



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Uso del Mucílago de Nopal para Mejorar las Propiedades
Mecánicas del Concreto**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor(es)

Bach. Guevara Cardenas Fernando Julio
<https://orcid.org/0000-0001-5340-7080>

Asesor(a)

Mag. Chilón Muñoz, Carmen
<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

Uso del Mucílago de Nopal para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto

Aprobación del jurado

CORONADO ZULOETA OMAR

Presidente del Jurado de Tesis

PATAZCA ROJAS PEDRO RAMON

Secretario del Jurado de Tesis

CHILON MUÑOZ CARMEN

(Vocal del Jurado de Tesis)

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) egresado (s)del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Guevara Cardenas Fernando Julio	DNI: 70559799	
---------------------------------	---------------	---

* Porcentaje de similitud turnitin:19%

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO
**IEEE TURNITIN GUEVARA CARDENAS FER-
NANDO JULIO.docx**

<p>RECuento DE PALABRAS 20352 Words</p>	<p>RECuento DE CARACTERES 102879 Characters</p>
<p>RECuento DE PÁGINAS 87 Pages</p>	<p>TAMAÑO DEL ARCHIVO 2.9MB</p>
<p>FECHA DE ENTREGA Jun 2, 2023 11:31 AM GMT-5</p>	<p>FECHA DEL INFORME Jun 2, 2023 11:32 AM GMT-5</p>

● **19% de similitud general**
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 16% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Cross
- 13% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Dedicatoria

A Dios

Dedico esta investigación principalmente a Dios, mi roca y mi fortaleza. Gracias por guiarme en mi camino, iluminar mi mente y fortalecer mi espíritu en los momentos de dificultad. Este logro es una muestra de tu inmenso amor y gracia.

A mi Familia

Dedico este trabajo a mi amada familia, por su constante apoyo, comprensión y motivación durante mi formación académica. Vuestras palabras de aliento y amor incondicional me han impulsado a superar los obstáculos y alcanzar mis metas. Gracias por ser mi mayor inspiración

Fernando Julio Guevara Cardenas

Agradecimientos

Agradezco a Dios, quien ha sido mi luz en este camino de aprendizaje, por permitirme alcanzar esta meta. Por su amor incondicional, paciencia y gracia en los momentos de incertidumbre, por darme la fortaleza para perseverar y por ser mi guía en cada paso.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi amada familia, por ser mi fuente de inspiración y apoyo constante. También quiero agradecer a mis maestros de la Escuela de Ingeniería Civil, por compartir sus conocimientos y experiencias. A mi universidad Señor de Sipán, por brindarme una educación de calidad y las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. ¡Gracias por ser parte fundamental en este logro

Fernando Julio Guevara Cardenas

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de tablas y figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	10
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.	11
1.2. Formulación del problema.....	21
1.3. Hipótesis	21
1.4. Objetivos.....	21
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	22
II. MATERIALES Y MÉTODO	31
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	31
2.2. Variables, Operacionalización.....	31
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	35
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	38
2.6. Criterios éticos	51
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
3.1. Resultados.....	52
3.2. Discusión	86
3.3. Aporte de la investigación (opcional)	89
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
4.1. Conclusiones	92
4.2. Recomendaciones	96
REFERENCIAS	97
ANEXOS	104

Índice de tablas

Tabla 1 Requisitos Material Delgado.....	26
Tabla 2 Requisitos para el Material Grueso	26
Tabla 3 Operacionalización de la variable Independiente	32
Tabla 4 Operacionalización de la variable Dependiente.....	33
Tabla 5 Cuantía de probetas cilíndricas y prismáticas de diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	34
Tabla 6 Cuantía de probetas cilíndricas y prismáticas de diseño $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	35
Tabla 7 Canteras para levantar datos	52
Tabla 8 Determinación de Peso Unitario suelto y compactado.....	57
Tabla 9 Absorción y peso específico por cantera.	58
Tabla 10 Contenido de humedad del agregado.....	59
Tabla 11 Porcentaje de finos por cantera.....	59
Tabla 12 Masa por unidad de volumen – agregado grueso natural.....	63
Tabla 13 Absorción y peso específico por cantera de agregado grueso natural.....	64
Tabla 14 Contenido de humedad del agregado grueso natural.....	65
Tabla 15 Degradación de agregados gruesos.....	66
Tabla 16 Granulometría agregado fino- Cantera Pátapo – “La victoria”	66
Tabla 17 Agregado fino Cantera Pátapo – características físicas.	67
Tabla 18 Finos que atraviesan malla N° 200 – Cantera Pátapo.	68
Tabla 19 Granulometría agregado grueso- Cantera Pacherras.....	68
Tabla 20 Agregado fino Cantera Pacherras – características físicas.....	69
Tabla 21 Máquina de Los Ángeles – Ensayo de abrasión.....	69
Tabla 22 Mezcla diseñada - 210 kg/cm^2	71
Tabla 23 Mezclas diseñadas - 280 kg/cm^2	72
Tabla 24 Mezclas finales - 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2	72
Tabla 25 Mezclas diseñadas con mucílago de Nopal - 210 kg/cm^2	73
Tabla 26 Mezclas diseñadas con mucílago de Nopal - 280 kg/cm^2	73
Tabla 27 Peso de muestras en estado fresco	76
Tabla 28 Propuesta 1 a utilizar un diseño de mezcla C21O en una edificación.....	95
Tabla 29 Propuesta 2 a utilizar un diseño de mezcla $200 \text{ kg/cm}^2 + 10\% \text{MN}$	95

Índice de figuras

Figura 1 Variación de las prop. mecánicas del concreto, según los porcentajes de MN.....	37
Figura 2 Diagrama de Flujo.....	38
Figura 3 Análisis granulométrico de la Cantera zaña -"Castro I- San Nicolás".	53
Figura 4 Análisis granulométrico de la Cantera Pátapo-La Victoria.....	54
Figura 5 Análisis granulométrico de la Cantera Tres Tomas – “Josmar”.	55
Figura 6 Análisis granulométrico de la Cantera Pacherrres-Pacherrres.....	56
Figura 7 Análisis granulométrico de la Cantera Zaña – “Castro I – San Nicolás.....	60
Figura 8 Análisis granulométrico de la Cantera Pátapo – “La victoria”	61
Figura 9 Análisis granulométrico de la Cantera Tres tomas – “Josmar”.....	62
Figura 10 Análisis granulométrico de la Cantera “Pacherrres”.....	63
Figura 11 Curva granulométrica del agregado fino Cantera Pátapo – “La victoria”.....	67
Figura 12 Curva granulométrica del agregado grueso Cantera Pacherrres.....	69
Figura 13 Mucílago de Nopal en su estado natural	70
Figura 14 Asentamiento - comparación asentamiento f´c 210 kg/cm ² vs 280 kg/cm ²	74
Figura 15 Temperatura - comparación f´c 210 kg/cm ² vs 280 kg/cm ²	75
Figura 16 Contenido de aire - Comparación f´c 210 kg/cm ² vs 280 kg/cm ²	75
Figura 17 Peso unitario - Comparación f´c 210 vs 280 kg/cm ²	76
Figura 18 Resistencia a compresión del concreto con f´c 210 kg/cm ²	77
Figura 19 Resistencia a compresión del concreto con f´c 280 kg/cm ²	78
Figura 20 Resistencia a compresión diametral del concreto con f´c 210 kg/cm ²	79
Figura 21 Resistencia a compresión diametral del concreto con f´c 280 kg/cm ²	80
Figura 22 Resistencia a la flexión del concreto con f´c 210 kg/cm ²	81
Figura 23 Resistencia a la flexión del concreto con f´c 280 kg/cm ²	82
Figura 24 Elasticidad estática del concreto con f´c 210 y 280 kg/cm ²	83
Figura 25 Elasticidad estática del concreto f´c 210 kg/cm ²	84
Figura 26 Elasticidad estática del concreto f´c 280 kg/cm ²	85

