse en cámaras herméticas altamente resistentes y costosas, especialmente para la fabricación de elementos de gran tamaño.
- **Necesidad de un sistema de producción controlado:** Es fundamental establecer un sistema de producción regularizado (dosificación, mezclado y curado), ya que cualquier factor puede afectar las propiedades físicas y mecánicas del producto final. Por ejemplo, un mal amasado puede generar una mezcla incompleta de los componentes, mientras que un exceso de amasado puede causar la segregación de los materiales.
- **Mayor deformación:** Los concretos livianos presentan mayores deformaciones en comparación con el concreto convencional, debido a sus módulos de elasticidad más bajos.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Concreto celular

Es una mezcla compuesta por material silíceo pulverizado (como arena, escoria o ceniza volante), cemento y/o cal, agua y un aditivo que genera aire, como el polvo de aluminio. Este aditivo, al reaccionar químicamente con el agua alcalina, produce hidrógeno y expande el mortero, creando macroporos con un diámetro de entre 0,5 y 1,5 mm. Después, el material se somete a un proceso de curado con vapor a alta presión (autoclave) durante 6 a 12 horas, a una

temperatura de 190 °C y una presión de 1,2 MPa. Esto da lugar a una matriz de mortero endurecido compuesta principalmente por silicatos de calcio hidratados. (Javier Silva, s. f.)

2.3.2. Fibra de Acero

Las fibras de acero están elaboradas principalmente con alambre de acero bajo en carbono, la cual se caracteriza por su elevado límite elástico, las fibras contienen la suficiente ductibilidad para permitir dobladuras de 180 grados. La geometría de la fibra de acero está diseñada para tener un buen anclaje, por ese motivo cuenta con una deformación a lo largo de las mismas que provee ese buen anclaje al concreto. (DEACERO, 2022)

2.3.3. Agregado

En el blog (Posada Perú, 2022), los agregados de construcción son materiales granulares que se utilizan en la construcción de edificios, carreteras, puentes y otras estructuras. Asimismo, son esenciales para brindar resistencia y durabilidad a las estructuras, además de mejorar la apariencia y proporcionar una superficie de trabajo adecuada. Por último, los agregados de construcción afectan directamente la calidad del concreto. Por lo tanto, es esencial asegurarse de que cumplan con las normas y especificaciones técnicas requeridas para garantizar la calidad y la durabilidad de las estructuras construidas.

2.3.4. Densidad

La densidad del hormigón se refiere a la cantidad de peso del material por unidad de volumen, es decir, medida en metros cúbicos (m³). Es relevante señalar que el peso del hormigón puede variar, incluso si mantiene el mismo volumen. La densidad del concreto está directamente relacionada con los componentes utilizados en su fabricación. Se pueden emplear arena, rocas, grava o gravilla

como materiales áridos, pero también se utilizan otros elementos que pueden modificar significativamente sus propiedades, como la textura, la forma y la resistencia. Las variaciones en el hormigón dependen de varios factores, como la cantidad de material árido y cemento en la mezcla, así como su tamaño. Además, la cantidad de agua utilizada en la mezcla y el aire atrapado en el interior durante el proceso de secado son factores determinantes. (PAVICONJ, s. f.)

2.3.5. Trabajabilidad

Para los autores (Barberí et al., s. f.) en el blog de AATH indican que la trabajabilidad es la capacidad de una mezcla de hormigón fresco para ser manipulada, transportada, colocada, compactada y terminada sin la necesidad de esfuerzos excesivos y sin que ocurra segregación, adaptándose a las características del elemento y los recursos disponibles en la obra.

2.3.6. Propiedades físicas

En la Ingeniería civil, son aquellas propiedades que se relacionan con la textura, la estructura, la permeabilidad y consistencia de los materiales. Es frecuentemente empleado en el área de Mecánica de suelos (Kosmatka et al., 2004).

2.3.7. Propiedades mecánicas

Son aquellas propiedades que pueden afectar a la capacidad portante de los materiales o la resistencia mecánica de estos cuando se les aplica una fuerza. Estas se relacionan con la propiedad de un material para resistir deformaciones (Kosmatka et al., 2004).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural mejorarán utilizando fibras de acero, Pasco 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. El efecto de la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural mejorará incrementando fibras de acero, Pasco 2023.
- b. El efecto de la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural mejorará incrementando fibras de acero, Pasco 2023.
- c. Las propiedades físicas del concreto mejoraran incrementando fibras de acero, Pasco 2023

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

- Fibras de acero

2.5.2. Variables dependientes

- Mejoramiento de las propiedades del concreto celular no estructural

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 4 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de medición
Fibras de acero	Las fibras de acero, hechas principalmente de alambre de acero bajo en carbono, tienen un alto límite elástico y suficiente ductilidad para permitir doblarlas hasta 180 grados. Su geometría está diseñada para proporcionar un buen anclaje al concreto, gracias a su deformación a lo largo de la fibra.	Determinar la resistencia del concreto celular adicionando fibras de acero.	Pre - Test: Se evaluará las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural, antes de la incorporación de fibras de acero (grupo de control). Experimento: Se evaluará las propiedades mecánicas del concreto celular no	Pre - test: Porcentajes de 0.5%, 1.5% y 3%. Experimento: Con la incorporación de fibras de acero, se demostrará la mejora en sus propiedades mecánicas del concreto celular no estructural. Post - test: Se demostrará que las propiedades mecánicas del	Independiente	Proporcional
Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural	Es la capacidad de soportar una carga o esfuerzo que se necesita para llevar al estado de rotura del material.	Esta variable se medirá mediante ensayos de laboratorio.	del concreto celular no estructural incorporando fibras de acero. Post - test: Se evaluará el aprendizaje obtenido de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural después de la fibra de acero.	concreto no estructural obtienen una mejora con respecto al grupo control.	Dependiente	Razón (kg/cm ²)

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación se clasifica como de **tipo correlacional**, ya que su propósito principal es analizar la relación existente entre dos variables específicas. En este sentido, se busca determinar si existe una asociación significativa entre ellas y en qué medida una variable influye o está vinculada con la otra. Este tipo de estudio no implica manipulación de las variables, sino que se enfoca en observar, medir y establecer patrones de comportamiento o tendencias en función de los datos obtenidos.

3.1.1. Enfoque

El enfoque adoptado es cuantitativo, ya que permite analizar la realidad a través de parámetros medibles, replicables y reproducibles bajo las mismas condiciones en cualquier momento. Asimismo, facilita el uso de datos numéricos. (Hernández Sampieri, 2014)

3.2. Nivel de investigación

El presente estudio se clasifica como de **tipo explicativo**, ya que tiene como objetivo principal identificar y dar a conocer las causas que originaron o condicionaron la naturaleza del fenómeno en análisis, tal como lo menciona (Carrasco Díaz, 2008). A través de este, se pretende comprender a profundidad los factores que intervienen y determinar de manera clara las razones por las cuales las fibras de acero contribuyen a mejorar las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia específica de $F'c = 175\text{Kg/cm}^2$. Este tipo de investigación no solo busca describir el comportamiento del fenómeno, sino también proporcionar una explicación fundamentada, real y científica basada en el análisis riguroso de datos obtenidos experimentalmente. De este modo, se podrá establecer con precisión qué características o condiciones de las fibras de acero influyen en las propiedades del concreto, lo cual permitirá contribuir al conocimiento técnico en el campo de la ingeniería civil y servir como referencia para futuros estudios relacionados con la optimización de materiales de construcción.

3.3. Métodos de investigación

En la presente investigación se utilizó el **método científico**, el cual es reconocido como un proceso riguroso y sistemático empleado para la adquisición de nuevos conocimientos y que, a lo largo de la historia, ha caracterizado a la ciencia como una disciplina basada en la objetividad y la evidencia. Este método se compone de diversas etapas fundamentales que aseguran la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos, tales como la observación sistemática del fenómeno en estudio, la medición precisa de las variables involucradas, la formulación y comprobación de hipótesis a partir de datos concretos y verificables, así como el

análisis y la revisión crítica de los resultados obtenidos. A través de este proceso ordenado, se busca garantizar que los hallazgos del estudio sean reproducibles y que puedan contribuir de manera significativa al conocimiento científico existente. De esta manera, el método científico permitirá abordar de forma lógica y estructurada las interrogantes planteadas en la investigación, asegurando conclusiones fundamentadas y verificables.

3.4. Diseño de investigación

En el caso de la presente investigación, se ha determinado que esta corresponde al **tipo experimental**, ya que se centra en la evaluación y determinación de las propiedades físico – mecánicas del concreto celular al cual se le ha incorporado fibras de acero. Este enfoque experimental implica la manipulación controlada de variables, lo que permite observar y analizar de manera objetiva los efectos de la adición de las fibras de acero sobre las características del concreto. Para ello, se llevarán a cabo ensayos experimentales en un laboratorio, donde se aplicarán procedimientos estandarizados y metodologías específicas para medir parámetros como la resistencia, la durabilidad y otros comportamientos mecánicos del material. A partir de estos resultados obtenidos, se podrán identificar de forma precisa los cambios o mejoras que las fibras de acero producen en las propiedades del concreto celular, brindando así una base científica y técnica que contribuirá al conocimiento de materiales innovadores y sostenibles en el ámbito de la construcción. Este tipo de investigación es fundamental, ya que permite validar hipótesis y establecer conclusiones mediante pruebas prácticas y comprobables, lo que garantiza la fiabilidad de los datos obtenidos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población del presente estudio está conformada por las unidades de probetas fabricadas a partir de concreto celular al que se le ha adicionado fibras de acero. Estas unidades han sido elaboradas específicamente con el propósito de analizar y determinar sus propiedades físico-mecánicas bajo condiciones controladas. La selección de esta población se fundamenta en la necesidad de evaluar el comportamiento estructural del concreto celular modificado, considerando parámetros como la resistencia a la compresión, tracción, flexión, la densidad, la absorción de agua y otras características relevantes para su desempeño en aplicaciones constructivas. El análisis detallado de estas unidades permitirá obtener datos precisos y comparables, los cuales servirán como base para interpretar cómo influye la adición de fibras de acero en las propiedades del concreto celular y, de esta manera, aportar conocimientos valiosos para su posible aplicación en proyectos de construcción innovadores y sostenibles.

3.5.2. Muestra

En cuanto a la muestra, se seleccionarán 72 unidades de probetas cilíndricas y 36 viguetas de concreto celular sin y con adición de fibras de acero, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 18 unidades de concreto celular sin adición de fibras de acero (muestra de control o patrón), 18 unidades con adición de fibras de acero en un 0.5%, 18 unidades con adición de fibras de acero en un 1.5% y, finalmente, 18 unidades con adición de fibras de acero en un 3.0%, todas ellas sometidas a un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos seleccionada para esta investigación es la observación directa, que consiste en examinar detenidamente el fenómeno o caso estudiado, recopilando la información relevante para su posterior análisis. En este proceso, el investigador utiliza sus sentidos para mantenerse alerta a los eventos que ocurren, analizando los sucesos dentro de un contexto natural y global. (Zamora Terrones, 2015)

En el caso de este estudio, las variables en cuestión, que corresponden a las propiedades físico – mecánicas de las unidades de probetas con adición de fibras de acero, serán evaluadas de manera visual. Los datos serán registrados mediante protocolos específicos que sirven como instrumentos para la toma de información.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se emplearon para la presente investigación fueron: equipos de laboratorio para el ensayo de la muestra, equipo de cómputo, información bibliográfica y manuales de laboratorio, equipos fotográficos, calculadoras y materiales de apunte.

- **Validez:** Esta es la verdadera representación de la variable. El contenido describe las herramientas utilizadas para obtener información para comparar los indicadores utilizados para medir las variables.
- **Estudio en laboratorio:** Indicar técnicas y reglamentos aplicados. Indicar los ensayos y la norma nacional (NTP) o internacional (ASTM, ACI). Determinar el avance de las acciones a realizar.

- **Granulometría:** Para analizar la granulometría, se considera el uso de 22 tamices conformado por ASTM: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", Nro. 4, Nro. 10, Nro. 20, Nro. 40, Nro. 60, Nro.140 y Nro. 200.
- **Contenido de Humedad:** Seque completamente la muestra en un recipiente con una fuente de calor seleccionada para evitar la pérdida de gránulos. El secado demasiado rápido puede hacer que algunos gránulos exploten, lo que provocaría la pérdida de gránulos. Use un horno de temperatura controlada si el calor excesivo cambia las propiedades del relleno o requiere mediciones más precisas. Si utiliza una fuente de calor que no sea un horno de temperatura controlada, agite la muestra durante el secado para acelerar el proceso y evitar el sobrecalentamiento localizado. Mezclar la muestra es opcional cuando se usa un horno de microondas. (NTP 339.185, 2002).
- **Peso Específico:** Coloque inmediatamente 500 g del material preparado en una botella de muestra y llénela con agua a 23°C/- 2°C para alcanzar aprox. marca de 500cc. Después de una hora, se llena el agua hasta 500 cm³ y se determina el peso total del agua añadida al matraz con una precisión de 0,1 g. El agregado fino se secó en el matraz a 110 °C/-5 °C hasta peso constante, se enfrió en el matraz a temperatura ambiente durante ½ a 1½ horas y se pesó. (NTP 400.022, 2013)
- **Resistencia a la Compresión, Tracción y flexión:** La resistencia a la compresión, tracción y flexión son propiedades fundamentales del concreto que determinan su desempeño estructural. La resistencia a la compresión mide la capacidad del material para soportar cargas que lo comprimen, siendo la más relevante para el concreto, ya que este

material resiste principalmente fuerzas de compresión. La resistencia a la tracción, por otro lado, evalúa la capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a estirarlo o romperlo, siendo típicamente más baja que la de compresión. Finalmente, la resistencia a la flexión se refiere a la habilidad del concreto para resistir esfuerzos que provocan su curvatura, lo que es clave en elementos como vigas y losas. Estas propiedades son esenciales para garantizar la estabilidad y seguridad de las estructuras de concreto.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la presentación de los datos, se emplearán herramientas informáticas especializadas como Excel y SPSS. El programa Excel será utilizado para la organización y visualización preliminar de los datos obtenidos, permitiendo la creación de tablas, gráficos y resúmenes que faciliten la interpretación inicial. Por otro lado, SPSS será el software principal para realizar análisis estadísticos más complejos, ya que ofrece una amplia gama de funciones que permiten procesar grandes volúmenes de datos y extraer conclusiones significativas. Excel servirá como soporte para la manipulación de los datos, mientras que SPSS proporcionará un análisis detallado y riguroso, asegurando que los resultados sean fiables y estadísticamente válidos.

3.8. Tratamiento estadístico

El programa SPSS se utilizará de manera específica para analizar las dosificaciones óptimas de concreto que mejoren de forma significativa las propiedades físico-mecánicas que son el objetivo principal de la investigación. Este software permitirá aplicar diferentes pruebas estadísticas que faciliten la comparación de los distintos resultados obtenidos con las distintas dosificaciones

de concreto. Con SPSS, se podrá identificar qué combinaciones de materiales y proporciones proporcionan los mejores resultados en cuanto a resistencia a la compresión, tracción y flexión, entre otras propiedades. Además, el análisis estadístico realizado con SPSS ayudará a determinar la relevancia de los cambios observados y a confirmar si las diferencias son significativas desde el punto de vista científico y técnico.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Considerando la importancia de la investigación, ésta se llevará a cabo con responsabilidad y transparencia, además de la obligación de adelantar el mencionado trabajo de investigación a las metas trazadas y así garantizar la corrección de este trabajo.