Resumen

El desarrollo de hormigón sostenible interesa cada vez más a los investigadores. En este contexto, se han utilizado materiales de origen vegetal como el mucílago de nopal (MN), considerado como un polisacárido en forma de gel, que permite sustituir el agua en mezclas de concreto. Por tal motivo, la investigación tuvo como objetivo analizar en qué medida mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto incorporando MN en Chiclayo, 2022. En el presente estudio se analizaron concretos de dos clases de resistencia $f'c$: 210 y 280 kg/cm², incorporando MN como sustituto del agua en cantidades de 5, 10, 15 y 20%. Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas del concreto. La investigación concluyó que, en los ensayos en estado fresco, el mucílago de nopal influye de forma directa reduciendo en la trabajabilidad del concreto, que la temperatura de concreto patrón con MN no sobrepasa la temperatura reglamentaria llegando a 31,5°C, el peso unitario de la mezcla va disminuyendo mientras que las adiciones de MN van aumentando a diferencia del contenido de aire, que aumenta mientras la presencia del mucílago es mayor; en cuanto a las propiedades mecánicas, se encontró que para compresión, flexión y módulo elástico, los mejores resultados se obtuvieron con 10% de MN con un incremento respecto a las mezclas patrón de 4.87%, 12.79% y 4.35%, respectivamente, mientras que para tensión la mejora fue de 6.69% con 5% de MN. Los resultados de las propiedades mecánicas fueron validados mediante pruebas estadísticas, concluyendo que el mucílago de nopal mejora significativamente hasta un nivel de reemplazo del 10% del agua de la mezcla.

Palabras Clave: Mucílago de Nopal, Concreto, Propiedades Físicas y Mecánicas

Abstract

The development of sustainable concrete is of increasing interest to researchers. In this context, plant-based materials such as nopal mucilage (MN), considered a polysaccharide in gel form, have been used to replace water in concrete mixtures. For this reason, the objective of this research was to analyze the extent to which the physical and mechanical properties of concrete are improved by incorporating MN in Chiclayo, 2022. In the present study, concrete of two strength classes $f'c$: 210 and 280 kg/cm² were analyzed, incorporating MN as a water substitute in quantities of 5, 10, 15 and 20%. The physical and mechanical properties of the concrete were evaluated. The research concluded that, in the fresh state tests, the nopal mucilage has a direct influence in reducing the workability of the concrete, that the temperature of the standard concrete with MN does not exceed the regulatory temperature, reaching 31.5°C, the unit weight of the mixture decreases while the MN additions increase, unlike the air content, which increases while the presence of mucilage is greater; As for the mechanical properties, it was found that for compression, flexion and elastic modulus, the best results were obtained with 10% MN, with an increase with respect to the standard mixtures of 4.87%, 12.79% and 4.35%, respectively, while for tension the improvement was 6.69% with 5% MN. The results of the mechanical properties were validated by statistical tests, concluding that nopal mucilage significantly improves up to a level of 10% water replacement in the mixture.

Keywords: Nopal Mucilage, Concrete, Physical and Mechanical Properties

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A nivel internacional se considera que el concreto es un material que se compone de ciertos elementos que le brindan características importantes como el bajo costo y la versatilidad. Se emplea generalmente en la construcción de edificaciones en todo el planeta por lo que, conforme va creciendo la población, el uso del concreto va incrementándose [1]. Asimismo, la demanda que tiene y la terminación de vida útil de aquellas construcciones que tienen varias décadas de vida, ocasiona la necesidad de volver a edificar con el concreto que se viene produciendo hoy en día.

Vera [2] explica que el cemento es fácil de adquirir y reacciona lentamente al agua, formando una masa que se convertirá, con el tiempo, en un bloque endurecido. Según Riquett [3], entre las propiedades del cemento se tiene la resistencia a la compresión, que hace referencia al valor máximo resistencia que el concreto tiene luego de que se somete a una máquina de compresión en el que se aplicará cargas que actúan sobre alguno de sus ejes hasta que falle. La resistencia a la compresión se determinará mediante el cálculo de la carga de falla en el hormigón dividida por el área de la sección resistente.

Otro aspecto importante es que la utilización de concreto de alta calidad genera una alta contaminación, debido a que, para su fabricación, se queman abundantes combustibles fósiles, lo cual, lo ubicado en el tercer lugar de emisión de CO₂ dentro de las industrias a nivel mundial. Es más, Danish et al. [4] han descrito que los compuestos cementosos no son biodegradables, Provocando así un riesgo para el medio ambiente y la salud.

Por tal motivo, la reducción de proporciones que se utilizan para elaborar la mezcla de concreto beneficiará la reducción de las emisiones contaminantes que tiene y, para ello, diversas investigaciones han considerado la utilización de fibras vegetales para poder producir un concreto de alta resistencia a bajo costo y que, además, favorezca la reducción de la contaminación que surge de su fabricación [5].

El concreto puede ser definido como una masa homogénea que está compuesta de diferentes materiales, los que le aportan una enorme cantidad de variables del que dependerán sus propiedades físicas y mecánicas de la masa que la

conforma [6]. Según Duran [7], el concreto se conoce como una mezcla que se dosifica adecuadamente entre agregado grueso, fino, agua y cemento, asimismo, se le puede agregar de entre su composición aditivos fibras y adicciones. Por ese motivo, es que se debe priorizar el desarrollo de un concreto con materiales que le brinden la mejor calidad para la construcción, para que, de esta manera, notemos una mejora en sus propiedades mecánicas, entre ellas, que tenga una mayor resistencia del concreto a la compresión y a la corrosión del acero. Según Guillén y Llerena [8] entre las características del concreto se tiene su trabajabilidad, consistencia, exudación, segregación y tiempo de fraguado.

A nivel nacional, las propiedades mecánicas del concreto son muy variables y muchas veces no se las considera de una manera adecuada pues, de acuerdo a la Norma de concreto armado E.060, se ha establecido que, como mínimo, se deben tener 10 registros de ensayos respecto la resistencia del concreto, la cual, no se respeta [9].

Respecto a las propiedades mecánicas que tiene el concreto, estas hacen referencia a aquellas que se relacionan con su comportamiento en un estado endurecido cuando se someten a sollicitaciones mecánicas directamente en el concreto, esto brindará valores que permitirán establecer cuáles son sus propiedades mecánicas y los parámetros que se requieren para su diseño estructural [10]. Además, Zegarra y Ríos [11] explican que el concretos puede tener diferentes orígenes y ser natural, mineral o provenir de hierro, partículas sub industriales o de acero, al cual, se le agregaran materiales pétreos inertes que surgen de las rocas desintegradas de forma provocada o natural.

Se tiene, entonces, que el concreto debe cumplir con ciertas condiciones necesarias para alcanzar los estándares de resistencia que requiere la Norma técnica peruana pero que, al mismo tiempo, se encuentre al alcance de las diversas economías de los sectores sociales en el Perú y, ello, debido a que no todos pueden acceder a un concreto compuesto por materiales de alta calidad y, por tanto, exponen las construcciones y edificaciones que realizan a un concreto de bajo costo que no cumple los estándares mínimos de calidad.

Es por ese motivo, que se ha considerado como una alternativa de solución, la incorporación de mucílago como un elemento para fabricar el concreto, con lo cual, se incrementarían su desempeño mecánico y se reducirían los costos de fabricación. Según Nereida, Osorio y Villacis [12] el mucílago se considera una sustancia de

origen vegetal, la cual, puede tener reacciones ácidas o neutras y puedes tener diferentes funciones en función a su peso molecular superior y la planta en la que de la que se extraiga, asimismo, Ticona [13] explica que el mucílago son polisacáridos que se producen por metabolismo normal de algunas plantas, son reservas nutritivas que se localizan en hojas, raíces y granos, entre otros. Según Rivera [14], por muchos años el mucílago fue descartado de usar por los agricultores, a pesar de los grandes beneficios que trae y, únicamente, se utilizaba para fermentar granos por que aportaban sabor y aroma, sin embargo, hoy en día es de gran interés por sus diversos usos.

El mucílago es un tipo de fibra que se halla en diferentes plantas y son análogos por sus propiedades y composiciones a las gomas, llegando a formarse pseudo soluciones gelatinosas cuando se la disuelve con el agua. El mucílago puede ser encontrado en los nopales y podría ser incorporado en la fabricación de concreto para reducir su costo, pero incrementando su resistencia. El mucílago ya ha sido utilizado para conservar revoques de tierra que presentaban vulneración al contacto con el agua, por lo tanto, los tratamientos superficiales de elementos naturales mejoraron su protección al aire libre [15].

En esa línea se busca establecer si la utilización de mucílago de nopal para la fabricación del concreto mejoraría las propiedades mecánicas y, con ello, se podrían lograr los beneficios esperados que son el de reducir el costo del concreto, pero mejorando sus propiedades mecánicas con los beneficios ambientales que, al mismo tiempo, se podrían conseguir.

Durante las últimas décadas, podemos apreciar un incremento de la demanda del concreto y nos permite predecir que, con los años, este seguirá incrementándose y, por tanto, es importante la realización de investigaciones que busquen mejorar el comportamiento mecánico del concreto sin que esto eleve su costo en beneficio de las sociedades y la satisfacción de la necesidad de contar con concretos resistentes y no contaminantes, a continuación, mencionaremos investigaciones relacionadas al tema.

Internacionales

Gallego et al. [16] en la investigación titulada: "Effect of natural additives on concrete mechanical properties" presentada en la Revista Cogent Engineering. La Investigación analizó la problemática del sector construcción, específicamente, en el hormigón que refuerza el acero, pues ocasiona un alto proceso contaminación, por

ello, se buscó establecer el efecto de dosificar MN y las fibras de Ixtle como activos para mejorar el comportamiento mecánico del hormigón y resistir la compresión, flexión, coeficiente de transferencia de calor, rugosidad y frecuencia de pulso ultrasónico por análisis de dimensión fractal. Se halló que las propiedades mecánicas mejoran notablemente cuando se utilizan ambos aditivos naturales, evidenciándose un incremento de concentración de iones de potasio y calcio luego de dosificar los aditivos.

Torres y Díaz [17] en la investigación titulada: "Concrete durability enhancement from nopal (*Opuntia ficus-indica*) additions" presentada en la Revista Construction and Building Materials. La investigación buscó establecer criterios para analizar la durabilidad del hormigón con un derivado de MN cocido (cMN), MN exudado (eMN) y polvo de nopal deshidratado (dNp). Para ello, se fabricó testigos aplicando concentraciones del 4, 8, 15 y 30 % que sustituye la masa de agua. La investigación encontró resultados positivos similares a los obtenidos a los 30 días con una sustitución de 15% tanto con MN exudado como con MN cocido, sin embargo, a los 400 días de curado, lograron los resultados más óptimos para MN exudado (similar al utilizado en esta investigación) fueron para una sustitución de agua de 8%.

Hernández et al. [18] en su investigación titulada: "Influence of nopal mucilage and marine brown algae extract on the compressive strength and durability of concrete" presentada en la revista materiales de construcción. El propósito fue evaluar la resistencia mecánica y la durabilidad de los concretos que incluían soluciones de MN y extracto de algas marinas cafés, con relaciones agua/cemento de 0.30 y 0.60 (con una concentración de 0.5 °Brix). Se fabricaron cilindros de prueba y se curaron en condiciones húmedas durante 0 y 28 días, su comportamiento frente a la compresión evidencia que solamente una combinación de concreto con un aditivo orgánico logró aumentar su resistencia en comparado al grupo patrón.

Díaz et al. [19] en la investigación titulada: "Natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing Steel" presentada en la revista Alconpat. Tuvo como objetivo examinar el concreto y el impacto del MN en su comportamiento electroquímico. Se crearon adiciones en relación al agua (1:1, 1:2 y

1:3) y se analizó su comportamiento frente a la compresión tras 28 días. Los especímenes se analizaron durante 270 días con diferentes técnicas electroquímicas. Se observó una reducción en la resistencia a la compresión en las muestras que contenían MN después de 28 días, mientras que el inicio y la velocidad de corrosión del acero se retrasaron en las muestras con MN

Durán-Herrera et al. [20] en la investigación titulada: “Opuntia ficus indica mucilage (OFIM) as internal curing enhancer in self consolidating concrete” presentada en la revista Romanian Journal of materials. El propósito de esta investigación es examinar el impacto del mucílago de la planta Opuntia Ficus Indica (OFIM) y determinar si es eficaz para prevenir la retracción en comparación con el método convencional de curado interno con agua y un aditivo comercial reductor de la retracción. Se concluye que la adición de (OFIM) no afecta su comportamiento mecánico y elásticas del concreto. Sin embargo, Se puede observar que el mucílago puede tener un impacto beneficioso en la disminución de la retracción, especialmente en etapas tempranas del proceso

Azizi et al. [21] en su investigación titulada: “Use of Tunisian Opuntia ficus-indica Cladodes as a Low Cost Renewable Admixture in Cement Mortar Preparations” presentada en la revista Chemistry Africa. El propósito de este estudio fue analizar el efecto del polvo obtenido de los cladodios de la planta Opuntia ficus-indica sobre la durabilidad y el comportamiento mecánico del mortero. Se elaboraron un espécimen de control utilizando cemento Portland convencional y se evaluó la sustitución de dicho cemento por 1%, 2,5% y 4% de polvo de cladodios de la planta Opuntia ficus-indica en peso de cemento. Se observa que la adición de polvo de cladodios de Opuntia ficus-indica redujo significativamente los tiempos de fraguado y mejoró su comportamiento mecánico y la capacidad para resistir la solución de ácido acético y clorhídrico al 5%, en comparación con el espécimen de control.

Díaz [22] en la investigación titulada: “Efecto del PET reciclado y del mucílago de nopal en las propiedades electroquímicas y mecánicas del concreto” presentada en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en México. El propósito de este estudio fue analizar si el mucílago de nopal podría favorecer al comportamiento mecánico del concreto. Para ello, se hicieron tres concentraciones modificando el

peso nopal-agua en una relación de 1:1; 1:2; y 1:3, los cuales, fueron agregadas a la mezcla de agregados. En conclusión, en la investigación las muestras de mucílago de Nopal con agregados de polietilentereftalato, tenían valores superiores comparadas a las muestras de control tanto en resistencia al ruido, módulo de impedancia y resistencia a la polarización.

Shamnugavel et al., [23] en la investigación titulada: "Interaction of a viscous biopolymer from nopal extract with cement paste to produce sustainable concrete" presentada en la Revista Construction and Building Materials. La investigación analizó el desarrollo de materiales de construcción sostenible para satisfacer requisitos mundiales de economía verde, entre ellos, el hormigón de cemento con calidad superior agregándole aditivos naturales como extracto de nopal con concentraciones variables para fabricar hormigón sostenible. La investigación evidenció no se encontraron mejoras significativas para ambas clases de resistencia, e incluso se observaron disminuciones en los valores cuando el contenido de MN superaba el 15%, un caso similar ocurre en los resultados de compresión a 7 días.

Silva, Vásquez y Uría [24] en la investigación titulada: "Determinación del uso del mucilago de nopal en la construcción de la época colonial (caso Convento de San Diego)" presentada en la Revista Project, Design and Management. La investigación buscó determinar la existencia de componentes orgánicos como el MN en la industria de la construcción, para ello, se desarrollaron 9 pruebas de mortero tomadas de la edificación colonial de distintos periodos de construcción para analizar la presencia de los componentes orgánicos. La investigación concluyó que en las construcciones coloniales se utilizaba mucílago de nopal para lograr mayor resistencia, ello se pudo deducir de la comparación de patrones de monteras antiguos que coinciden con los espectros logrados por la cocción de las muestras experimentales, logrando con ello una mejor plasticidad y adhesividad del mortero, haciéndolo también más resistente a la humedad y logrando un grado mínimo de deterioro de la construcción.