La investigación debe adherirse estrictamente a las normas éticas establecidas por el Vicerrectorado de Investigación, así como por las instituciones encargadas de garantizar la integridad y la probidad en las investigaciones científicas. Estas normas son fundamentales para asegurar que el estudio se realice de manera responsable, transparente y respetuosa con los derechos de los participantes, la confidencialidad de los datos y el uso adecuado de los recursos. Además, se deben seguir los principios éticos relacionados con la veracidad de los resultados, evitando cualquier tipo de fraude o manipulación de datos. El cumplimiento de estas normativas no solo garantiza la calidad y la validez de la investigación, sino que también protege la confianza pública en los procesos científicos y asegura que los hallazgos sean utilizados de manera que beneficien a la sociedad de forma justa y equitativa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Descripción del Proyecto

En este capítulo, se presentan inicialmente los resultados de los ensayos de las propiedades físicas de cada uno de los elementos que conforman el agregado natural, así como las propiedades físicas de las fibras de acero utilizadas en el proyecto titulado **“Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023”**. Estos materiales han sido descritos y detallados en secciones previas de la investigación, donde se especificaron sus características, origen y las razones por las cuales fueron seleccionados para el estudio. En esta sección, se profundiza en los datos obtenidos de los ensayos, proporcionando información clave sobre las propiedades físicas que afectan su desempeño en la mezcla de concreto celular. Los resultados obtenidos serán fundamentales para entender cómo cada material contribuye al comportamiento global del concreto y cómo las fibras de acero interactúan con el concreto celular para mejorar sus propiedades mecánicas, como

la resistencia y la durabilidad. Dichos ensayos servirán como base para la comparación con los resultados obtenidos en etapas posteriores del estudio.

4.1.2. Recolección de datos del Proyecto

Datos del Proyecto

El proyecto "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023" tiene como objetivo optimizar las características del concreto celular mediante la incorporación de fibras de acero. Se lleva a cabo en los laboratorios de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, con un enfoque en superar una resistencia mínima de 175 kg/cm². Los materiales utilizados, como el cemento Tipo I – Andes, los agregados de la cantera Sacra Familia y el agua potable de la universidad, provienen de fuentes comerciales locales, asegurando su calidad y viabilidad para evaluar el impacto de las fibras de acero en el concreto celular.

Contenido del Proyecto

- En primer lugar, presentamos los resultados de resistencia a la compresión realizados en muestras de concreto en las que se sustituyó las fibras de acero por el agregado grueso.
- Luego, después de las pruebas de laboratorio, se calculó la mezcla utilizando el método ACI 211 para crear seis mezclas preliminares con diferentes proporciones. Composiciones mixtas de hormigón natural comparando resultados y cinco composiciones de hormigón reemplazando fibras de acero por agregado grueso en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 3.0%. A la vez se aumentó aditivos como la microsílíce y microfibras para su resistencia. Este diseño compuesto está diseñado para una resistencia a la compresión de $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

- En tercer lugar, utilizando concreto de agregado natural estándar, se prepararon muestras cilíndricas con diferentes proporciones de reemplazo de las fibras de acero. Por lo tanto, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión después de 7, 14, 28 días en una posición de curado. Luego se determina la composición de la mezcla utilizando alternativas óptimas en tubos de ensayos cilíndricos con diferentes tasas de sustitución de fibras de acero.
- Finalmente, se comparó el comportamiento del concreto estándar y del concreto y del concreto reemplazando fibras de acero en cuanto a sus propiedades mecánicas. De manera similar, se juzgará la viabilidad y los beneficios de herramientas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, como el uso de fibras de acero la producción del concreto.

Secuencia Constructiva

- Primero, se analizaron las propiedades físicas probando la distribución del tamaño de las partículas, la gravedad específica, la compresibilidad, el contenido de agua, la gravedad específica y la tasa de absorción del agregado natural.
- Las formulaciones mixtas utilizadas se enumeran en el apéndice más adelante en este proyecto. Fueron creados a partir de datos sobre las propiedades físicas de los agregados naturales.
- Se analizan las propiedades mecánicas del hormigón, incluida la determinación del peso unitario de las mezclas del concreto estándar y el peso unitario de las alternativas del concreto con fibras de acero. También se determinan temperaturas para mezclas, concreto estándar y concreto

sustituido con fibras de acero. Además, se mide el asentamiento de mezclas de concreto estándar y concreto sustituido por fibras de acero.

- Finalmente, el método de ensayo estándar para resistencia a la compresión de probetas cilíndricas para concreto natural y concreto sustituido con fibras de acero se realiza utilizando la norma ASTM C39 / NTP 339.034.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Propiedades físicas de los agregados naturales

Se analizaron las propiedades físicas del agregado natural y las propiedades del aditivo microsílíce en cuanto a sus propiedades mecánicas, ya que el agregado grueso es reemplazo por las fibras de acero. Estas pruebas se realizan mediante ensayos granulométricos, pesos unitarios sueltos y compactados de cada agregado, contenido de humedad de los mismos agregados y por último peso específico y absorción.

Análisis Granulométrico de Agregados Naturales

- **Análisis Granulométrico del agregado fino**

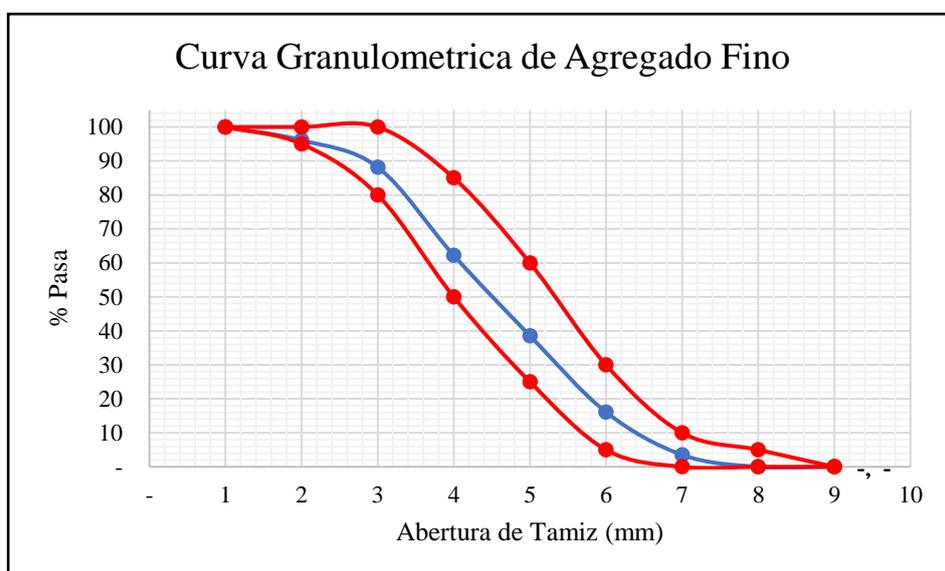
Según la norma de ensayo NTP 400.012, se utilizó una muestra de 1000.00 gramos de agregado fino. Los resultados de los análisis granulométricos de este agregado se presentan en la siguiente tabla. Además, la figura muestra la distribución granulométrica del agregado fino.

Tabla 5 Análisis Granulométricos del Agregado Fino

Tamiz estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9.50	-	-	-	100.00
N° 4	4.75	39.00	3.90	3.90	96.10
N° 8	2.36	79.15	7.92	11.82	88.19
N° 16	1.18	260.00	26.00	37.82	62.19
N° 30	0.60	236.00	23.60	61.42	38.59
N° 50	0.30	224.80	22.48	83.90	16.11
N° 100	0.15	125.85	12.59	96.48	3.52
N° 200	0.075	35.20	3.52	100.00	-
FONDO	-	-	-	-	-
		1000.00	100		

Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Curva de la distribución granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados:

El agregado fino es un material idóneo para la fabricación de concreto, ya que define los límites inferior y superior que deben cumplirse en la distribución granulométrica de los áridos finos. En este ensayo, se obtuvo un valor de $M_f = 2.95$. El módulo de fineza del agregado fino se encuentra dentro de los rangos establecidos por las normas ASTM C-136 y NTP 400.012, que indican que el valor de M_f debe estar entre 2.3 y 3.1.

- **Análisis Granulométrico del agregado grueso**

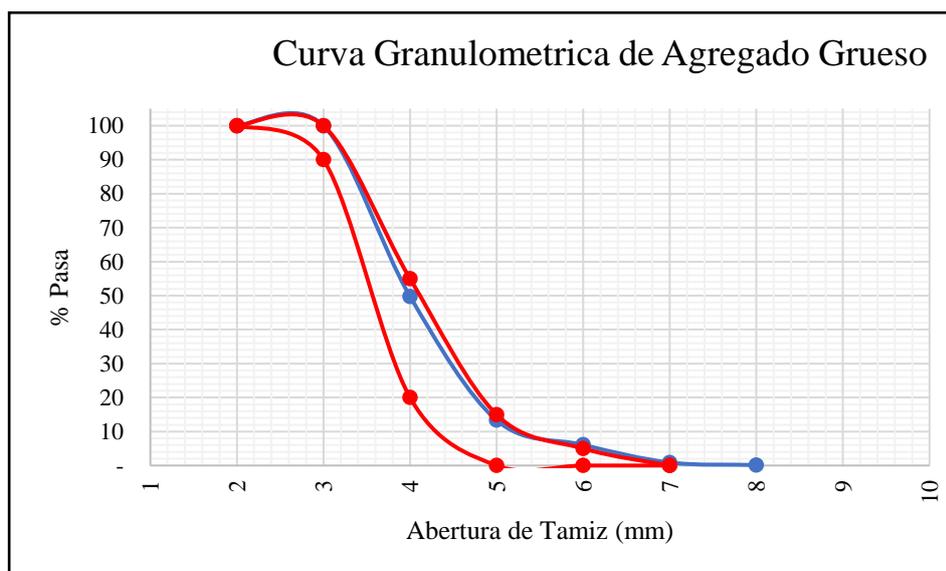
El tamaño mínimo de la muestra de agregado grueso se estableció según el TMN y fue de 1/2", lo que correspondió a una muestra de 2000 g. No obstante, para garantizar la confiabilidad, se optó por tomar una muestra de 2000 g. De manera similar, el tamaño máximo (TM) del agregado grueso natural se determinó y fue de 1". Los resultados del análisis del tamaño de partícula del agregado grueso se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6 Análisis Granulométricos del Agregado Grueso

Tamiz estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
1 1/2"	37.50	-	-	-	100.00
1"	25.00	-	-	-	100.00
3/4"	19.00	-	-	-	100.00
1/2"	12.50	1005.01	50.30	50.30	49.70
3/8"	9.50	727.90	36.40	86.70	13.40
N° 4	4.75	145.00	7.30	93.90	6.10
N° 8	2.36	104.00	5.20	99.10	0.90
N° 16	1.18	15.00	0.80	99.90	0.20
FONDO	-	3.00	0.20	100.00	-
		2000.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Curva de la distribución granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados:

El tamaño del grano del agregado grueso es adecuado para su utilización en la fabricación de concreto, ya que cumple con los parámetros de la Zona de clasificación 67 establecidos en la norma ASTM C-136. Esto asegura que los límites sean cada vez más reducidos, convirtiéndolo en un material apropiado para la producción de concreto. Debe ajustarse a la distribución del tamaño de partículas del agregado grueso hasta un tamaño nominal de 1/2". Se determinó un módulo de fineza de $M_f = 6.81$.

Contenido de Humedad de Agregados Naturales

De acuerdo con la norma NTP 339.185, el contenido de humedad tanto del agregado fino como del grueso se determina mediante un procedimiento preciso que consiste en pesar una porción representativa de cada material en su estado húmedo. Para ello, las muestras se colocan inicialmente en taras, y luego se procede a su pesaje. Posteriormente, las muestras son transferidas a un horno donde se mantienen durante un período de 24 horas a una temperatura constante de aproximadamente 110 °C, con una tolerancia de ± 5 °C. Este proceso de secado permite eliminar la humedad presente en los materiales, garantizando que el peso final refleje únicamente la masa del agregado seco. Una vez transcurrido el tiempo estipulado, las muestras se retiran del horno, se dejan enfriar y se pesan nuevamente. La diferencia entre el peso inicial y el peso final indica la cantidad de agua evaporada, lo que proporciona el contenido de humedad del agregado. Este procedimiento es crucial para asegurar la precisión en las mezclas de concreto, ya que la humedad del agregado influye directamente en las proporciones de agua y cemento necesarias para obtener un concreto de calidad.

Tabla 7 *Contenido de humedad de los agregados*

Arena (%)	Grava (%)
6.50	0.80

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el agregado fino presenta un contenido de humedad más elevado en comparación con el agregado grueso. Esto se debe a las diferencias en la superficie y porosidad de ambos tipos de material; el agregado fino, al ser más pequeño y tener una mayor área superficial en relación con su volumen, tiende a retener más agua que el agregado grueso. Los resultados específicos del contenido de humedad de los agregados finos y gruesos se detallan en los anexos al final de la tesis, donde se muestran las mediciones obtenidas durante los ensayos realizados. Estos datos son fundamentales para comprender las características de los materiales utilizados en la producción del concreto, ya que la humedad influye directamente en las propiedades del material y en la mezcla final del concreto, afectando su consistencia, resistencia y durabilidad.

Determinación del P. U. S. y P. U. C. de la Agregados Naturales

En primer lugar, se calculó el volumen del silo en función del agregado grueso TM, que tenía un tamaño de 1/2". Los diámetros de los contenedores se midieron en tres ocasiones y se promediaron. De manera similar, se midió la altura en varias ocasiones. A partir de estas mediciones, se calcularon los promedios y, con estos datos, se determinó el volumen del recipiente.

Luego de estos pasos seguidos, se procede a calcular el volumen del recipiente,

$$Vol.recipiente = \frac{\pi x D^2}{4} x h = 0.009m^3$$

Después de determinar el volumen, se calculan las unidades de peso sueltos y compactados de los agregados naturales.

Peso Unitario Suelto

Para determinar el peso unitario suelto, es necesario utilizar un molde cilíndrico, asegurándose de que esté limpio y libre de cualquier partícula o impureza que pueda alterar los resultados del ensayo. El procedimiento comienza con el pesaje del molde vacío para obtener su peso inicial. A continuación, el molde se llena con el material (agregado) hasta el borde, evitando que se formen huecos o bolsas de aire que puedan influir en la medición. Una vez lleno, se pesa nuevamente el molde junto con el agregado. La diferencia entre el peso del molde con el material y el peso del molde vacío nos permite calcular el peso del agregado en el molde. Este procedimiento se utiliza para obtener el peso unitario suelto, que es un valor importante para conocer la densidad aparente del agregado y su comportamiento en la mezcla de concreto. Además, se deben tener en cuenta las condiciones de humedad del material, ya que esto puede afectar la precisión de los resultados obtenidos.

Peso Unitario Compactado

Para determinar el peso compactado del agregado, se utiliza un molde que se llena en tres capas sucesivas. En cada capa, el material se compacta mediante 25 golpes de un instrumento de compactación, asegurándose de que el agregado quede bien distribuido y sin vacíos en cada una de las capas. Este proceso de compactación es esencial, ya que permite simular de manera más realista la densidad del material cuando se encuentra en condiciones de trabajo en una estructura de concreto. Una vez que el molde ha sido completamente llenado y compactado, se pesa nuevamente el molde junto con el agregado. La diferencia

entre el peso del molde vacío y el peso del molde con el agregado compactado proporciona el peso compactado del material. Este ensayo es clave para obtener el peso unitario compactado, lo cual es fundamental para evaluar la densidad del agregado en condiciones más densas, como las que se experimentan durante la manipulación y uso en la mezcla de concreto.

La Tabla 8 presenta los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario tanto suelto como compactado del agregado fino.

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

Descripción	UND	Promedio
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1600.00
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1700.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8 se muestran los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado fino, obteniendo valores de 1,600.00 kg/m³ y 1,700.00 kg/m³, respectivamente. Por otro lado, la Tabla 9 presenta 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*

Descripción	UND	Promedio
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1290.00
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1350.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se presentan los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso, con valores de 1,290.00 kg/m³ y 1,350.00 kg/m³, respectivamente.

Peso Específico y Absorción de los Agregados Naturales

Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se detallan en la tabla siguiente. Estos valores cumplen con los requisitos establecidos por la norma NTP 400.022, la cual especifica los procedimientos y criterios que deben seguirse para garantizar que los materiales utilizados en la construcción sean de calidad y adecuados para su uso en la fabricación de concreto. El peso específico y la capacidad de absorción del agregado son parámetros cruciales para determinar su densidad y su comportamiento al incorporar agua en la mezcla. El cumplimiento de estas normas asegura que el agregado fino utilizado en el proyecto cumple con los estándares técnicos necesarios para obtener un concreto con propiedades mecánicas óptimas.

Tabla 10 *Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

Descripción	UND	Promedio
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.78
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.78
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.95
Absorción	%	2.08

Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido para el peso específico del agregado fino fue de 2.95 gr/cm³, mientras que su absorción fue del 2.08 %. Esto indica que el agregado tiene una capacidad moderada para absorber agua.

Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso se detallan en la tabla siguiente. Estos valores cumplen con los requisitos establecidos por la norma NTP 400.022, la cual especifica los procedimientos y criterios que deben seguirse para garantizar que los materiales

utilizados en la construcción sean de calidad y adecuados para su uso en la fabricación de concreto. El peso específico y la capacidad de absorción del agregado son parámetros cruciales para determinar su densidad y su comportamiento al incorporar agua en la mezcla. El cumplimiento de estas normas asegura que el agregado fino utilizado en el proyecto cumple con los estándares técnicos necesarios para obtener un concreto con propiedades mecánicas óptimas.

Tabla 11 *Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

Descripción	UND	Promedio
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.11
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.13
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.15
Absorción	%	0.90

Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido del peso específico y absorción del agregado grueso fueron 2.15 gr/cm³ y 0.90% respectivamente. Eso quiere decir que el agregado no absorbe mucha cantidad de agua.

4.2.2. Diseño de Mezcla

Los conceptos de las mezclas utilizadas en este estudio se detallan en los apéndices posteriores de este informe de investigación. Estas mezclas se prepararon basándose en datos obtenidos de las propiedades físicas de los agregados naturales, los cuales fueron analizados y evaluados cuidadosamente para garantizar la calidad de la mezcla final. La composición de la mezcla fue determinada utilizando el método ACI (American Concrete Institute), que es un enfoque ampliamente reconocido en la industria de la construcción para calcular las proporciones adecuadas de los componentes del concreto, como el cemento, los agregados y el agua. Para alcanzar una densidad entre 1600 y 1900 kg/m³, se aumentó agregado grueso para mejorar la cohesión y trabajabilidad y se

reemplazó un porcentaje del agregado grueso por el 20% de espuma hecho con ayudin.

Tabla 12 *Diseño de Mezcla del Concreto por Método ACI 211*

Materiales	Diseño para 1 m³ de concreto	Diseño para 0.02 m³ de concreto
Cemento	363.057 kg	7.26 kg
A. Fino	1195.122 kg	23.90 kg
A. Grueso	598.797 kg	11.98 kg
Agua	178.994 kg	3.58 kg
Aire	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 *Proporciones de la combinación del Fibras de acero*

Materiales	Und	(-)	Promedio	(+)
Fibra de acero	%	0.5	1.5	3.0

Fuente: Elaboración propia

Se añade una cantidad específica de fibras de acero en relación con la cantidad de cemento utilizada, correspondiente a 0.02 m³ de concreto, para llevar a cabo los diseños de las mezclas y se reemplazó el 20% del agregado grueso por espuma hecho con ayudin. Esta adición de fibras de acero se realiza con el propósito de estudiar su influencia en las propiedades del concreto celular, específicamente en lo que respecta a su resistencia y durabilidad, y para evaluar cómo afecta la interacción entre los componentes de la mezcla en las condiciones experimentales del estudio.

Tabla 14 *Diseño de Mezcla con Método ACI 211 reemplazando Fibras de acero*

Patrones	Aditivos	Und	Cantidad
Patron General	Cemento	kg	7.26
	A. Fino	kg	23.90
	A. Grueso	kg	9.58
	Agua	kg	3.58
	Espuma	kg	2.40
	Fibras de Acero	kg	0.00
Patron A	Cemento	kg	7.26
	A. Fino	kg	23.90
	A. Grueso	kg	9.58
	Agua	kg	3.58
	Espuma	kg	2.40
	Fibras de Acero	kg	0.040
Patron B	Cemento	kg	7.26
	A. Fino	kg	23.90
	A. Grueso	kg	9.58
	Agua	kg	3.58
	Espuma	kg	2.40
	Fibras de Acero	kg	0.110
Patron C	Cemento	kg	7.26
	A. Fino	kg	23.90
	A. Grueso	kg	9.58
	Agua	kg	3.58
	Espuma	kg	2.40
	Fibras de Acero	kg	0.220

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Propiedades físicas del concreto celular – Fresco

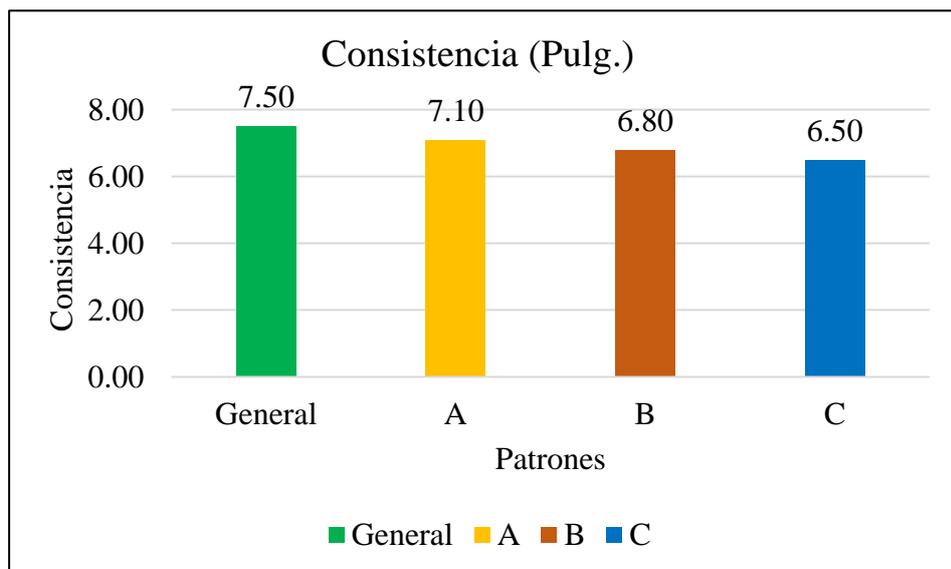
Se determinaron diversas propiedades del concreto celular en su estado fresco, las cuales son fundamentales para evaluar su comportamiento y calidad antes de su fraguado. Estas propiedades incluyen la consistencia, el peso unitario y la temperatura del concreto, y se utilizaron como base para realizar las pruebas experimentales. El cemento utilizado para la mezcla fue cemento Portland, conocido por su fiabilidad y amplias aplicaciones en la construcción. Las pruebas se realizaron con concreto celular convencional, al cual se denominó como patrón general, y con concreto celular modificado con fibras de acero, que fueron

divididas en tres grupos con diferentes concentraciones: patrón A (0.5%), patrón B (1.5%) y patrón C (3.0%). Estos diferentes tipos de concreto experimental permitieron comparar los efectos de las fibras de acero sobre las propiedades del concreto celular.

Consistencia del concreto celular

Este ensayo es esencial para evaluar la trabajabilidad del concreto, ya que mide la facilidad con la que puede ser manipulado y colocado. Se compararon el concreto patrón general y los concretos experimentales con diferentes concentraciones de fibras de acero (0.5%, 1.5% y 3.0%) para observar cómo afectan la fluidez y cohesión de la mezcla.

Figura 10 *Consistencia para el concreto celular*



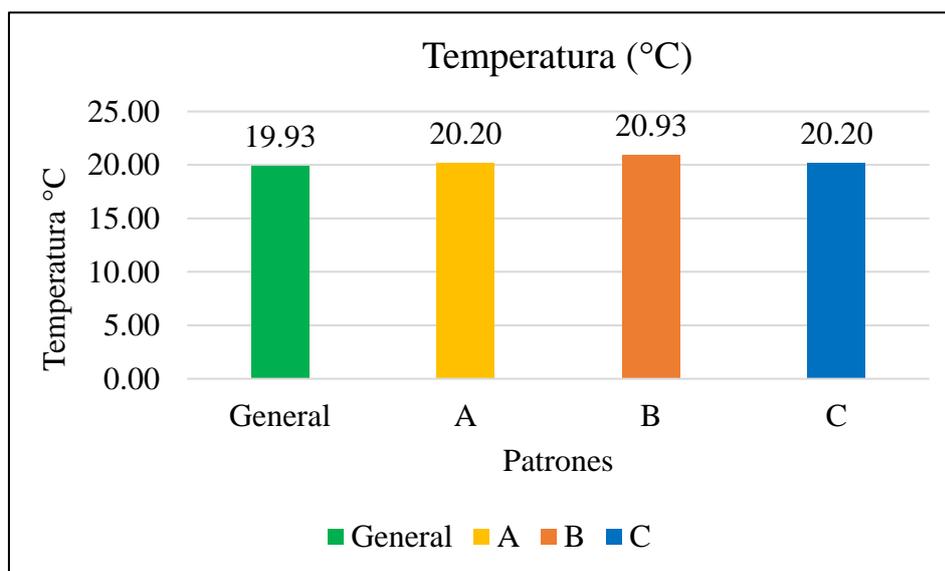
Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 podemos observar que las consistencias de los diseños de mezcla experimentales no son tan diferentes al diseño general, el concreto celular tiene un asentamiento de 8" a más, en nuestro caso los agregados hacen que el asentamiento sea menor.

Temperatura del concreto celular

Según las normas ASTM C 1064 y NTP 339.184, la medición de la temperatura del concreto en estado fresco es un aspecto crucial para evaluar su comportamiento durante el proceso de fraguado y curado. En este caso, la temperatura de cada muestra del concreto patrón se midió a una profundidad de 3 pulgadas (aproximadamente 7.5 cm) dentro de la mezcla utilizando un termómetro protegido, con un rango de medición de temperatura de -5°C a 50°C . Esta metodología asegura que la medición sea precisa y esté dentro de los parámetros establecidos por las normas. La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos, mostrando las temperaturas alcanzadas para cada muestra en las condiciones específicas de ensayo.

Figura 11 *Temperatura para cada concreto celular*

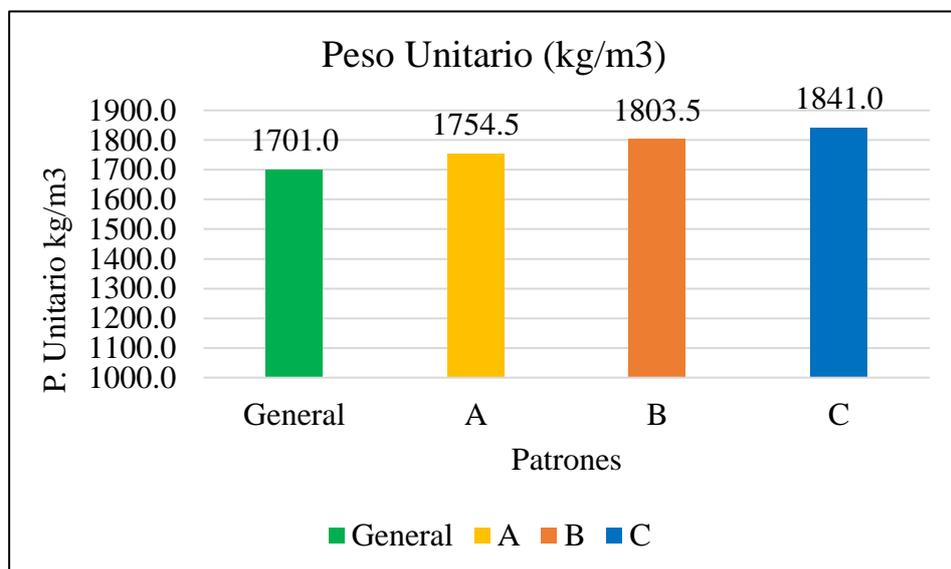


La tabla compara los valores obtenidos de la temperatura del concreto premezclado para cada muestra, mostrando un aumento promedio de 2°C en el concreto reemplazando con fibras de acero.

Peso unitario del concreto celular

El ensayo del peso unitario del concreto celular tiene como objetivo determinar la densidad o masa por unidad de volumen del material. Para realizar este ensayo, se mide el peso de una cantidad específica de concreto celular y luego se calcula su volumen. El concreto celular, al ser ligero debido a la incorporación de aire o agentes espumantes, generalmente presenta un peso unitario menor que el concreto convencional. Este ensayo es importante para evaluar la trabajabilidad y la calidad del concreto celular, ya que su densidad influye directamente en su resistencia, durabilidad y capacidad de aislamiento. El resultado del ensayo se expresa en kg/m^3 o g/cm^3 y proporciona información clave sobre las características del concreto celular en términos de su relación entre masa y volumen.

Figura 12 *Peso unitario por cada concreto celular*



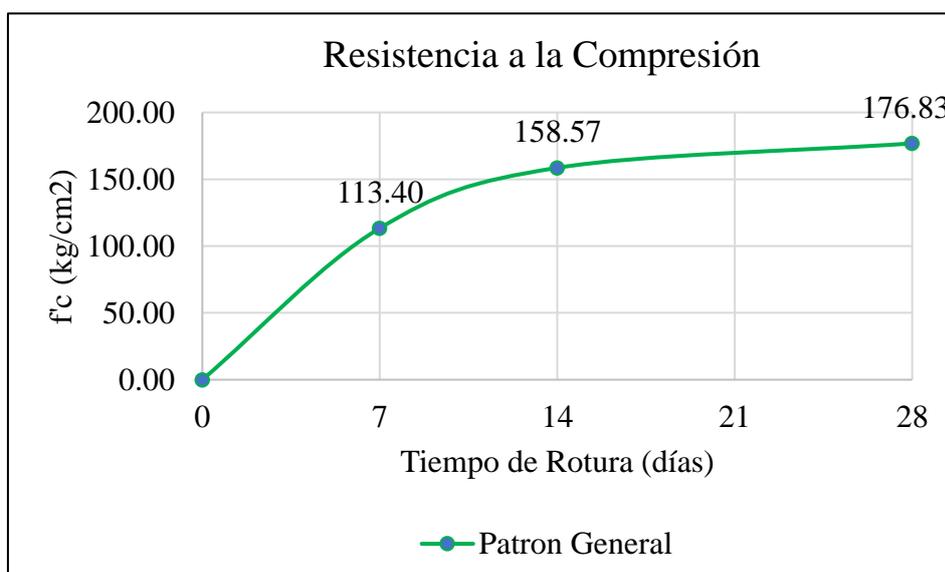
4.2.4. Propiedades mecánicas del concreto celular – Endurecido

Resistencia a la Compresión

Este método de ensayo se empleó para medir la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos que fueron preparados y curados

conforme a las normativas ASTM C39/NTP 339.034. El concreto utilizado fue formulado para alcanzar una resistencia a la compresión de $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_{cr}=245 \text{ kg/cm}^2$. En los anexos de esta investigación se presenta una comparación de la resistencia a la compresión de las mezclas en diferentes edades. Los resultados de la resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos elaborados con diversas mezclas se detallan en las figuras siguientes.