Azima y Bundur [25] en la investigación titulada: "Influence of Sporasarcina pasteurii cells on rheological properties of cement paste" presentada en la Revista Construction and Building Materials. La investigación analizó la tecnología de materiales de concreto enfocándose en mezclas fluidas con propiedades reológicas

mejoradas como las células bacterianas, debido a que el MN y las y algas pardas requiere un procedimiento adición que es costoso, por ello, se analizó la influencia de las células *Sporasarcina pasteurii* (*S. pasteurii*) en la viscosidad y el límite elástico de materiales a base de cemento. La investigación concluyó que adicionando microorganismo se incrementa el límite elástico del cemento y la viscosidad aparente.

Aquilina, Borg y Buhagiar [26] en su investigación titulada: "The application of Natural Aditives in Concrete: *Opuntia ficus-indica*" presentada en la Revista *Materials Science and Engineering*. La investigación analizó la utilización de aditivos sintéticos para restaurar el fraguado y plastificantes que, actualmente, son una práctica estándar al mezclar mortero a pesar de los adversos efectos ambientales. Respecto a los diferentes extractos que se derivan de plantas utilizados en aditivos de mortero y hormigón se tiene el extracto de mucílago de tuna muy común en Sudamérica. La investigación concluyó que incluir este aditivo en la base del mortero de cemento, incrementa el rendimiento en términos de resistencia, tanto para los sustitutos de polvo como para el agua, sin embargo, en el cemento, su incorporación debilitó la muestra en términos de resistencia, tanto en el reemplazo de agua como en la energía.

Amaran y Ravi [27] en la investigación titulada: "Effect of nopal on the Rheological properties of cement International" publicado en la *Journal of Chemical Sciences*. La investigación utilizó el extracto de nopal como mezclas orgánicas natural de cemento Portland ordinario. Se hizo una prueba orgánica de los nopales para establecer si se presentaban proteínas grasas o carbohidratos. Se observó que el extracto de nopal mejora la plasticidad del mortero, su comportamiento frente a la compresión y la trabajabilidad del hormigón. Asimismo, se observó que se retrasó el tiempo de fraguado por la capacidad de retener humedad por los carbohidratos presentes en el nopal.

Nacionales

Inga [28] en la investigación titulada: "Influencia de la adición de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-índica*) en las propiedades mecánicas del concreto permeable" presentada en la Universidad Peruana Unión en Lima. El propósito de este estudio fue examinar el desempeño mecánico del concreto permeable al adicionar mucílago. Como variable se consideraron la resistencia a la tracción por compresión diametral,

a la compresión y la permeabilidad. Se llegó a concluir que cuando se adiciona mucílago de Nopal, su resistencia a la compresión incrementa, sin embargo, la permeabilidad y la resistencia a la tracción se reducen.

Oloya y Ponce [29] en la investigación titulada: “Influencia del uso del mucilago de nopal *Echinopsis Pachanoi* como aditivo natural para evaluar la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la ciudad de Trujillo” presentada en la Universidad Privada Antenor Orrego en Trujillo. El propósito de este estudio fue conocer si el MN influye en la permeabilidad, compresión y consistencia del concreto. Para ello, se realizaron diferentes mezclas comparando los resultados que se obtuvieron adicionando el mucílago en 1.5 %; 1 % y 0.5 % respecto al peso del cemento. La investigación concluyó que el concreto que fue elaborado adicionando mucílago al 1.5 % presenta una resistencia superior a las otras mezclas. Por tanto, se recomienda su uso para concretos en pavimentos y losas considerando los beneficios ambientales, económicos y sociales que ofrece.

Peña [30] en la investigación titulada: “Resistencia a la Compresión de Mortero con Cemento Sustituido al 7% y 10% por Mucilago de Aloe Vera (Sábila)” presentada en la Universidad San Pedro en Chimbote. El propósito de este estudio fue determinar si hay una mejora en la compresión del mortero sustituyendo el mucílago de la obra en porcentajes de 10 y 7 %. La investigación desarrolló mezclas utilizando dosificaciones según la N.T.P. 334.051, las cuales, se hicieron a través de probetas de mortero mezclando mucílago de saliva con agregados y cemento. La investigación concluyó que la aplicación de murciélago de sábila según las mezclas desarrolladas en el experimento presenta resistencias menores en relación al mortero patrón en 11.30 % y 21.50 % respectivamente, por lo tanto, se concluye que esta combinación no sería adecuada para su uso en proyectos de construcción.

Rojas [31] en la investigación titulada: “Aditivos de origen natural para el concreto y su efecto en la resistencia a la compresión para edificaciones urbanas. Una revisión sistemática entre los años 2009 – 2019” presentada en la Universidad Privada del Norte de Trujillo. El propósito de este estudio fue establecer si los aditivos naturales como el mucílago incorporado al concreto proporcionan resistencia a la compresión y podría ser utilizada en edificaciones urbanas. La investigación revisó la

literatura científica de revistas indexadas a partir del año 2006 al 2020, concluyendo que, en la mayoría de investigaciones, los aditivos como el mucílago de nopal no presentan resultados favorables en el incremento de la compresión. Sin embargo, se encontró que el uso de aditivo de mucílago a edad temprana al concreto presenta una mejora la resistencia en relación a las otras muestras.

Bulnes [32] en la investigación titulada: “Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal” presentada en la Universidad San Pedro en Chimbote. El propósito de este estudio fue establecer si utilizar MN mejora el comportamiento mecánico del mortero. Para el desarrollo del experimento se aplicó mezclas de MN en proporciones de 10 y 20 %. Se desarrollaron 27 probetas, de las cuales, 9 fueron probetas patrón, a nueve se adicionó el 10% de mucílago de nopal y otras nueve se le adicionó el 20%. La investigación concluyó que la incorporación del aditivo mencionado, disminuye la resistencia a la compresión del mortero en porcentajes de 11.92 % y 5.60 % debido a la existencia de elementos químicos como el sodio, que deteriora el mortero a largo plazo, así también se encontró potasio, que actúa bruscamente con el agua y la humedad.

Huerta [33] en la investigación titulada: “Uso del extracto del mucilago del nopal como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto” presentada en la Universidad Nacional Federico Villareal en Lima. El propósito de este estudio fue establecer si al usar de aditivos extraídos de MN afectan en la resistencia y consistencia del concreto. Para la investigación se utilizaron 96 probetas de ensayo según las N.T.P. 339.034-2013 y 339.035-2009. La investigación pudo concluir que al adicionar MN logra una influencia directa en la resistencia y consistencia en comparación de las probetas patrón.

Ruiz y Vigo [34] en la investigación titulada: “Adición de mucilago de nopal en la resistencia a la compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2020” presentada en la Universidad César Vallejo en Trujillo. El propósito de este estudio fue determinar si el adicionar MN afecta a la absorción y compresión de ladrillos de concreto. Para ello, se desarrolló una investigación experimental con 64 ladrillos aplicando mucílago al 0.5 %; 1 % y 1.5 %. Se concluyó que el MN en proporción de 0.5 % en relación al peso del cemento, mostró mejoras en términos de

compresión del concreto en relación a las otras adiciones evaluadas, en los cuales, esta variable disminuye, también se encontró que se incrementa la absorción en relación a las demás observaciones.

Bañez y Veramendi [35] en la investigación titulada: "Influencia en el ensayo a compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionando mucílago de penca de tuna y superplastificante Sika, Huaraz-Ancash-2021" presentada en la Universidad César Vallejo en Lima. El propósito de este estudio fue establecer si el adicionar el 6 %; 3 % y 1 % de mucílago de penca de tuna junto a una superplastificante mejora la resistencia a la compresión del concreto. Para ello, se desarrollaron ensayos para medir la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días de curado, utilizando mezclas que contenían MN y superplastificantes "sika n290". La investigación concluyó que, adicionar MN en 1 % y el superplastificante mejoran significativamente la resistencia y es más trabajable que la mezcla con 3 y 6 %.