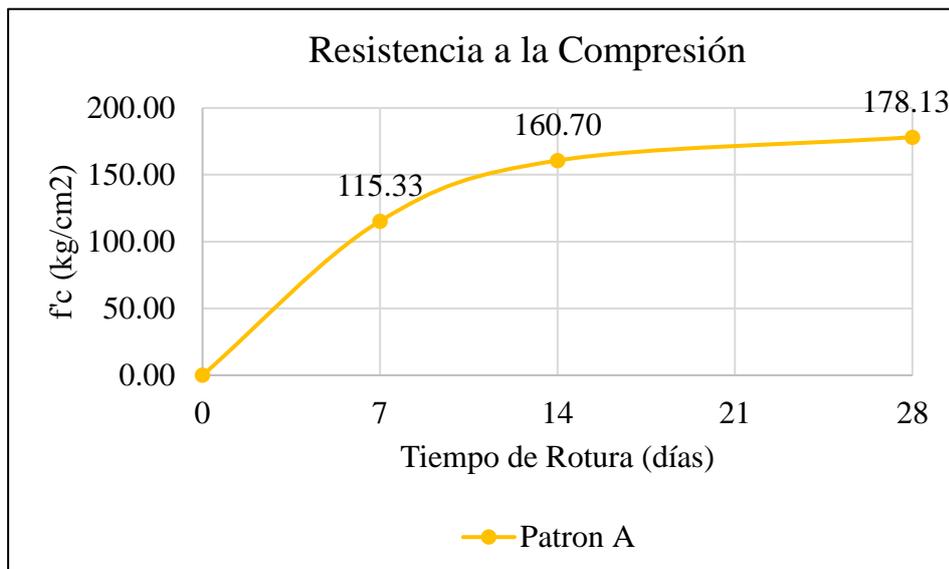
Figura 13 Curva de la resistencia a la compresión del concreto general



Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se aprecia que la curva correspondiente a la resistencia a la compresión del concreto general supera ampliamente la resistencia diseñada de 175 kg/cm^2 . Este resultado positivo se atribuye a la calidad y las propiedades de los materiales utilizados en el diseño de las mezclas, como el cemento, los agregados y el agua, los cuales cumplen con las normativas vigentes y fueron seleccionados cuidadosamente para garantizar un desempeño óptimo. Además, el proceso de dosificación y el control en la elaboración y curado de las muestras contribuyeron a alcanzar una resistencia superior a la esperada, destacando la eficiencia del diseño empleado en este estudio.

Figura 14 Curva de la resistencia a la compresión del concreto patron A



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Curva de la resistencia a la compresión del concreto patron B

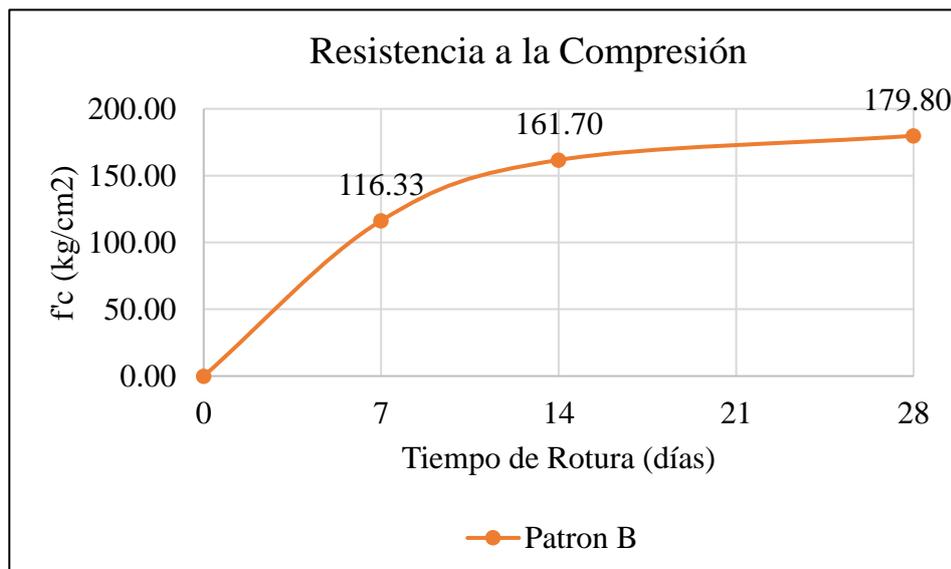
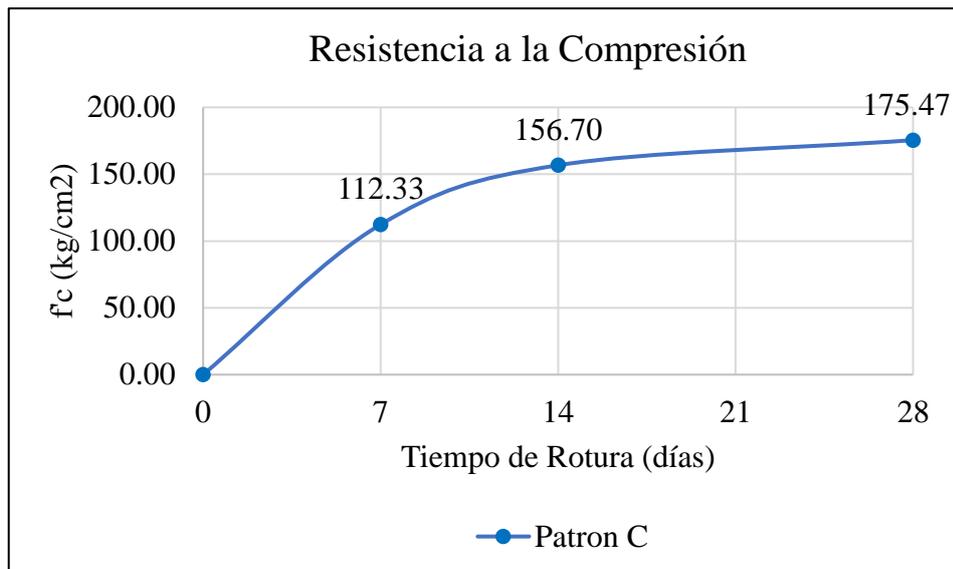


Figura 16 Curva de la resistencia a la compresión del concreto patron C



Fuente: Elaboración propia

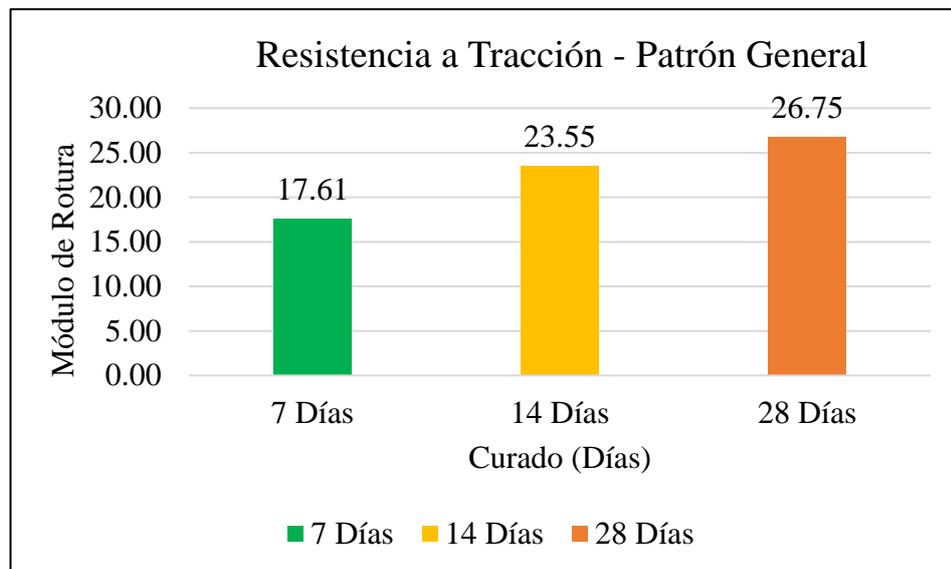
En las figuras 14, 15 y 16 se presentan las curvas de resistencia correspondientes al concreto experimental elaborado con adición de fibras de acero. En estas gráficas se observa que los tres diseños superan la resistencia diseñada de 175 kg/cm², lo que demuestra el impacto positivo inicial de la incorporación de este material en las mezclas. Sin embargo, se evidencia también que, al aumentar la proporción de fibras de acero, la resistencia a la compresión comienza a disminuir gradualmente. Esto puede atribuirse a un desequilibrio en la composición química o en la interacción entre los componentes de la mezcla, lo que resalta la importancia de establecer proporciones óptimas para maximizar el rendimiento sin comprometer las propiedades mecánicas del concreto. Estos resultados reflejan la necesidad de un análisis detallado para identificar la proporción más adecuada de las fibras de acero que permita obtener una resistencia óptima, equilibrando innovación y desempeño estructural.

Resistencia a la Tracción

El ensayo de resistencia a la tracción evalúa la capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a separarlo. Este ensayo se realiza comúnmente

mediante el método de división, en el cual un espécimen cilíndrico de concreto es sometido a una carga aplicada a lo largo de su diámetro hasta su ruptura. Los resultados obtenidos permiten determinar la resistencia indirecta a la tracción del material, información clave para diseñar estructuras sujetas a esfuerzos de tracción. A continuación, se da los resultados obtenidos de la resistencia a la tracción de cada patrón:

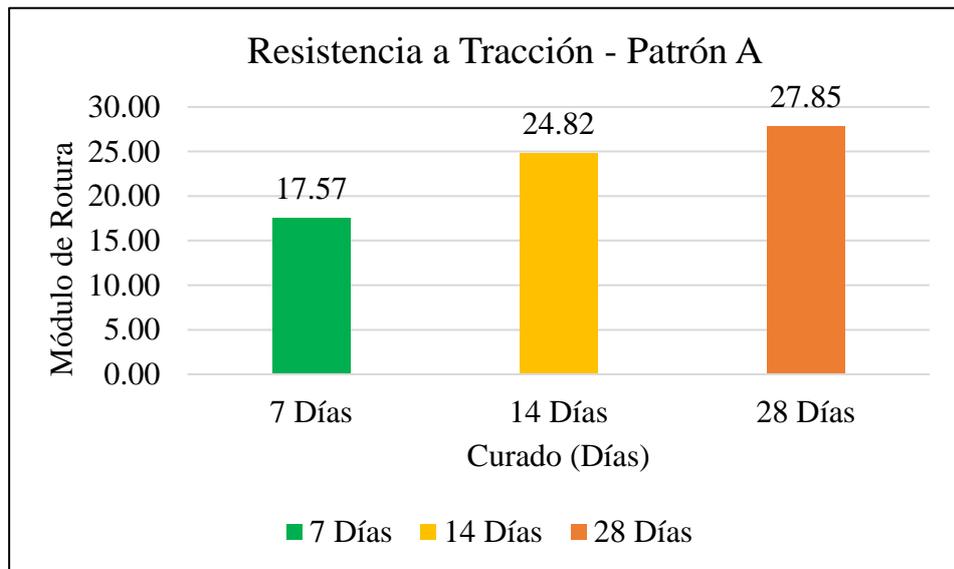
Figura 17 Resistencia a la tracción del concreto general



Fuente: Elaboración propia

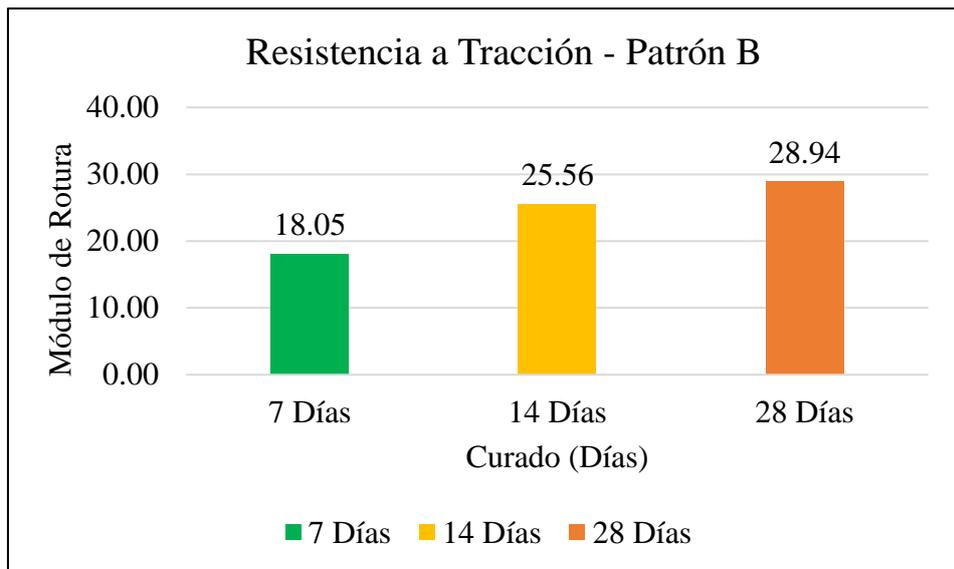
La figura 17 muestra los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tracción del concreto general diseñado para alcanzar una resistencia de 175 kg/cm². Las pruebas se realizaron a los 7, 14 y 28 días, siguiendo los estándares establecidos para garantizar la fiabilidad de los datos obtenidos. Estos resultados proporcionan información crucial sobre el comportamiento del concreto en diferentes etapas de su desarrollo, permitiendo analizar cómo evoluciona su resistencia a lo largo del tiempo. Además, esta información es fundamental para comparar el desempeño del concreto general con el concreto celular experimental modificado con fibras de acero, evaluando así el impacto de este aditivo en las propiedades mecánicas del material.

Figura 18 Resistencia a la tracción del concreto patrón A



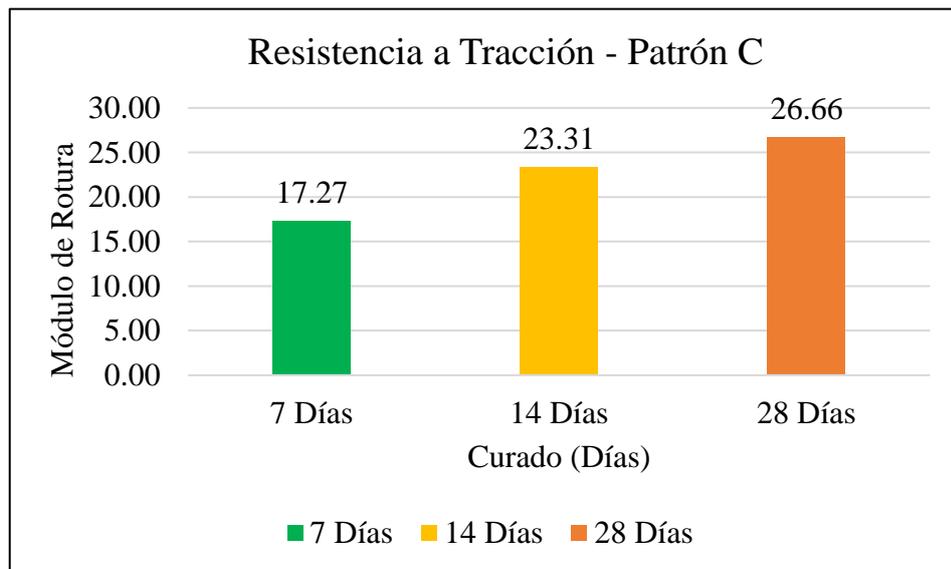
Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Resistencia a la tracción del concreto patrón B



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Resistencia a la tracción del concreto patrón C



Fuente: Elaboración propia

En las figuras 18, 19 y 20 se muestra resistencia a la tracción del concreto experimental elaborado con la incorporación de fibras de acero. Como en la resistencia a la compresión en estas gráficas se puede apreciar que los tres diseños superan la resistencia establecida del 15% de 175 kg/cm², evidenciando un impacto positivo inicial de la adición de este material en las mezclas. No obstante, también se observa que, a medida que se incrementa la proporción de fibras de acero, la resistencia a la tracción disminuye de forma progresiva.

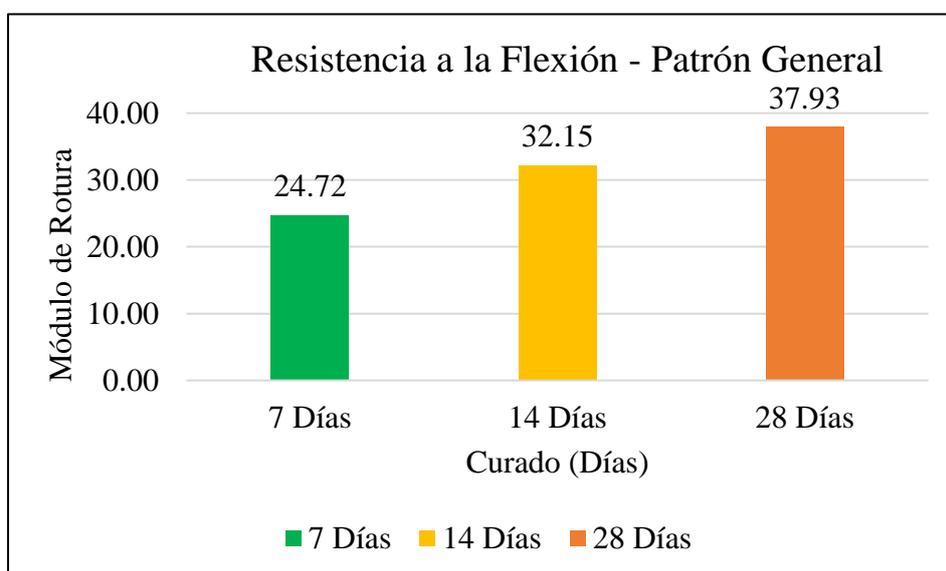
Resistencia a la Flexión

El procedimiento para evaluar la resistencia a la flexión implica aplicar una carga en el tercio medio de una viga simplemente apoyada hasta que ocurra una falla, lo que genera una flexión pura y permite simular con mayor precisión las condiciones reales de servicio del espécimen. El cálculo del módulo de rotura se debe realizar considerando el tipo de falla observada, ya sea dentro del tercio medio de la viga o a una distancia que no exceda el 5% de la luz libre. Los resultados de este ensayo se expresan en términos del módulo de rotura, que es una medida clave para evaluar la resistencia del material. La máquina utilizada

para el ensayo debe cumplir con los estándares de la norma ASTM E 4, y se deben emplear placas de apoyo para asegurar que las fuerzas aplicadas sean perpendiculares a la superficie del espécimen, garantizando así la precisión y confiabilidad de los resultados.

Se presentan a continuación las figuras que muestran los resultados de la resistencia a la flexión tanto del concreto general como de los concretos experimentales fabricados con fibras de acero, diseñados para alcanzar una resistencia de 175 kg/cm².

Figura 21 *Módulo de rotura del concreto general*



Fuente: Elaboración propia

La figura 21 presenta los valores obtenidos para los módulos de rotura correspondientes al diseño de 175 kg/cm² del concreto general, evaluado en tres edades específicas: 7, 14 y 28 días. Estos resultados proporcionan información detallada sobre el comportamiento a flexión del concreto en diferentes etapas de su desarrollo, sirviendo como referencia para establecer comparaciones con el concreto experimental. Este análisis comparativo es clave para evaluar las posibles mejoras o diferencias en el desempeño mecánico entre ambos tipos de concreto.

Figura 22 Módulo de rotura del concreto patrón A

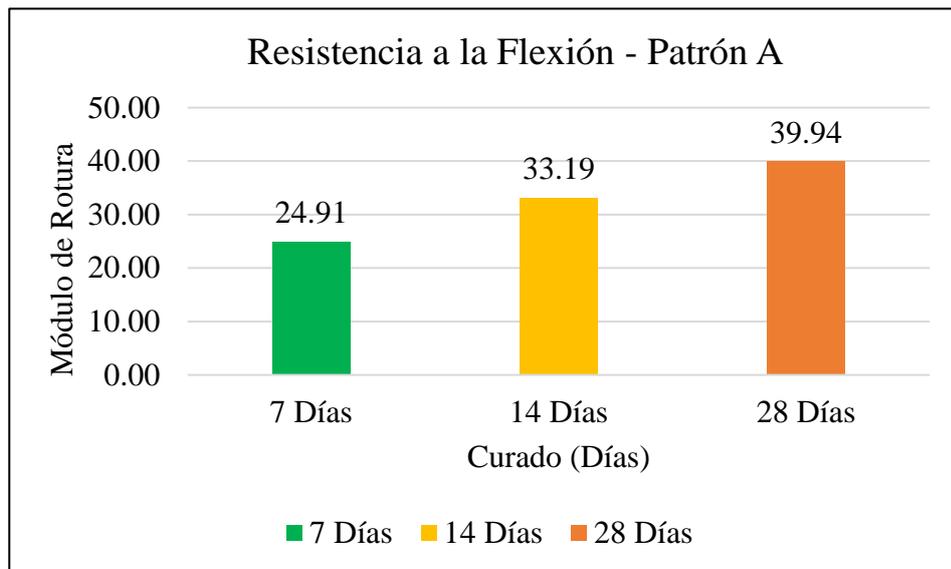


Figura 23 Módulo de rotura del concreto patrón B

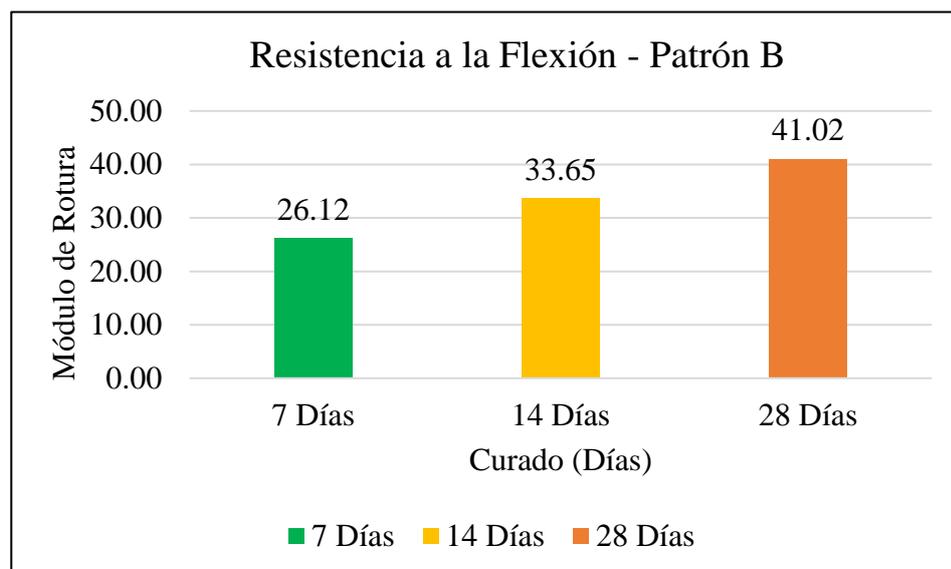
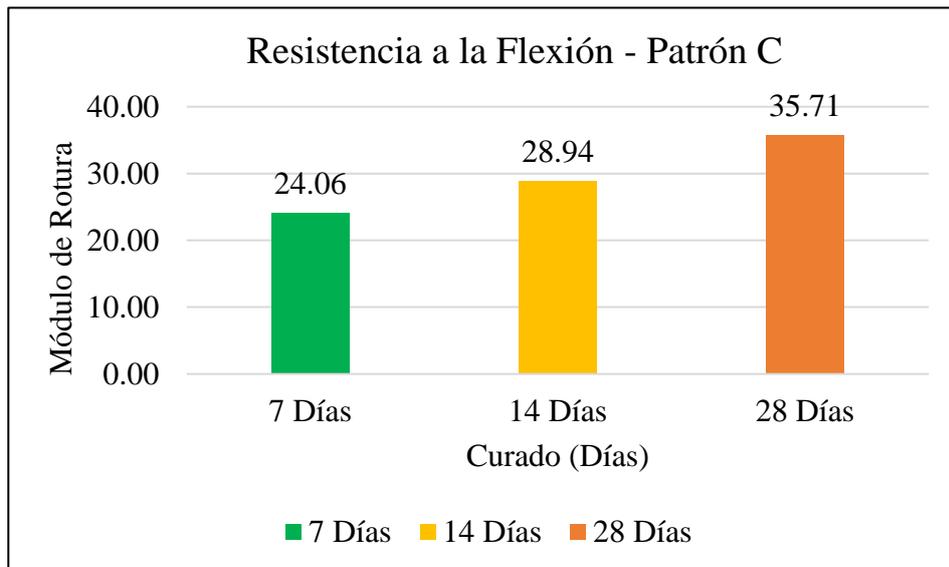


Figura 24 Módulo de rotura del concreto patrón C



Fuente: Elaboración propia

En las figuras 22, 23 y 24 se muestra resistencia a la flexión del concreto experimental elaborado con la incorporación de fibras de acero. Como en la resistencia a la compresión y a la tracción en estas gráficas se puede apreciar que los tres diseños superan el módulo de rotura establecida del 20% del 175 kg/cm², evidenciando un impacto positivo inicial de la adición de este material en las mezclas. No obstante, también se observa que, a medida que se incrementa la proporción de fibras de acero, la resistencia a la flexión disminuye de forma progresiva.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

“Las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural mejorarán utilizando fibras de acero, Pasco 2023.”

Tabla 15 Resistencias a los 28 días de cada Patrón

Descripción	Edad	Res. Compresión	Res. Tracción	Res. Flexión
Patron General	28	176.20	27.10	37.77
	28	177.40	26.91	37.93
	28	176.90	26.25	38.10
Patrón A	28	178.40	28.04	39.77
	28	177.10	27.67	39.90
	28	178.90	27.84	40.14
Patrón B	28	179.40	29.22	41.09
	28	178.10	28.93	40.95
	28	181.90	28.67	41.01
Patrón C	28	175.40	26.39	35.49
	28	175.10	26.67	35.76
	28	175.90	26.91	35.89

Fuente: Elaboración propia

➤ **Análisis**

Se realizó un análisis comparativo de las resistencias a la compresión, tracción y flexión entre el concreto general y el concreto experimental al que se le incorporaron diferentes porcentajes de fibras de acero: 0.5%, 1.5% y 3.0%. Este análisis permitió evaluar cómo varía la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto al introducir fibras de acero en la mezcla. Los resultados obtenidos demostraron que, al combinar la mezcla de diseño del concreto no estructural con fibras de acero, se produce una mejora significativa en sus propiedades mecánicas. Esta mejora se debe a la capacidad de las fibras de acero para actuar como refuerzos internos, distribuyendo de manera más uniforme los esfuerzos dentro del concreto celular y reduciendo la aparición de grietas.

4.3.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

“El efecto de la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural mejorará incrementando fibras de acero, Pasco 2023.”

• Aplicación de la Prueba de Normalidad

La prueba de normalidad se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics 27. Para este análisis, se consideraron como datos las **variables** dependientes, que en este caso corresponden a la resistencia a la compresión. El criterio para determinar la prueba de normalidad es la siguiente:

- ✓ 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 .

Tabla 16 Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión

Prueba de Normalidad							
Patrones	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Compresión	General	0.211	3	.	0.991	3	0.817
	A	0.280	3	.	0.938	3	0.520
	B	0.249	3	.	0.968	3	0.656
	C	0.232	3	.	0.980	3	0.726

Fuente: Elaboración propia

Análisis

Dado que los valores de significancia (p-valores) obtenidos en el análisis estadístico de los resultados del concreto general y los concretos experimentales elaborados con fibras de acero son mayores o iguales a 0.05 (≥ 0.05), se acepta la hipótesis nula. Esto implica que las variables analizadas,

correspondiente a la resistencia a la compresión presenta una distribución normal en los grupos evaluados.

- **Prueba de ANOVA**

El p-valor de significancia obtenido al aplicar la prueba de Levene es mayor a 0.05, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0). Esto significa que aceptamos que las varianzas de los grupos son iguales. La prueba de Levene se utiliza para evaluar la homogeneidad de las varianzas entre los grupos, y cuando el p-valor es alto, como en este caso, sugiere que las varianzas no difieren significativamente entre los grupos evaluados. Este resultado es importante porque permite la utilización de pruebas estadísticas que asumen varianzas iguales, como el ANOVA, para comparar las medias de los grupos.

Tabla 17 *Prueba de homogeneidad de varianzas*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Compresión	Se basa en la media	2.738	3	8	0.113
	Se basa en la mediana	1.081	3	8	0.410
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.081	3	3.609	0.460
	Se basa en la media recortada	2.598	3	8	0.125

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 *Prueba de ANOVA para la resistencia a la compresión*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	30.769	3	10.256	8.013	0.009
	Dentro de grupos	10.240	8	1.280		
	Total	41.009	11			

Fuente: Elaboración propia

Análisis

Dado que el valor p es menor que 0.05 (en este caso, < 0.001), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa propuesta por el investigador con un nivel de significancia del 95%. Esto significa que existe una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia de compresión entre el concreto experimental, al que se le han añadido fibras de acero, y el concreto general. En otras palabras, al aumentar la proporción de fibras de acero en el diseño de mezcla, se observa una mejora notable en las propiedades mecánicas del concreto celular, lo que sugiere que este material podría ser una opción efectiva para mejorar el desempeño del concreto celular en términos de resistencia. Este hallazgo respalda la hipótesis del investigador, destacando el impacto positivo de las fibras de acero como aditivo en la mezcla de concreto.

Hipótesis específica 2

“El efecto de la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural mejorará incrementando fibras de acero, Pasco 2023.”

- **Aplicación de la Prueba de Normalidad**

La prueba de normalidad se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics 27. Para este análisis, se consideraron como datos las variables dependientes, que en este caso corresponden a la resistencia a la flexión. El criterio para determinar la prueba de normalidad es la siguiente:

- ✓ 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 .

Tabla 19 Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Flexión

Prueba de Normalidad							
Patrones	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Flexión	General	0.177	3	.	1.000	3	0.967
	A	0.244	3	.	0.971	3	0.675
	B	0.204	3	.	0.993	3	0.843
	C	0.257	3	.	0.961	3	0.619

Fuente: Elaboración propia

Análisis

Dado que los valores de significancia (p-valores) obtenidos en el análisis estadístico de los resultados del concreto general y los concretos experimentales elaborados con fibras de acero son mayores o iguales a 0.05 (≥ 0.05), se acepta la hipótesis nula. Esto implica que las variables analizadas, correspondiente a la resistencia a la flexión presenta una distribución normal en los grupos evaluados.

- **Prueba de ANOVA**

El p-valor de significancia obtenido al aplicar la prueba de Levene es mayor a 0.05, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0). Esto significa que aceptamos que las varianzas de los grupos son iguales. La prueba de Levene se utiliza para evaluar la homogeneidad de las varianzas entre los grupos, y cuando el p-valor es alto, como en este caso, sugiere que las varianzas no difieren significativamente entre los grupos evaluados. Este resultado es importante porque permite la utilización de pruebas estadísticas que asumen varianzas iguales, como el ANOVA, para comparar las medias de los grupos.