El crecimiento de las ciudades por el incremento de la población obligada que se tengan más construcciones, demuelan las que están obsoletas y, por consiguiente, se utilice una mayor cantidad de concreto en todo el mundo, lo cual, está ocasionando una serie de problemas, especialmente a nivel ambiental, por ello, es que esta investigación busca plantear el desarrollo de un concreto amigable con el ambiente, que involucre la utilización de compuestos naturales adicionales como es el MN y que, al mismo tiempo, incrementen las propiedades mecánicas que tienen, de esta manera, sería un concreto más accesible a la población, más resistente y que, además, reduciría los problemas que se han venido presentando por el concreto a lo largo del mundo. Por ese motivo, esta investigación recopilará información de gran importancia para las empresas dedicadas a la producción de concreto y permitirá el desarrollo de programas sostenibles a partir del desarrollo que tiene un crédito amigable con el ambiente. Los datos recopilados también será una base valiosa de datos para otros investigadores que tienen interés en utilizar componentes de origen natural en la producción de concreto y cuyas investigaciones permitirá desarrollar nuevas técnicas para fabricar el concreto, alineado con la preocupación que se deben tener por un medio ambiente saludable.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto incorporando mucílago de nopal?

1.3. Hipótesis

Con la incorporación del mucílago de nopal se mejora las propiedades mecánicas del concreto.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Analizar en qué medida mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto incorporando mucílago de nopal.

Objetivos específicos

- Realizar la caracterización física de los agregados.
- Elaborar los diseños de mezclas patrón para dos niveles de resistencia, $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², utilizando el método del ACI.
- Elaborar los diseños de mezclas patrón con la adición de mucílago de nopal en cuatro proporciones (5%, 10%, 15% y 20%) con respecto al peso del agua, para niveles de resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², utilizando el método del ACI.
- Analizar las características físicas del concreto fresco, tanto del concreto patrón como del concreto con diferentes porcentajes de mucílago de nopal, incluyendo la consistencia, temperatura, peso unitario y contenido de aire.
- Analizar las características mecánicas del concreto endurecido, tanto del concreto patrón como del concreto con diferentes porcentajes de mucílago de nopal, incluyendo la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Variable Independiente

Mucílago de Nopal

Para Vera y Mazamba [36] el mucílago es de origen vegetal y su reacción puede variar entre ácida y neutra dependiendo de la planta o del peso molecular que posea, la cual, se va a confundir con pectina o goma que se forman por polisacáridos celulósicos en el mismo número de azúcares que se diferencian, únicamente, por sus propiedades físicas.

Gonzales [37] describe que el MN cuyo nombre científico es "*Opuntia ficus-indica*" tiene una gran capacidad para coagularse dentro de las plantas de su género atribuyéndosele por la presencia de mucílago, un carbohidrato complejo y viscoso que se almacena en las paredes externas e internas del nopal con una gran capacidad para retener el agua.

Villa, Osorio y Villacis [38] explican que los mucílagos pueden clasificarse en dos categorías principales de plantas: las de carácter neutro y las de carácter ácido. Los neutros van a dominarse así porque su composición química es de polímeros heterogéneos de las mamosas que va a incorporarse la estructura en porcentaje variable, mientras que los ácidos tienen estructuras derivadas de ácidos de osas.

Calapaqui y Sasig [39] explica que la estructura química de los mucílagos corresponde, generalmente, a los polisacáridos heterogéneos que tienen un contenido elevado de manosa, galactosa y glucosa que se derivan de las osas, de manera principal, de ácidos urónicos.

Según lo desarrollado por Huanca [40], clasifica a los mucílagos en 2, por un lado, los neutros y por otro los ácidos.

a.) Los mucílagos neutros

Según Huanca [40], han recibido este nombre debido a que la estructura química que los conforma está determinada por polímeros heterogéneos de la manosa que tienen incorporada. De manera común estas son:

- La glucomannanas, que son polímeros D-manosa que tienen uniones $\beta(1\rightarrow4)$ y entre el 20 y 50 % unidades de D-glucosa.
- Las galactamananas, los cuales, son polímeros que contienen D-manosa y que se conforman en porcentajes que van a variar en un rango del 30 y

el 100 % en función de especies de origen vegetal.

- Las galactoglucomananas, las cuales, son una cadena de manosa y glucosa que contienen algunas manosas que se encuentran remplazadas por D-galactosa en α sobre los hidroxilos del C-6.

b.) Los mucílagos ácidos

Este tipo de mucílagos, de acuerdo a lo descrito por Huanca [40], reciben el nombre debido a que en su estructura figuran diversos derivados de osas, aunque en muchas ocasiones no han podido ser identificado de manera total. La clasificación de las plantas se realiza según la familia botánica a la que pertenecen y entre ellos se tienen:

- Familia malvaceae.
- Familia plantaginaceae.
- Familia linaceae.

Variable Dependiente

Propiedades Físicas y mecánicas del concreto

El concreto

Herrera y Vargas [41] explican que el desarrollo de la civilización que se conoce hoy en día depende completamente del concreto, pues es un material que se utiliza para construir viviendas y hasta puentes que son capaces de atravesar el océano, por consiguiente, estos deben tener estándares de resistencia, durabilidad y seguridad, pues influirán a largo de su vida útil. Un concreto deficiente no brinda una estructura segura y puede causar pérdidas de víctimas mortales.

Masías [42] considera que el concreto puede ser utilizado de distintas formas, generalmente, en construcciones e incluso para la fabricación de ladrillos, los cuales, debido a su gran capacidad de absorción que pueden ser utilizados al tener agregados gruesos convencionales. Así, la porosidad del concreto determinará los espacios de la mezcla que se encuentran vacíos, determinando su uso, de tal manera, que la solución se relaciona directamente con la porosidad del concreto.

Para Toxoment [43] al diseñar estructuras usando concreto, se basa en su durabilidad, condiciones de temperatura, economía y resistencia, lo que va distinguir el concretos y la construcción según estas características y puede distinguirse de otros tipos como es el caso del concreto masivo.

Actualmente se ha encontrado la necesidad de emplear mejoras para reducir el impacto al medio ambiente que tiene el concreto y sus componentes, pues no solamente son contaminantes en su fabricación sino cuando pierden su vida útil, por ese motivo es importante evaluar las características mecánicas del concreto, para analizar, cuando se está frente a una mezcla de buenas características y con bajos niveles de contaminación [44].

Pacheco R. [45] explica que las condiciones del concreto pueden originar que este se desarrolle en distintas formas, el cual ha sido modificado a partir de su descubrimiento en el Imperio Romano y que, con los años y la mezcla, se pueden encontrar el concreto simple, armado, de peso normal, prefabricado, ciclópeo, de cascote, premezclado y bombeo.

Valencia, González y Arbaláez [46] sostiene que es importante generar nuevas políticas que limiten explotación de los recursos naturales y se busquen nuevos materiales para aprovechar mejor la industria de la construcción. Muchas investigaciones han buscado desarrollar el concreto a partir de ceniza volante, polímeros, demolición y, recientemente, a través de aditivos naturales como es la musilla.

Las pruebas serán realizadas siguiendo los lineamientos expuestos en la normativa peruana “Norma Técnica Peruana” y en el ámbito internacional la normativa “American Society for Testing and Materials”.

Cemento Portland

Según la Norma Técnica Peruana 339.047 [47], la obtención de este componente se logra al moler el Clinker Portland, que está compuesto principalmente de sílices de calcio hidráulico. Normalmente se agregan porciones de yeso durante el proceso de pulverización del Clinker, lo podemos encontrar de diferentes tipos:

-Tipo I: Se suele emplear en situaciones generales en las que no se precisan características particulares.

-Tipo II: Posee una capacidad balanceada para resistir el sulfato y su liberación de calor durante el proceso de hidratación es reducida. Es utilizado en construcciones que se exponen a climas extremos o en grandes vaciados.

-Tipo III: Es empleado con el propósito de lograr un incremento rápido en la resistencia y una liberación de calor elevada durante la fase de hidratación. Se emplea en temperaturas frías y cuando es necesario acelerar el fraguado de la estructura.

-Tipo IV: Es utilizado para obtener una liberación de calor mínima durante la

hidratación.

-Tipo V: Tiene una alta resistencia al sulfato. Se emplea en climas extremadamente agresivos.

Agua en la mezcla

El agua potable disponible se puede unir los componentes del concreto. [48].

Diseño de Mezcla.