Tabla 20 Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Compresión	Se basa en la media	0.903	3	8	0.481
	Se basa en la mediana	0.419	3	8	0.744
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.419	3	6.040	0.746
	Se basa en la media recortada	0.867	3	8	0.497

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Prueba de ANOVA para la resistencia a la compresión

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	49.183	3	16.394	601.440	< 0.001
	Dentro de grupos	0.218	8	0.027		
	Total	49.401	11			

Fuente: Elaboración propia

Análisis

Dado que el valor p es menor que 0.05 (en este caso, < 0.001), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa propuesta por el investigador con un nivel de significancia del 95%. Esto significa que existe una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia de flexión entre el concreto experimental, al que se le han añadido fibras de acero, y el concreto general. En otras palabras, al aumentar la proporción de fibras de acero en el diseño de mezcla, se observa una mejora notable en las propiedades mecánicas del concreto celular, lo que sugiere que este material podría ser una opción efectiva para mejorar el desempeño del concreto celular en términos de resistencia. Este hallazgo respalda la hipótesis del investigador, destacando el impacto positivo de las fibras de acero como aditivo en la mezcla de concreto.

Hipótesis específica 3

“Las propiedades físicas del concreto mejoraran incrementando fibras de acero, Pasco 2023”

Tabla 22 *Resultados de las propiedades físicas de cada patrón*

Descripción	Consistencia	Peso Unitario	Temperatura (°C)
Patron General	7.50	1701.00	19.93
Patrón A	7.10	1754.50	20.20
Patrón B	6.80	1803.50	20.93
Patrón C	6.50	1841.00	20.20

Fuente: Elaboración propia

Análisis

Consistencia (cm):

- ✓ El Patrón General presenta la mayor consistencia (7.50 cm), lo que indica una mezcla más fluida.
- ✓ Conforme se incrementa la proporción de modificación (Patrón A, B y C), la consistencia disminuye, llegando a 6.50 cm en el Patrón C, lo que sugiere que la mezcla se vuelve menos trabajable.

Peso unitario (kg/m³):

- ✓ El peso unitario incrementa progresivamente desde 1701.00 kg/m³ en el Patrón General hasta 1841.00 kg/m³ en el Patrón C.
- ✓ Esto podría deberse a la adición de materiales más densos o una reducción en la porosidad de la mezcla.

Temperatura (°C):

- ✓ Las temperaturas son consistentes, con pequeñas variaciones entre 19.93 °C y 20.93 °C.
- ✓ El Patrón B muestra la temperatura más alta (20.93 °C), posiblemente influenciada por reacciones químicas internas o el tiempo de mezcla.

4.4. Discusión de resultados

- En el estudio de (Cordova Flores & Flores Roque, 2021) concluyeron que el polvo de aluminio mejora las propiedades mecánicas del concreto celular, alcanzando una resistencia a la compresión de 92.93 kg/cm² a los 28 días, un 96% más que el diseño con agente espumante (4.58 kg/cm²). Además, el diseño con polvo de aluminio mostró un 10% más de densidad, destacando su superioridad en desempeño y características físicas. El polvo de aluminio reduce la resistencia a la compresión del concreto celular en un 53.58% cuando se añade al 3% del peso del cemento (Inka Tipo I). Además, en estado endurecido, la densidad disminuye en un 21% y el volumen de vacíos en un 14% en comparación con el concreto patrón. Par esta investigación realizamos probetas cilíndricas y tuvimos en cuenta una densidad que oscila entre 1200 y 1600 kg/m³ por tal motivo las resistencias obtenidas se asimilan a un concreto natural con una resistencia de 175 kg/cm², teniendo, así como resultado una resistencia promedio de 179.80 kg/cm² cuando se aumenta 1.5% de fibras de acero, además este resultado se da por el aumento de agregado grueso en baja cantidad en nuestra mezcla y un espuma realizado con ayudin, la densidad también se asemeja a un concreto normal de 175 kg/cm² teniendo como promedio una densidad de 1803.50 kg/m³ cuando se aumenta 1.5% de fibras de acero.
- En la investigación de (Zamora Terrones, 2015) realizaron bloques de concreto que al finalizar la investigación, se consiguió que un bloque de Concreto Celular que presentó una resistencia a la compresión de 71.55 kg/cm² (7.02 MPa) a los 28 días. En cambio, en esta investigación se trabajó con probetas cilíndricas y viguetas y se tuvo como resultado una resistencia

de compresión promedio de 179.80 kg/cm² y un modulo de rotura de 41.02 kg/cm² la cual se asemejan a uno concreto natural de resistencia de 175 kg/cm².

CONCLUSIONES

El propósito de este capítulo es revisar los resultados obtenidos en este estudio, de los cuales se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Se logró determinar que las fibras de acero afectan positivamente en las resistencias finales del concreto celular en los ensayos de compresión y flexión realizados en el laboratorio.
- Se encontró que los agregados de la cantera de Sacra familia cumplen con los requisitos necesarios para su uso en esta investigación según las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y las normas internacionales (ASTM), determinando estos agregados la composición de la mezcla para muestras de concreto.
- El diseño de mezcla se realizó de acuerdo al método del comité ACI con una resistencia a la compresión de 175 kg/cm² utilizando cemento Portland y agregados de la cantera Sacra familia y adicionando espuma hecho con ayudin. Por otro parte, se fabricaron tres combinaciones de mezcla con diferentes proporciones aumentando fibras de acero (a 0.50%, 1.50% y 3.0%), además se reemplazó el agregado grueso por el 20% de espuma. También se diseñó los concretos celulares para una densidad que oscilan entre 1600 y 1900 kg/m³.
- La mezcla del concreto optimo es el patrón B con 1.5% de fibra de acero, la cual mostraron mejores resultados en el concreto celular.
- Se llevó a cabo un análisis comparativo de la resistencia a compresión entre el concreto general y el concreto experimental óptimo (patrón B), que incorpora un 1.5% de fibras de acero. Este último mostró una resistencia un 2% superior al concreto general, alcanzando una resistencia promedio de 179.80 kg/cm² a los 28 días de curado. Por lo tanto, este tipo de concreto es adecuado para el diseño y construcción de elementos no estructurales, como paneles prefabricados de cualquier

dimensión para usos comerciales y otras aplicaciones donde este concreto liviano representa una ventaja.

- Se llevó a cabo un análisis y comparación de la resistencia a la flexión del concreto con una dosificación óptima de 1.5% de fibras de acero en relación con el concreto general. Los resultados mostraron que el módulo de rotura fue un 8.13% superior a la del concreto general, alcanzando una resistencia media de 41.02 kg/m³ a los 28 días de curado. Se observó que este módulo de rotura incrementa con el aumento en el contenido de fibras de acero. Por lo tanto, la incorporación de este material mejora la resistencia a la flexión del concreto. Esto resulta en un concreto celular adecuado para su aplicación en paneles, ornamentos de paisajismo entre otras, además de ofrecer una mayor resistencia al agrietamiento.

RECOMENDACIONES

- A la hora de desarrollar mezclas, se recomienda tener en cuenta la absorción y el contenido de humedad de cada material utilizado y, sobre todo, hacer hincapié en los agregados naturales, ya que la compensación de agua limita la cantidad de agua añadida a la estructura. Si esto no está claro, la mezcla no tiene la vida útil requerida.
- Por otro lado, con diferentes diseños de mezclas, se debe tener cuidado de trabajar con las dosis requeridas por el diseño, ya que de ello depende el éxito del mismo.
- Se recomienda hacer con una clasificación precisa de cada material y preparar la maquinaria y equipo, como una carretilla humedecida y un trompo, para que los materiales queden correctamente apilados al momento de preparar las mezclas.
- Se sugiere utilizar agregado fino de río que esté lavado y redondeado para prevenir la ruptura de las burbujas de aire que se generan por la espuma durante el proceso de mezclado.
- Es aconsejable que, al mezclar los componentes, se incorpore un porcentaje menor de espuma, ya que pequeños aumentos en su cantidad pueden afectar significativamente la densidad y la resistencia final del Concreto Celular.
- El Concreto Celular no requiere vibrado como el concreto convencional; sin embargo, se recomienda golpear el molde con un martillo de goma para lograr una mezcla homogénea.
- Se sugiere llevar a cabo una investigación centrada exclusivamente en el Concreto Celular, utilizando un aditivo espumante de origen proteico junto con un generador de espuma. Este enfoque permitirá explorar las propiedades específicas y el comportamiento del Concreto Celular en función de estos aditivos, lo que podría resultar en mejoras significativas en su rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 523.2R-96. (1996). Guide for Precast Cellular Concrete Floor, Roof, and Wall Units. *Reported by ACI Committee 523*, 5.
- ACI 523.3R-14. (2014). *523.3R-14 Guide for Cellular Concretes above 50 lbft³ (800 kgm³)—Guide for Cellular Concretes*.
<https://www.studocu.com/row/document/the-german-university-in-cairo/design-of-reinforced-concrete-structures-i/5233r-14-guide-for-cellular-concretes-above-50-lbft3-800-kgm3/50990027>.
- ALLANBLOCK. (s. f.). *Concreto sin Finos*.
<https://allanblock.com/esp%C3%B1ol/concreto-sin-finis.aspx>.
- Arbito Contreras, G. V. (2016). *Concreto celular para uso estructural*. [Maestría en construcciones]. Universidad de Cuenca.
- Ávila Sarmiento, A. F., & Buriticá Rincón, O. A. (2016). Análisis del comportamiento a cortante de concretos de 21MPa y 44MPa reforzado con fibras de acero. *Bogotá D.C. - Colombia*.
- Aybar Arriola, A. G. (2021). Análisis Comparativo De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Celular Para Optimizar El Diseño Utilizando Aditivo Espumante y Polvo De Aluminio. *Lima - Perú*.
- Barberí, D. J., Bertero, R. D., Fornasier, G., López, R. A., Milanesi, C. A., & Torrent, R. J. (s. f.). ¿Qué es la trabajabilidad y por qué no se la puede medir? [<https://www.aath.org.ar/que-es-la-trabajabilidad-y-porque-no-se-la-puede-medir/>]. *Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón*.
- 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/

Cordova Flores, M. A., & Flores Roque, J. D. (2021). *Análisis Comparativo De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Celular Para Optimizar El Diseño Utilizando Aditivo Espumante y Polvo De Aluminio* [Diseño sísmico y estructural]. Universidad Cesar Vallejo.

De La Cruz Mercado, W. R., & Quispe Ccahuin, W. R. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga—Ayacucho*. Universidad Nacional de Huancavelica.

DEACERO. (2022). Conoce qué es la fibra de acero y para qué sirve [https://blog.deacero.com/que-es-la-fibra-de-acero-y-para-que-sirvehttps://blog.deacero.com/que-es-la-fibra-de-acero-y-para-que-sirve]. *DEACERO Inteligencia Industrial*.

Hernández Sampieri, R. (2014). Recolección de datos cuantitativos. *Lima - Perú*.

HOLCIM. (s. f.). *Hormigón Celular: Ligereza y Resistencia Transformando la Construcción*. <https://www.holcim.es/hormigon-celular-ligereza-y-resistencia-transformando-la-construccion>.

HORMICEL. (2011). *HORMICEL* Facebook. https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10150187038725889&id=145307650888&set=a.145308360888&locale=es_ES.

Huertas Cobos, N. G. (2021). DISEÑO DE MEZCLA DE UN CONCRETO CELULAR DE BAJA DENSIDAD UTILIZANDO RESIDUOS DE CANTERA. *Cundinamarca - Colombia*.

ICPA. (2015). ICPA-Hormigones-livianos. *Argentina, FT-011*.

- IMCYC. (2009). El concreto en la obra; problemas, causas y soluciones. *Construcción y Tecnología - Mexico*, 25, 79-83.
- Izquierdo Cárdenas, M. I., & Ortega Rivera, O. E. (2017). *Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Javier Silva, O. (s. f.). PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL CONCRETO CELULAR [https://360enconcreto.com/blog/detalle/propiedades-y-aplicaciones-del-concreto-celular-1/]. *360 EN CONCRETO*.
- Julián, C., Giovanni, G., & William, A. (2013). Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto* (Boletín de Ingeniería EB201-EE.UU.).
- Lazo Arraya, J. (2017). DISEÑO DE CONCRETO CELULAR PARA DIFERENTES DENSIDADES, ANALISIS DE SUS PROPIEDADES Y SUS APLICACIONES. *Arequipa - Perú*.
- Masa Group. (2021). *Fabricación de hormigón celular—Productos de hormigón celular armado*. <https://www.masa-group.com/es/productos/fabricacion-de-hormigon-celular/productos-de-hormigon-celular-armado/>.
- NEOPOR. (2015). CeHular 'lightwelght Concrete. *Technical Letter*.
- NTP 339.185. (2002). NTP 339.185 AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. *Lima - Perú*.

- NTP 400.022. (2013). NTP. 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *Lima - Perú*.
- Pacheco Tinoco, R. D. (2018). *Propiedades físico-mecánicas del concreto celular con poliestireno expandido y su aplicación en la industria de la construcción*. [Diseño de edificaciones especiales]. Universidad Cesar Vallejo.
- Paredes Lozano, B. C. (2023). *Análisis de las propiedades físico mecánicas de concreto celular para muros de tabiquería con la adición de acero residual en 1%, 3% y 5%, Cajamarca 2023*. Universidad Privada del Norte.
- PAVICONJ. (s. f.). ¿Qué es la Densidad del Hormigón? [[https://www.paviconj-es.es/hormigon-precios/densidad-hormigon/](https://www.paviconj.es.es/hormigon-precios/densidad-hormigon/)]. *PAVICONJ*.
- Posada Perú. (2022). ¿Qué son los agregados de construcción? *Posada tus objetivos, nuestro desafíos*. <https://posada.pe/que-son-los-agregados-de-construccion/>
- Ramírez Ortiz, J. L. (1998). La múltiple identidad del hormigón. *Informes de la Construcción*, 49(454), 77-83.
- Sotil Levy, A. J., & Zegarra Riveros, J. E. (2015). “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero WIRAND® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero WIRAND® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”. *Lima - Perú*.
- Youtube. (2024). *Hormigón celular con espuma súper resistente*. - *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=O-SQpyotfUQ>.
- Ytong España. (2012). *Una «prueba de fuego»*. <https://ytongespana.wordpress.com/2012/01/19/una-prueba-de-fuego/>.
- Zamora Terrones, L. P. (2015). *Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural*. Universidad Nacional de Cajamarca.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/07/2023

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 SACRAFAMILIA.

1.3 Agregado Grueso:

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

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

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

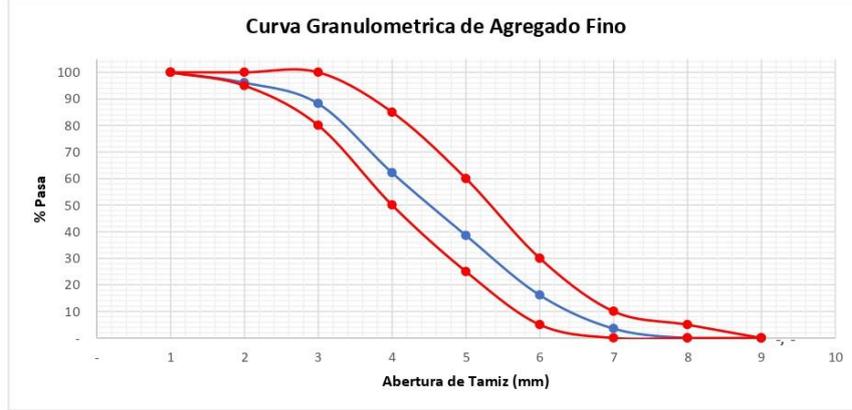


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500				100.00	100.00	100.00	
N° 4	4.750	39.00	3.90	3.90	96.10	95.00	100.00	
N° 8	2.360	79.15	7.92	11.82	88.19	80.00	100.00	
N° 16	1.180	260.00	26.00	37.82	62.19	50.00	85.00	
N° 30	0.600	236.00	23.60	61.42	38.59	25.00	60.00	
N° 50	0.300	224.80	22.48	83.90	16.11	5.00	30.00	
N° 100	0.150	125.85	12.59	96.48	3.52	-	10.00	
N° 200	0.075	35.20	3.52	100.00	-	-	5.00	
FONDO	-		-	100.00	-	-	-	
		1000.000	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							3/8"	
MÓDULO DE FINURA:							2.95	



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.