Este método es ampliamente reconocido a nivel internacional y es utilizado actualmente. La descripción se refiere al proceso de obtener las medidas exactas en peso y volumen de los diferentes materiales necesarios para crear una cantidad específica de concreto. Este proceso implica seguir una serie de pasos y tablas establecidos en un orden particular (ya sea 1m^3 o 1pie^3). Estos materiales incluyen agregados gruesos y finos, cemento, agua, y también se le puede adicionar fibras o aditivos necesarios [49].

Caracterización Física de los Agregados Pétreos

Vega [50] explica que los agregados se consideran materiales granulados que se emplean de forma permanente para la construcción. Esta denominación se realiza debido a que son adicionados a la mezcla de cemento y agua para la formación de concretos y morteros. De una manera general, se puede decir que se emplean en la base para fabricar productos artificiales y pavimentos cuando se van a mezclar diferentes aglomerantes de activación hidráulica.

a) Granulometría: ASTM C136/ NTP 400.12

La **Tabla 1** detalla los requisitos para el agregado fino, mientras que la **Tabla 2** se exponen los requisitos que se deben cumplir para el agregado grueso, el cual se ajusta a un tamaño máximo nominal (T.M.N) específico.

Agregado Fino

Se produce de manera natural por la fragmentación de rocas, naturalmente o mediante procesos artificiales. Para clasificarlo como agregado delgado, es necesario someterlo a un proceso de filtrado a través de un conjunto de tamices y seleccionar aquellos que pasen por la malla 3/8" [51].

El módulo de fineza se define como un parámetro adimensional utilizado

para indicar la finura del árido obtenido sumando los porcentajes retenidos acumulados de tamices reglamentados. Este valor se obtiene al dividir la suma por cien y debe estar entre 3.1 y 2.3. Según las regulaciones establecidas para una cantera, el cambio permitido en el valor del módulo de fineza no debe exceder los 0.20 [52].

Agregado Grueso

Se produce de igual forma que el agregado fino, con diferencia de que se retiene en la malla reglamentada N°4 durante el proceso de filtrado [51]

Según la N.T.P. 400.037 [53], el TMN es el tamaño de la malla inferior a la que retiene la primera partícula.

Tabla 1

Requisitos Material Delgado

Malla	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100
% Que pasa	100	95-100	80-100	50-85	25-60	5-30	0-10

Nota: Requisitos para el material delgado según la NTP [53]

Tabla 2

Requisitos para el Material Grueso

Huso	T.M.N	Tanto % que pasa						
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8
56	1" a 3/8"	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-
57	1" a #4	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
67	3/4" a #4	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
7	1/2" a #4	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5

Nota: Requisitos para el material delgado según la NTP [53]

b) Peso Unitario: ASTM C29/ NTP 400.017

Zoungjin [54], Define la conexión entre la masa del agregado que se coloca en un depósito y la capacidad del mismo. Hay dos posibles resultados para esta relación, los cuales varían en función del método empleado de colocación del agregado. El primero se llama "masa unitaria suelta" y se refiere

a la cantidad de material pétreo que se deposita en el molde por efecto de la gravedad. El segundo se llama "masa compactada unitaria" y se refiere a la cantidad de material pétreo que se deposita por capas, siendo estas capas apretadas. Este valor se mide en unidades de kg/m³.

c) Contenido de Humedad: ASTM C566/ NTP 339.185.

Zoungjin [54] lo define como el procedimiento usado para determinar el porcentaje de humedad en el agregado, es más confiable que los resultados obtenidos mediante el muestreo. Puesto que la humedad del material tiene un impacto significativo en la cantidad de agua necesaria para la preparación del concreto, es importante tener en cuenta tanto la humedad como la absorción, para adecuar correctamente las proporciones y satisfacer los requisitos especificados.

d) Absorción y Peso Específico: ASTM C128-ASTM C127/ NTP 400.022

Absorción

Se produce un incremento en la masa del material pétreo debido a la infiltración de agua en los poros, Esto provoca que se adhiera a la superficie externa. La magnitud de este incremento se expresa en términos porcentuales en relación a la masa seca, y afecta de manera importante la capacidad de adherencia con la pasta de cemento, la resistencia a la abrasión, la gravedad específica y otras propiedades. [55].

Peso Específico

El peso específico es el término utilizado para describir la relación entre la masa o el peso por unidad de volumen en el aire y la masa de agua equivalente en el mismo volumen. La gran parte de las rocas naturales tienen un valor de densidad expresado en unidades de g/cm³. Sin embargo, este valor no proporciona información sobre la calidad del agregado pétreo y existen varias categorías de acuerdo a las normas ASTM correspondientes [55].

e) Materiales finos que pasan malla N° 200: ASTM C117/ NTP 400.018.

De acuerdo a la N.T.P. 400.018 [56], hace referencia al material que se somete al tamizado húmedo a través de la malla N° 200 (75 µm) eliminando,

partículas de arcilla y otros componentes. Se emplea este método para verificar si los agregados finos son aceptables en cuanto a la cantidad de partículas que pasan a través de la malla N°200

f) Abrasión de los agregados pétreos: ASTM C131/ NTP 400.019.

Se trata de un ensayo que se realiza utilizando el agregado grueso y la máquina de Los Ángeles con el objetivo de evaluar su capacidad de resistencia al desgaste. Para calcular el resultado, es necesario dividir la variación de peso del árido entre su peso inicial y luego multiplicar por 100. El valor obtenido no debe superar el 50% [55].

Propiedades físicas del concreto fresco

a) Trabajabilidad

Consistencia o revenimiento: ASTM C143M/ NTP 339.035.

ASTM C143 [57] lo define como un ensayo para verificar la consistencia y el manejo del material mencionado, se emplea una herramienta llamada cono de Abrams, junto con una varilla que tiene una punta ovalada. La prueba se lleva a cabo vaciando el concreto en tres capas y aplicando 25 golpes a cada una. Luego, se coloca el cono a un lado para observar la cantidad de asentamiento del concreto. Se emplea una tabla predefinida con el propósito de evaluar la fluidez del concreto antes de su vertido en la estructura.

Abanto [58] menciona que si la mezcla presenta entre 0-2 pulgadas de asentamiento se considera una seca y poco trabajable, si se presenta asentamiento de 3-4 pulgadas es una mezcla plástica y trabajable y por último si se obtiene asentamientos mayores o iguales a 5 pulgadas es una mezcla fluida y muy trabajable.

b) Temperatura: ASTM C1064/ NTP 339.184.

Es importante mantener una temperatura estable del concreto durante su colocación para evitar problemas como disminución del asentamiento, fraguado rápido o juntas frías. Además, es fundamental garantizar que la temperatura del concreto no supere los 32 grados Celsius, por lo que es necesario enfriar el agua si es necesario para mantenerla por debajo de este límite. Durante el proceso de curado, la temperatura del concreto debe

mantenerse por encima de los 10°C [59].

c) Peso Unitario del concreto: ASTM C138M/ NTP 339.046

La densidad del concreto oscila entre 2200 y 2400 kg/m³. Esto se debe a que el concreto es una combinación de agua, así como de agregados finos y gruesos, y posiblemente aditivos. Por otro lado, los materiales ligeros tienen una densidad mucho menor, la cual no debe superar los 1900 kg/m³ [60].

d) Contenido de aire del concreto: ASTM C231

Método de Presión

La prueba se lleva a cabo en el concreto recién mezclado y su resultado se expresa en forma de porcentaje. Este resultado se obtiene utilizando un instrumento conocido como la Olla de Washington. Este proceso implica colocar tres capas de concreto en un molde metálico, cada una de las cuales es compactada con 25 golpes de varilla. Luego, el concreto se nivela asegurándose de que esté sujeta en los cuatro lados mediante abrazaderas. Después, se inyecta agua y se cierran la purga y la válvula de aire, por último, se bombea aire al molde y se registra la lectura del manómetro [61].