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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	1,420.10	1,421.25	1,423.70	1,421.68
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,420.10	2,421.25	2,423.70	2,421.68
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,358.60	2,369.90	2,353.50	2,360.67
Peso muestra humeda	gr	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
Peso muestra seca	gr	938.50	948.65	929.80	938.98
Peso de agua	gr	61.50	51.35	70.20	61.02
Contenido de humedad	%	6.55%	5.41%	7.55%	6.50%

Observaciones:

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

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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	20.620	20.600	20.630	20.617
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	21.560	21.550	21.450	21.520
Peso del recipiente	kg	6.218	6.218	6.218	6.218
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.402	14.382	14.412	14.399
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.342	15.332	15.232	15.302
volumen del recipiente	kg	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m3	1,600	1,598	1,601	1,600
Peso unitario compactado	kg/m3	1,705	1,704	1,692	1,700

Observaciones:

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

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 mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	489.80	489.70	489.90	489.80
Peso del pignometro lleno de agua	gr	709.50	709.50	709.50	709.50
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,032.90	1,033.60	1,032.90	1,033.13
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.77	2.78	2.77	2.78
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.77	2.78	2.77	2.78
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.94	2.96	2.94	2.95
Absorcion	%	2.08%	2.10%	2.06%	2.08%

Observaciones:

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

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



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/07/2023

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 SACRAFAMILIA.

1.3 Agregado Grueso:

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

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

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

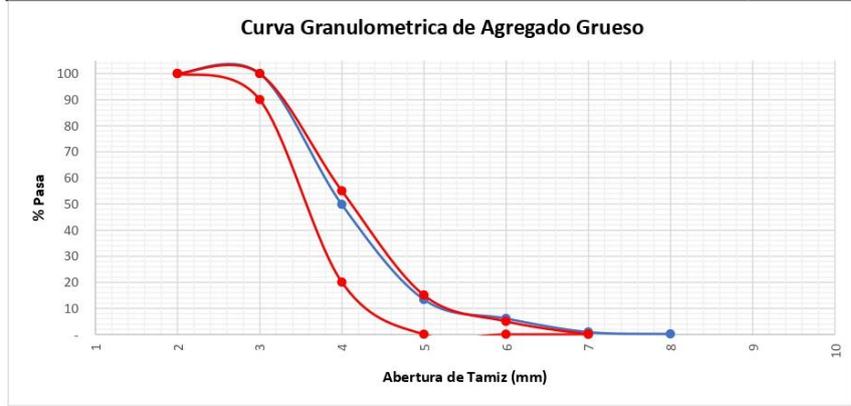


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
1 1/2"	37.500						
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00
3/4"	19.000	-	-	-	100.0	90.00	100.00
1/2"	12.500	1,005.1	50.3	50.3	49.7	20.00	55.00
3/8"	9.500	727.9	36.4	86.7	13.4	-	15.00
N° 4	4.750	145.0	7.3	93.9	6.1	-	5.00
N° 8	2.360	104.0	5.2	99.1	0.9	-	-
N° 16	1.180	15.0	0.8	99.9	0.2		
FONDO	-	3.0	0.2	100.0	-		
		2000.000	100.000				
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:						1/2"	
MODULO DE FINURA:						6.81	



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.



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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	425.30	424.70	423.60	424.53
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	3,425.30	3,424.70	3,423.60	3,424.53
Peso del recipiente + muestra seca	gr	3,401.30	3,400.40	3,400.90	3,400.87
Peso muestra humeda	gr	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
Peso muestra seca	gr	2,976.00	2,975.70	2,977.30	2,976.33
Peso de agua	gr	24.00	24.30	22.70	23.67
Contenido de humedad	%	0.81%	0.82%	0.76%	0.80%

Observaciones:

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

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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	24.990	24.850	25.410	25.083
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	25.600	26.020	26.150	25.923
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	7.018	7.018	7.018	7.018
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	7.018	7.018	7.018	7.018
Peso de muestra en estado suelto	kg	17.972	17.832	18.392	18.065
Peso de muestra en estado compactado	kg	18.582	19.002	19.132	18.905
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m³	1,284	1,274	1,314	1,290
Peso unitario compactado	kg/m³	1,327	1,357	1,367	1,350

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.

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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/08/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	3,632.500	3,648.650	3,640.410	3,640.520
Peso de la muestra SSS	gr	3,665.600	3,680.200	3,674.400	3,673.400
Peso del recipiente lleno de muestra y agua	gr	1,948.900	1,951.400	1,952.100	1,950.800
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.12	2.11	2.11	2.11
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.14	2.13	2.13	2.13
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.16	2.15	2.16	2.15
Absorción	%	0.91%	0.86%	0.93%	0.90%

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.

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



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
 SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
 TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
 ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
 UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
 FECHA : 02/08/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1600 Kg/m ³	1290 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1700 Kg/m ³	1350 Kg/m ³
P. Especifico Masa Seca	2.95 gr/cm ³	2.15 gr/cm ³
Contenido de Humedad	6.5 %	0.8 %
% de Absorcion	2.08 %	0.9 %
Modulo de Fineza	2.95	6.81
Tamaño Maximo Nominal	3/8 "	1/2 "

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

- 4.1. Contenido total de aire:
 % (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)
- 4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:
 L/m³ (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)
- 4.3. Peso especifico del cemento:
 gr/cm³ (Propiedad fisica del cemento)
- 4.4. $f'cr$:
 kg/cm² (Resistencia promedio requerida)
- 4.5. Relacion agua cemento:
 (Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)
- 4.6. Factor cemento:
 kg/m³ = 8.54 bolsas/m³
- 4.7. Cantidad de agregado grueso:
 m³ (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	$f'c + 98$

5. RESULTADOS:

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m ³)	P. SECOS AGREG. (kg/m ³)	CORRECC. HUMEDAD (kg/m ³)	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.115	363.057	363.057	1	8.543	1.00
A. FINO	0.380	1122.18	1195.122	3.292	24.765	2.90
A. GRUESO	0.276	594.045	598.797	1.649	16.26	1.90
AGUA (L/m ³)	0.228	228	178.994	178.994	178.994	20.95 L/bolsa
AIRE	0					

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.



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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 02/08/2023

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

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON		VOLUM.
CEMENTO	363.057	kg	7.26	kg	0.00726114
A. FINO	1195.122	kg	23.90	kg	0.02390244
A. GRUESO	598.797	kg	11.98	kg	0.01197594
AGUA (L/m ³)	178.994	kg	3.58	kg	0.00357988
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
FIBRA DE ACERO	%	0.50	1.50	3.00

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	FIBRA DE ACERO	kg
PATRON A	FIBRA DE ACERO	kg	0.04	0.04	0.04
PATRON B	FIBRA DE ACERO	kg	0.11	0.11	0.11
PATRON C	FIBRA DE ACERO	kg	0.22	0.22	0.22

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



RESULTADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 02/08/2023

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON GENERAL

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	363.057 kg	7.26 kg	0.00726
A. FINO	1195.122 kg	23.90 kg	0.02390
A. GRUESO	598.797 kg	11.98 kg	0.01198
AGUA (L/m ³)	178.994 kg	3.58 kg	0.00358

FIBRA DE ACERO
...

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON K1

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	363.057 kg	7.26 kg	0.00726
A. FINO	1195.122 kg	23.90 kg	0.02390
A. GRUESO	598.797 kg	11.98 kg	0.01198
AGUA (L/m ³)	178.994 kg	3.58 kg	0.00358

FIBRA DE ACERO
0.04

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON K2

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	363.057 kg	7.26 kg	0.00726
A. FINO	1195.122 kg	23.90 kg	0.02390
A. GRUESO	598.797 kg	11.98 kg	0.01198
AGUA (L/m ³)	178.994 kg	3.58 kg	0.00358

FIBRA DE ACERO
0.11

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON K3

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	363.057 kg	7.26 kg	0.00726
A. FINO	1195.122 kg	23.90 kg	0.02390
A. GRUESO	598.797 kg	11.98 kg	0.01198
AGUA (L/m ³)	178.994 kg	3.58 kg	0.00358

FIBRA DE ACERO
0.22

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 Próceres 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 03/08/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

LECTURA N° 01	19,5 °C
LECTURA N° 02	20,1 °C
LECTURA N° 03	20,2 °C

2. MUESTRA - PATRON A

LECTURA N° 01	20,2 °C
LECTURA N° 02	20,7 °C
LECTURA N° 03	19,7 °C

3. MUESTRA - PATRON B

LECTURA N° 01	20,8 °C
LECTURA N° 02	20,9 °C
LECTURA N° 03	21,1 °C

4. MUESTRA - PATRON C

LECTURA N° 01	19,9 °C
LECTURA N° 02	20,2 °C
LECTURA N° 03	20,5 °C

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



TEMPERATURA DE CONCRETO
NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 03/08/2023

1. MUESTRA - PATRON GENERAL

LECTURA N° 01	19,5 °C
LECTURA N° 02	20,1 °C
LECTURA N° 03	20,2 °C

2. MUESTRA - PATRON A

LECTURA N° 01	20,2 °C
LECTURA N° 02	20,7 °C
LECTURA N° 03	19,7 °C

3. MUESTRA - PATRON B

LECTURA N° 01	20,8 °C
LECTURA N° 02	20,9 °C
LECTURA N° 03	21,1 °C

4. MUESTRA - PATRON C

LECTURA N° 01	19,9 °C
LECTURA N° 02	20,2 °C
LECTURA N° 03	20,5 °C

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

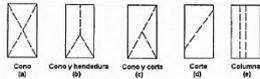


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 10/08/2023

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 (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF-1	PATRON GENERAL	03/08/2023	10/08/2023	7	9.81	201.3	75.58	122.33	12474	113.5	2	175	65%	TIPO 4
JF-2	PATRON GENERAL	03/08/2023	10/08/2023	7	9.75	202.5	74.66	184.81	18845	112.9	1.4	175	65%	TIPO 4
JF-3	PATRON GENERAL	03/08/2023	10/08/2023	7	9.835	202.6	75.97	151.73	15472	113.8	1.6	175	65%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF-1	2562.3	1.684		1684.06
JF-2	2578.1	1.705		1705.20
JF-3	2599.2	1.689		1688.74
PROM	2579.9	1.693		1692.67

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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

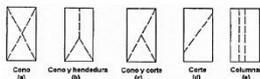


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 17/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF-4	PATRON GENERAL	03/08/2023	17/08/2023	14	9.89	201.47	76.82	146.61	14949.82	158.1	1.5	175	90%	TIPO 4
JF-5	PATRON GENERAL	03/08/2023	17/08/2023	14	9.74	201.08	74.51	171.79	17517.5	159.1	0.99	175	91%	TIPO 5
JF-6	PATRON GENERAL	03/08/2023	17/08/2023	14	9.84	201.28	76.05	142.41	14521.8	158.5	1.01	175	91%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF-4	2415	1.560		1560.36
JF-5	2559.6	1.708		1708.42
JF-6	2539	1.659		1658.75
PROM	2504.5	1.643		1642.51

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

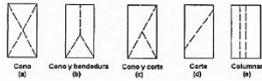


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF-7	PATRON GENERAL	03/08/2023	31/08/2023	28	9.845	201.2	76.12	180.99	18456	176.2	2.2	175	101%	TIPO 4
JF-8	PATRON GENERAL	03/08/2023	31/08/2023	28	9.625	201.8	72.76	196.64	20051	177.4	0.9	175	101%	TIPO 2
JF-9	PATRON GENERAL	03/08/2023	31/08/2023	28	9.712	201.5	74.08	178.64	18215.5	176.9	1.7	175	101%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF-7	2521.4	1.646		1646.24
JF-8	2575.8	1.754		1754.28
JF-9	2548.0	1.707		1706.94
PROM	2548.4	1.702		1702.49

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

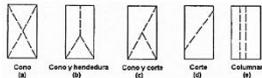


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 10/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF1-1	PATRON A	03/08/2023	10/08/2023	7	9.81	200.5	75.58	76.94	7846	115.4	2	175	66%	TIPO 4
JF1-2	PATRON A	03/08/2023	10/08/2023	7	9.83	200.9	75.89	66.90	6822	114.9	2.4	175	66%	TIPO 4
JF1-3	PATRON A	03/08/2023	10/08/2023	7	9.85	201.4	76.20	70.46	7185	115.7	2.3	175	66%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF1-1	2322.3	1.532		1532.41
JF1-2	2312.5	1.517		1516.72
JF1-3	2299.1	1.498		1498.08
PROM	2311.3	1.516		1515.74

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

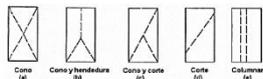


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 17/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF1-4	PATRON A	03/08/2023	17/08/2023	14	9.82	200.9	75.74	52.01	5303.21	160.2	2.5	175	92%	TIPO 4
JF1-5	PATRON A	03/08/2023	17/08/2023	14	9.81	200.7	75.58	51.01	5201.4	161.1	2.3	175	92%	TIPO 4
JF1-6	PATRON A	03/08/2023	17/08/2023	14	9.86	201.1	76.36	49.18	5014.9	160.8	2.2	175	92%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF1-4	2292.1	1.506		1506.40
JF1-5	2256.6	1.488		1487.58
JF1-6	2257.7	1.470		1470.32
PROM	2268.8	1.488		1488.10

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

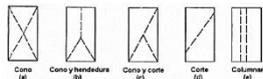


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF1-7	PATRON A	03/08/2023	31/08/2023	28	9.87	201.3	76.51	114.41	11666	178.4	1.6	175	102%	TIPO 4
JF1-8	PATRON A	03/08/2023	31/08/2023	28	9.8	200.9	75.43	119.15	12150	177.1	1.4	175	101%	TIPO 4
JF1-9	PATRON A	03/08/2023	31/08/2023	28	9.82	201.1	75.74	129.05	13159	178.9	1.7	175	102%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF1-7	2602.5	1.690		1689.75
JF1-8	2752	1.816		1816.04
JF1-9	2677	1.758		1757.61
PROM	2677.2	1.754		1754.47

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

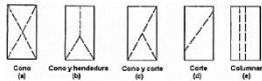


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 10/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF2-1	PATRON B	03/08/2023	10/08/2023	7	9.85	202.1	76.20	39.41	4019	116.4	1.3	175	67%	TIPO 4
JF2-2	PATRON B	03/08/2023	10/08/2023	7	9.87	202	76.51	35.77	3647	115.9	1.4	175	66%	TIPO 4
JF2-3	PATRON B	03/08/2023	10/08/2023	7	9.86	201.8	76.36	34.69	3537	116.7	0.9	175	67%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF2-1	2475.3	1.607		1607.31
JF2-2	2355.1	1.524		1523.82
JF2-3	2422.8	1.572		1572.36
PROM	2417.7	1.568		1567.83

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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

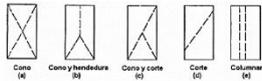


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 17/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF2-4	PATRON B	03/08/2023	17/08/2023	14	9.88	201.2	76.67	49.30	5027	161.2	2.1	175	92%	TIPO 4
JF2-5	PATRON B	03/08/2023	17/08/2023	14	9.85	201.1	76.20	60.10	6128	162.1	1.5	175	93%	TIPO 4
JF2-6	PATRON B	03/08/2023	17/08/2023	14	9.97	200.9	78.07	56.03	5713	161.8	1.9	175	92%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF2-4	2491.1	1.615		1614.95
JF2-5	2648.6	1.728		1728.39
JF2-6	2674	1.705		1704.91
PROM	2604.5667	1.683		1682.75

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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

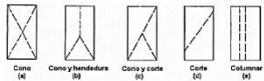


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF2-7	PATRON B	03/08/2023	31/08/2023	28	9.87	202.39	76.51	90.29	9207.2	179.4	2.1	175	103%	TIPO 4
JF2-8	PATRON B	03/08/2023	31/08/2023	28	9.81	201.3	75.58	95.83	9772	178.1	2.2	175	102%	TIPO 4
JF2-9	PATRON B	03/08/2023	31/08/2023	28	9.83	200.66	75.89	89.21	9097	181.9	1.9	175	104%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF2-7	2806.4	1.812		1812.33
JF2-8	2745.7	1.805		1804.60
JF2-9	2731.2	1.793		1793.48
PROM	2761.1	1.803		1803.47

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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

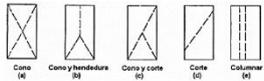


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 10/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF3-1	PATRON C	03/08/2023	10/08/2023	7	9.78	202.1	75.12	120.55	12292	112.4	1.9	175	64%	TIPO 4
JF3-2	PATRON C	03/08/2023	10/08/2023	7	9.82	202.4	75.74	128.24	13077	111.9	2.1	175	64%	TIPO 3
JF3-3	PATRON C	03/08/2023	10/08/2023	7	9.85	201.9	76.20	133.25	13588	112.7	1.8	175	64%	TIPO 3



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF3-1	2154.3	1.419		1418.97
JF3-2	2221.1	1.449		1448.92
JF3-3	2175.4	1.414		1413.97
PROM	2183.6	1.427		1427.29

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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

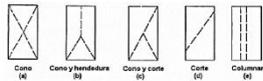


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 17/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF3-4	PATRON C	03/08/2023	17/08/2023	14	9.97	201.5	78.07	146.94	14983	158.2	2.2	175	90%	TIPO 4
JF3-5	PATRON C	03/08/2023	17/08/2023	14	9.83	201.9	75.89	153.18	15620	156.1	1.9	175	89%	TIPO 4
JF3-6	PATRON C	03/08/2023	17/08/2023	14	9.87	202.1	76.51	159.22	16236	155.8	1.8	175	89%	TIPO 3



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF3-4	2259.2	1.436		1436.15
JF3-5	2285.6	1.492		1491.65
JF3-6	2383.9	1.542		1541.69
PROM	2309.5667	1.490		1489.83

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

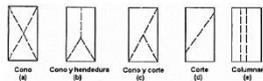


METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto ligero utilizando poliestireno expandido y fibras de acero 3D en Pasco 2023.
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 31/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.	TIPO DE ROTURA
JF3-7	PATRON C	03/08/2023	31/08/2023	28	9.93	200.8	77.44	172.26	17565	175.4	2.4	175	100%	TIPO 2
JF3-8	PATRON C	03/08/2023	31/08/2023	28	9.83	201.7	75.89	182.24	18583	175.1	2.1	175	100%	TIPO 4
JF3-9	PATRON C	03/08/2023	31/08/2023	28	9.86	201.5	76.36	168.38	17170	175.9	1.8	175	101%	TIPO 4



CODIGO	PESO DE LA PROBETA		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
	PESO (g)	g/cm ³	g/cm ³	Kg/m ³
JF3-7	2853.2	1.835		1834.76
JF3-8	2846.2	1.859		1859.36
JF3-9	2813.9	1.829		1828.90
PROM	2837.7667	1.841		1841.01

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

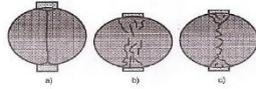


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 11/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JFG-10	PATRON GENERAL	*****	*****	7	97.75	201	7504.53	53.56	53560.0	1.74	17.70	175	C	NO
JFG-11	PATRON GENERAL	*****	*****	7	97.84	202.1	7518.35	53.25	53245.0	1.71	17.48	175	A	NO
JFG-12	PATRON GENERAL	*****	*****	7	97.99	202.5	7541.42	53.95	53950.0	1.73	17.65	175	A	NO



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

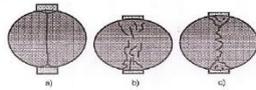


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 18/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JFG-13	PATRON GENERAL	*****	*****	14	98.23	202.2	7578.41	72.11	72110.0	2.31	23.57	175	A	NO
JFG-14	PATRON GENERAL	*****	*****	14	97.5	202.5	7466.19	71.21	71210.0	2.30	23.41	175	C	NO
JFG-15	PATRON GENERAL	*****	*****	14	97.9	202.9	7527.58	72.41	72410.0	2.32	23.66	175	C	NO



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

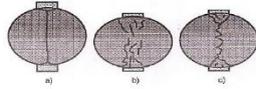


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/09/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JFG-16	PATRON GENERAL	*****	*****	28	97.5	201.3	7466.19	81.92	81920.0	2.7	27.10	175	C	NO
JFG-17	PATRON GENERAL	*****	*****	28	97.6	202.5	7481.51	81.92	81920.0	2.64	26.91	175	C	NO
JFG-18	PATRON GENERAL	*****	*****	28	97.8	203.1	7512.21	80.32	80320.0	2.57	26.25	175	A	NO



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

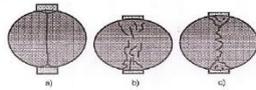


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 11/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JFL-10	PATRON A	*****	*****	7	98.21	201.2	7575.33	53.57	53570.0	1.73	17.60	175	C	NO
JFL-11	PATRON A	*****	*****	7	97.56	202.3	7475.38	53.71	53710.0	1.73	17.67	175	A	NO
JFL-12	PATRON A	*****	*****	7	98.91	201.4	7683.70	53.51	53510.0	1.71	17.44	175	C	NO



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

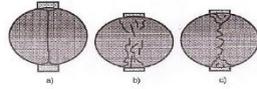


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 18/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF1-13	PATRON A	*****	*****	14	97.94	200.9	7533.73	75.51	75510.0	2.44	24.91	175	A	NO
JF1-14	PATRON A	*****	*****	14	97.85	201.5	7519.89	75.31	75310.0	2.43	24.80	175	C	NO
JF1-15	PATRON A	*****	*****	14	97.65	203.1	7489.18	75.61	75610.0	2.43	24.75	175	C	NO



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

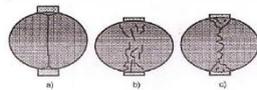


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/09/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF1-16	PATRON (A)	*****	*****	28	98.5	201.5	7620.13	85.74	85740.0	2.75	28.04	175	C	NO
JF1-17	PATRON (A)	*****	*****	28	98.7	200.9	7651.11	84.52	84520.0	2.71	27.67	175	C	NO
JF1-18	PATRON (A)	*****	*****	28	99.1	201.8	7713.25	85.76	85760.0	2.73	27.84	175	A	NO



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

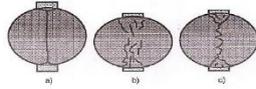


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 11/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF2-10	PATRON B	#####	#####	7	98.52	201.5	7623.22	56.80	56800.0	1.82	18.57	175	A	NO
JF2-11	PATRON B	#####	#####	7	98.64	201.7	7641.81	55.25	55250.0	1.77	18.03	175	C	NO
JF2-12	PATRON B	#####	#####	7	98.45	202.7	7612.40	53.94	53940.0	1.72	17.55	175	C	NO



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

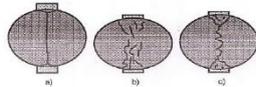


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 18/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF2-13	PATRON (B)	#####	#####	14	98.2	201.2	7573.78	78.53	78530.0	2.53	25.80	175	C	NO
JF2-14	PATRON (B)	#####	#####	14	99.25	202.5	7736.61	78.51	78510.0	2.49	25.36	175	C	NO
JA2-15	PATRON (B)	#####	#####	14	97.45	202.3	7458.54	77.51	77510.0	2.50	25.52	175	C	NO



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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

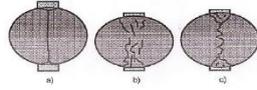


ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS
ESTÁNDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/09/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF2-16	PATRON B	*****	*****	28	98.28	202.12	7586.13	89.42	89420.0	2.87	29.22	175	A	NO
JA2-17	PATRON B	*****	*****	28	98.33	202.45	7593.85	88.72	88720.0	2.84	28.93	175	C	NO
JF2-18	PATRON B	*****	*****	28	98.36	203.1	7598.48	88.22	88220.0	2.81	28.67	175	C	NO



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 MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

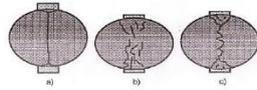


ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS
ESTÁNDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 11/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF3-10	PATRON C	*****	*****	7	98.88	202.3	7679.04	53.24	53240.0	1.69	17.28	175	A	NO
JF3-11	PATRON C	*****	*****	7	98.86	201.5	7675.93	53.25	53250.0	1.70	17.35	175	A	NO
JF3-12	PATRON C	*****	*****	7	98.56	202.56	7629.42	52.85	52850.0	1.69	17.19	175	A	NO



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

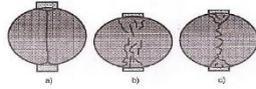


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 18/08/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF3-13	PATRON C	*****	*****	14	98.22	202.23	7576.87	70.21	70210.0	2.25	22.95	175	C	NO
JF3-14	PATRON C	*****	*****	14	98.53	201.56	7624.77	71.41	71410.0	2.29	23.34	175	C	NO
JF3-15	PATRON C	*****	*****	14	98.37	201.47	7600.03	72.21	72210.0	2.32	23.65	175	A	NO



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

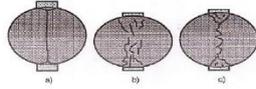


ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 01/09/2023

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 ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO
JF3-16	PATRON C	*****	*****	28	98.65	200.9	7643.36	80.58	80580.0	2.59	26.39	175	C	NO
JF3-17	PATRON C	*****	*****	28	98.94	201.56	7688.36	81.93	81930.0	2.62	26.67	175	C	NO
JF3-18	PATRON C	*****	*****	28	97.86	202.51	7521.43	82.14	82140.0	2.64	26.91	175	A	NO



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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 12/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JFG-19	PATRON GENERAL	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	18.18	1853.81	175	261	24.72
JFG-20	PATRON GENERAL	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	18.12	1847.70	175	267	24.64
JFG-21	PATRON GENERAL	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	18.25	1860.95	175	265	24.81

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.

UNDAC
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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 19/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JFG-22	PATRON GENERAL	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	23.45	2391.20	175	265	31.88
JFG-23	PATRON GENERAL	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	23.88	2435.04	175	269	32.47
JFG-24	PATRON GENERAL	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	23.62	2408.53	175	268	32.11

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.

UNDAC
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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 02/09/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JFG-25	PATRON GENERAL	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	27.78	2832.73	175	261	37.77
JFG-26	PATRON GENERAL	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	27.90	2844.96	175	272	37.93
JFG-27	PATRON GENERAL	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	28.02	2857.20	175	266	38.10

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 12/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JFI-19	PATRON A	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	18.41	1877.27	175	260	25.03
JFI-20	PATRON A	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	18.23	1858.91	175	264	24.79
JFI-21	PATRON A	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	18.32	1868.09	175	268	24.91

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 19/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF1-22	MUESTRA - PATRON A	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	24.42	2490.11	175	259	33.20
JF1-23	MUESTRA - PATRON A	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	24.12	2459.52	175	267	32.79
JF1-24	MUESTRA - PATRON A	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	24.70	2518.66	175	262	33.58

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 02/09/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF1-25	PATRON A	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	29.25	2982.62	175	276	39.77
JF1-26	PATRON A	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	29.35	2992.82	175	269	39.90
JF1-27	PATRON A	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	29.52	3010.15	175	273	40.14

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 12/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF2-19	PATRON B	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	19.30	1968.02	175	260	26.24
JF2-20	PATRON B	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	19.10	1947.63	175	263	25.97
JF2-21	PATRON B	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	19.24	1961.90	175	265	26.16

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 19/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF2-22	PATRON B	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	24.75	2523.76	175	262	33.65
JF2-23	PATRON B	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	24.98	2547.21	175	261	33.96
JF2-24	PATRON B	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	24.52	2500.30	175	267	33.34

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 02/09/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF2-25	PATRON B	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	30.22	3081.53	175	260	41.09
JF2-26	PATRON B	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	30.12	3071.34	175	263	40.95
JF2-27	PATRON B	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	30.16	3075.42	175	265	41.01

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.



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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 12/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF3-19	PATRON C	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	17.90	1825.26	175	268	24.34
JF3-20	PATRON C	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	17.70	1804.87	175	269	24.06
JF3-21	PATRON C	05/08/2023	12/08/2023	7	450	150	150	17.50	1784.48	175	271	23.79

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.



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 FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 19/08/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF3-22	PATRON C	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	21.40	2182.16	175	263	29.10
JF3-23	PATRON C	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	21.30	2171.96	175	265	28.96
JF3-24	PATRON C	05/08/2023	19/08/2023	14	450	150	150	21.20	2161.76	175	272	28.82

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.

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 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 : Julio FLORES ATENCIO
TESIS : "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f_c = 175$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Chaupimarca - 2023
FECHA : 02/09/2023

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 DISEÑO (kg/cm ²)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)	MR (kg/cm ²)
JF3-25	PATRON C	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	26.10	2661.42	175	267	35.49
JF3-26	PATRON C	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	26.30	2681.81	175	265	35.76
JF3-27	PATRON C	05/08/2023	02/09/2023	28	450	150	150	26.40	2692.01	175	274	35.89

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.

UNDAC
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cómo mejoraría las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibras de acero, Pasco 2023?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023? ✓ ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023? ✓ ¿Cuál es el efecto de las propiedades físicas del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023? 	<p>Objetivo general Mejorar las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Efectuar la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023. ✓ Efectuar la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023. ✓ Efectuar las propiedades físicas del concreto celular no estructural con fibra de acero, Pasco 2023. 	<p>Hipótesis general Las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural mejorarán utilizando fibras de acero, Pasco 2023.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ El efecto de la resistencia a la compresión del concreto celular no estructural mejorará incrementando fibras de acero, Pasco 2023. ✓ El efecto de la resistencia a la flexión del concreto celular no estructural mejorará incrementando fibras de acero, Pasco 2023. ✓ Las propiedades físicas del concreto mejoraran incrementando fibras de acero, Pasco 2023 	<p>Variable independiente</p> <hr/> <p>Fibra de acero</p>	<p>Dimensiones</p> <hr/> <p>D1: Se evaluará las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural, antes de la incorporación de fibras de acero (grupo de control).</p>	<p>Indicadores</p> <hr/> <p>I1: Proporción de fibras de acero (0.5%, 1.5% y 3.0%)</p>	<p>Tipo de investigación: Correlacional</p> <p>Método de investigación: Científico</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa</p>
			<p>Variable dependiente</p> <hr/> <p>Mejoramiento de las propiedades del concreto celular no estructural</p>	<p>Dimensiones</p> <hr/> <p>D1: Se evaluará el aprendizaje obtenido de las propiedades mecánicas del concreto celular no estructural después de la fibra de acero.</p>	<p>Indicadores</p> <hr/> <p>I1: Se demostrará que las propiedades mecánicas del concreto no estructural obtienen una mejora con respecto al grupo control.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

PANEL FOTOGRÁFICO



En la imagen observamos la generación de espuma, para ello se utilizó lavavajillas líquida



En la imagen observamos que la espuma tiene más volumen, por el uso de lavavajillas en líquido



En la mezcladora se mezcló la proporción indicada en el diseño de mezcla y se combinó con la espuma generada



Luego se transporta la mezcla a las probetas cilíndricas para su moldeo con ayuda de un cucharón.



Se transporta la mezcla a las probetas cilíndricas para su moldeo con ayuda de un cucharón.



Se procede a dejar las probetas en una superficie para su respectivo secado.



Se realiza los patrones experimentales aumentando fibras de acero al diseño de mezcla del concreto celular.



Se realiza los patrones experimentales aumentando fibras de acero al diseño de mezcla del concreto celular.