Propiedades mecánicas del concreto endurecido

a) Ensayo a compresión: ASTM C39/ NTP 339.034

Bustamante [62] explica de manera general, el comportamiento mecánico que desarrollará el concreto dependerá, potencialmente, de la resistencia individual del concreto endurecido y los agregados. Por otro lado, es necesario considerar que para la compresión también es necesario considerar la densificación que permitirá obtener mezclas adecuadas. Para determinar el comportamiento frente a la compresión, debe medirse a través de ensayos por la rotura de especímenes representativos.

Vega [50] considera que el comportamiento mecánico del concreto, se determina en periodos de tiempos, siendo los más usuales 1, 3, 7, 14, 28 y 360 días. En diversas ocasiones y según las características del proyecto, esta determinación únicamente es informativa más no normativa con lo que se pueden fijar condiciones contractuales. Su resistencia es expresada en

términos de esfuerzo, de manera general, a través de la simbología kg/cm², MPa y Psi.

b) Ensayo a la flexión: NTP 339.079 / ASTM C293 / ASTM C78M

Para Bustamante [62], esta medida permite analizar cómo resiste el concreto ante la falla o viga de concreto que no está reforzada. Para medirla hay que aplicar cargas, se expresará en módulos de rotura y es determinada a través del método de ensayo ASTM C78.

Con el método empleado en esta prueba es factible evaluar la resistencia a la flexión de los elementos del concreto al examinar vigas simples de concreto o mediante la realización de pruebas en cilindros extraídos del concreto ya solidificado, sometiéndolos a cargas cada tercio de la longitud [63].

c) Ensayo a Tracción: ASTM C496/ NTP 339.084

La capacidad del concreto para soportar tensiones de tracción es un aspecto fundamental en su comportamiento, y su evaluación resulta esencial para garantizar la calidad en diversos tipos de construcciones, desde pavimentos hasta estructuras hidráulicas. Durante la prueba de tracción, se producen diferentes niveles de tensiones en las fibras de las capas inferiores y superiores, conocidas como la zona de tracción. Esta prueba permite caracterizar de manera sencilla y precisa esta propiedad del concreto, así como identificar las fallas producidas por las tensiones generadas [64].

d) Módulo de Elasticidad: ASTM C469

Según Vega [50] la elasticidad es una propiedad mecánica que produce deformaciones reversibles en los materiales debido acciones de fuerza exterior. La elasticidad varía de acuerdo a la dimensión y forma de los objetos y es uno de los principales elementos que van a afectar las características de capacidad de servicio y deformación del hormigón en estado endurecido.

En el Perú, se emplea la fórmula $15000 \sqrt{f'c}$ para estimar las deflexiones resultantes de cargas estáticas en estructuras.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación es **aplicada** de enfoque **cuantitativo**. Según Carrasco [65] las investigaciones de tipo aplicadas son las que buscan la modificación o la producción de cambios en una realidad, en este caso, determinar una nueva composición del concreto incorporando mucilago de nopal.

Respecto al diseño de investigación, este es **experimental** con posprueba únicamente con grupo de control, cuyo diseño es el siguiente:

G ₁	P _x	O _x
G ₂	P _{x1}	O _{x1}
G ₃	P _{x2}	O _{x2}
G ₄	P _{x3}	O _{x3}
G ₅	P _{x4}	O _{x4}

En donde:

G_{1,2,3,4,5} = Grupos experimentales.

P_x = Muestra Patrón.

P_{x1} = Incorporación de 5% mucílago de nopal.

P_{x2} = Incorporación de 10% mucílago de nopal.

P_{x3} = Incorporación de 15% mucílago de nopal.

P_{x4} = Incorporación de 20% mucílago de nopal.

O_{x1-4} = Observaciones en cada grupo.

2.2. Variables, Operacionalización

Variable independiente : Mucílago de nopal.

Variable dependiente : Propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Tabla 3

Operacionalización de la variable Independiente

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica es instrumento de recolección de datos
Variable independiente Mucilago de Nopal	– Incorporación de mucilago de Nopal	<ul style="list-style-type: none"> – Incorporación de mucilago en proporción de 5% al peso del agua – Incorporación de mucilago en proporción de 10% al peso de agua. – Incorporación de mucilago en proporción de 15% al peso de agua. – Incorporación de mucilago en proporción de 20% al peso de agua. 	- Litros	- Observación.

Nota: Se muestra la Operacionalización de la variable Independiente

Tabla 4

Operacionalización de la variable Dependiente

Variab les	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica e instrumento de recolección de datos
Variable Dependiente Mucilago de Nopal	- Características Físicas	- Granulometría	- NTP 400.012	Observación y análisis de documentos, Guía de Observación, Formatos y ensayos en el laboratorio LEMS WyC EIRL.
		- Peso Unitario suelto y compactado	- kg/m3	
		- Peso Específico	- gr/cm3	
		- Contenido de Humedad	- Porcentaje	
		- Absorción	- Porcentaje (%)	
		- Materiales finos que pasan por la malla N°200	- Porcentaje (%)	
	- Diseño de mezcla	- Abrasión en la máquina de los Ángeles	- Porcentaje (%)	
		- Dosificación en Volumen	- Volumen (m3)	
	- Diseño de mezcla adicionando mucílago de Nopal	- Dosificación en Peso	- Peso (kg)	
		- Dosificación en Volumen	- Volumen (m3)	
- Propiedades Físicas y Propiedades mecánicas	- Dosificación en Peso	- Peso (kg)		
	- Asentamiento	- Centímetros (cm)		
	- Temperatura	- Centígrados C°		
	- Peso unitario o densidad	- kg/m3		
	- Contenido de aire	- Porcentaje (%)		
	- Resistencia Compresión axial.	- NTP 339.034		
	- Resistencia a la tracción	- NTP 339.084		
	- Resistencia flexión	- NTP 339.079		
- Módulo de Elasticidad	- ASTM C469			

Nota: Se muestra la Operacionalización de la variable Dependiente

2.3. Población y muestra

La población está conformada por 300 especímenes de concreto para los concretos patrones y con adiciones de MN para realizar las pruebas de propiedades mecánicas

Contaremos con dos diseños, uno con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y otro con una resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Se producirán especímenes cilíndricos y prismáticos rectangulares de (30 cm de altura y 15 cm de diámetro) y (15cm x 15 cm x 50 cm) respectivamente; tendremos un concreto patrón y adiciones de cuatro porcentajes de mucílago de nopal 5, 10, 15 y 20% añadido en relación al peso del agua. La rotura de ejemplares se hará a los 7, 14 y 28 días, después de 24 horas de su elaboración, con un total de 300 probetas.

Las cantidades de probetas se muestran en la tabla 5 y tabla 6.

Tabla 5

Cuantía de probetas cilíndricas y prismáticas de diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Ensayos	Curado		Muestras				Sub Total	Total
	(Días)	Piloto	5%	10%	15%	20%		
Resistencia a la compresión y módulo de elasticidad	7	3	3	3	3	3	15	50
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	4	4	4	4	4	20	
Resistencia a la Tracción	7	3	3	3	3	3	15	50
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	4	4	4	4	4	20	
Resistencia a la Flexión	7	3	3	3	3	3	15	50
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	4	4	4	4	4	20	
TOTAL DE PROBETAS A REALIZAR								150

Nota: Se menciona la cantidad de probetas usadas para un diseño de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 6*Cuantía de probetas cilíndricas y prismáticas de diseño $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$*

Ensayos	Curado (Días)	Muestras					Sub Total	Total
		Piloto	5%	10%	15%	20%		
Resistencia a la compresión y módulo de elasticidad	7	3	3	3	3	3	15	50
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	4	4	4	4	4	20	
Resistencia a la Tracción	7	3	3	3	3	3	15	50
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	4	4	4	4	4	20	
Resistencia a la Flexión	7	3	3	3	3	3	15	50
	14	3	3	3	3	3	15	
	28	4	4	4	4	4	20	
TOTAL DE PROBETAS A REALIZAR								150

Nota: Se menciona la cantidad de probetas usadas para un diseño de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La recopilación de datos se llevó a cabo mediante la observación como técnica, utilizando una ficha de recolección de datos como instrumento para anotar los resultados de las observaciones sobre las propiedades mecánicas que se tengan de cada probeta.

Los ensayos se realizarán siguiendo las normas y reglamentos correspondientes. Estos ensayos proporcionarán un método válido para realizar mediciones precisas y fiables, lo que asegurará un proceso de recopilación de información adecuado y organizado. El Laboratorio LEMS WyC EIRL proporcionará resultados confiables y conclusiones precisas, lo que se espera que sea constante a lo largo del proyecto sin cambios significativos. Para la validez de los resultados se realizó un análisis estadístico.

Interpretación Estadística

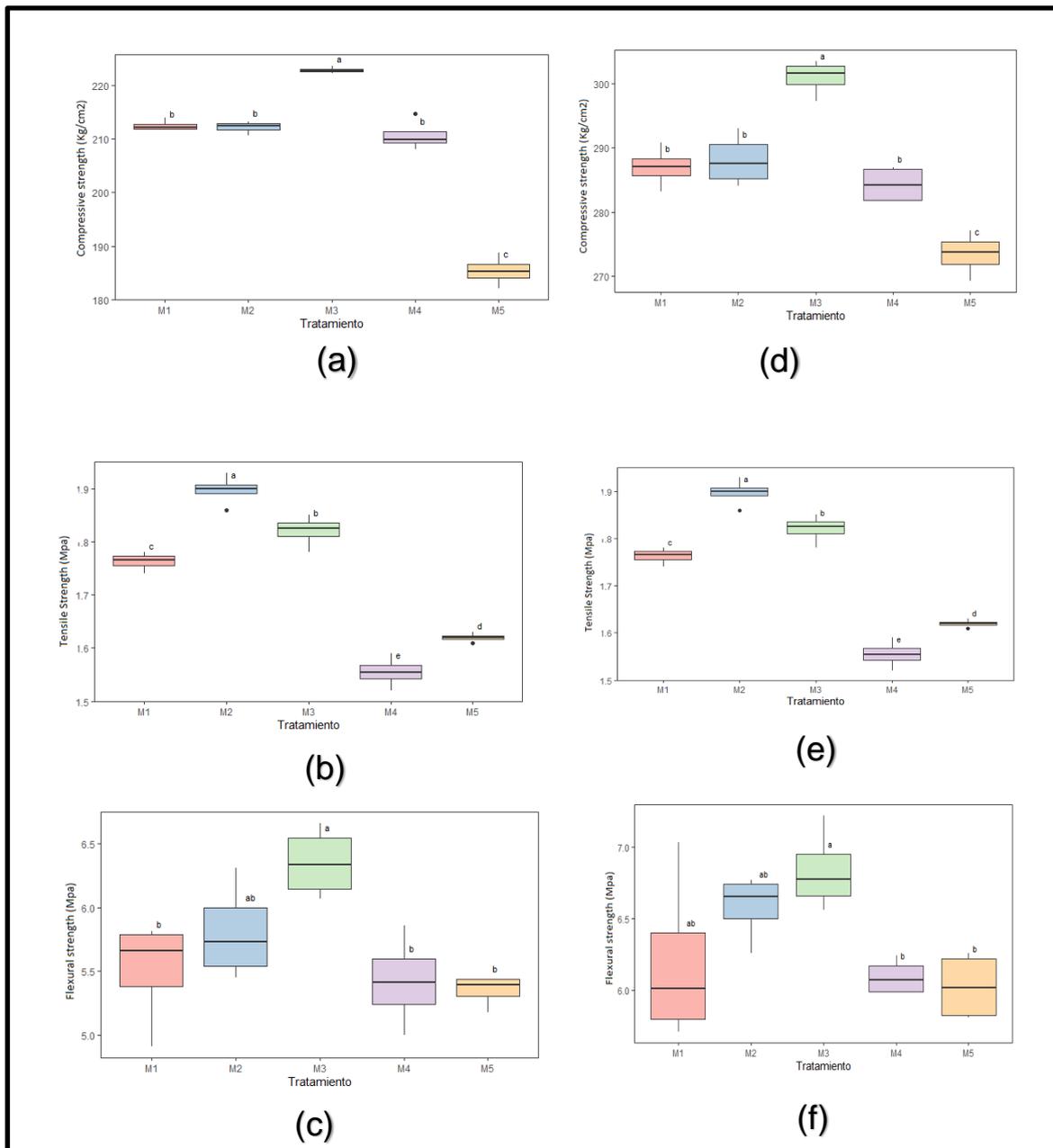
Considerando la figura 1.(a), el p-valor de significancia relacionado con la prueba de Anova Unifactorial alcanzó un valor menor a 0.05 ($p=6.01e-13 < 0.05$), con lo cual podemos afirmar que existió un efecto significativo del concreto de clase 210 kg/cm^2 sobre la variable resistencia a la compresión, asimismo, las diferentes letras que se

observan en el diagrama de caja y bigotes (determinado por la prueba post hoc de comparación múltiple de tukey) de la figura 1.(a), nos permiten conocer que el tratamiento M3 (10% Adición de MN), maximizó significativamente la variable resistencia a la compresión, alcanzando una resistencia promedio de 222.81 kg/cm². (a), nos permiten conocer que el tratamiento M3 (Adición de 10% de MN), maximizó significativamente la variable resistencia a la compresión, alcanzando una resistencia promedio de 222.81 kg/cm², mientras que en la figura I.(b), la resistencia a la tensión se maximizó significativamente. (b), la variable resistencia a la tracción, alcanzó la mayor resistencia significativamente mayor con el tratamiento M2 (5% Adición de MN) cuyo promedio resultante fue de 1.90 kg/cm², esta afirmación se basó en la prueba ANOVA de un factor, la cual presentó un valor p de significancia menor a 0.05 ($p=1.19e-11 < 0.05 < 0.05$) y las comparaciones múltiples de Tukey, mientras que en la Figura I.(c), la variable resistencia a la compresión, alcanzó una resistencia promedio de 222.81 kg/cm². (c), la prueba de ANOVA de un factor y las comparaciones múltiples de tukey, mostraron que los tratamientos M2(Adición de 5% de MN) y M3 (Adición de 10% de MN), no presentaron diferencia significativa de acuerdo al concreto de clase 210 kg/cm², alcanzando promedios en la variable de resistencia a la flexión de 5. 81 kg/cm² y 6.35 kg/cm² respectivamente, siendo el tratamiento M3 (Adición de 10% de MN) donde se encontró el mayor promedio de resistencia a la flexión, así mismo, en la Figura I.(d), concreto clase 280 kg/cm², la prueba ANOVA de un factor presentó un valor p de significancia menor a 0.05 ($p=1.47e-07 < 0.05$), así como las pruebas de comparaciones múltiples de tukey, permitieron seleccionar el tratamiento que maximizó la variable resistencia a la compresión, identificando al tratamiento M3 (Adición de 10% de MN) como el mejor tratamiento, presentando un valor promedio de 301. 04 kg/cm², sin embargo, en la evaluación de la variable resistencia a la tracción, Figura I.(e), el tratamiento M2 (5% Adición de MN) y M3 (Adición de 10% de MN), no presentaron diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Kruskall Wallis ($p=0.002575097 < 0. 05$) y pruebas de comparaciones múltiples de Dunn, con promedios en la variable resistencia a la tracción de 2.33 kg/cm² y 2.29 kg/cm² respectivamente, es decir, fue el tratamiento M2 (Adición de 5% de MN) donde se registró el mayor promedio de la muestra, finalmente en la Figura I.(f), la variable resistencia a la flexión, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos M1 (Concreto Estándar), M2 (Adición de 5% de MN) y M3 (Adición de 10% de MN), de acuerdo a la prueba de ANOVA de un factor ($p= 0.0164 < 0.05$) y las

pruebas de comparaciones múltiples de Tukey, mostrando que el tratamiento M3, donde se alcanzó la mayor resistencia a la flexión promedio de la muestra con un valor de 6.83 kg/cm².

Figura 1

Variación de las propiedades mecánicas del concreto, según los porcentajes de mucílago de nopal



Nota: Se presentan los datos de los análisis estadísticos de la presente investigación.

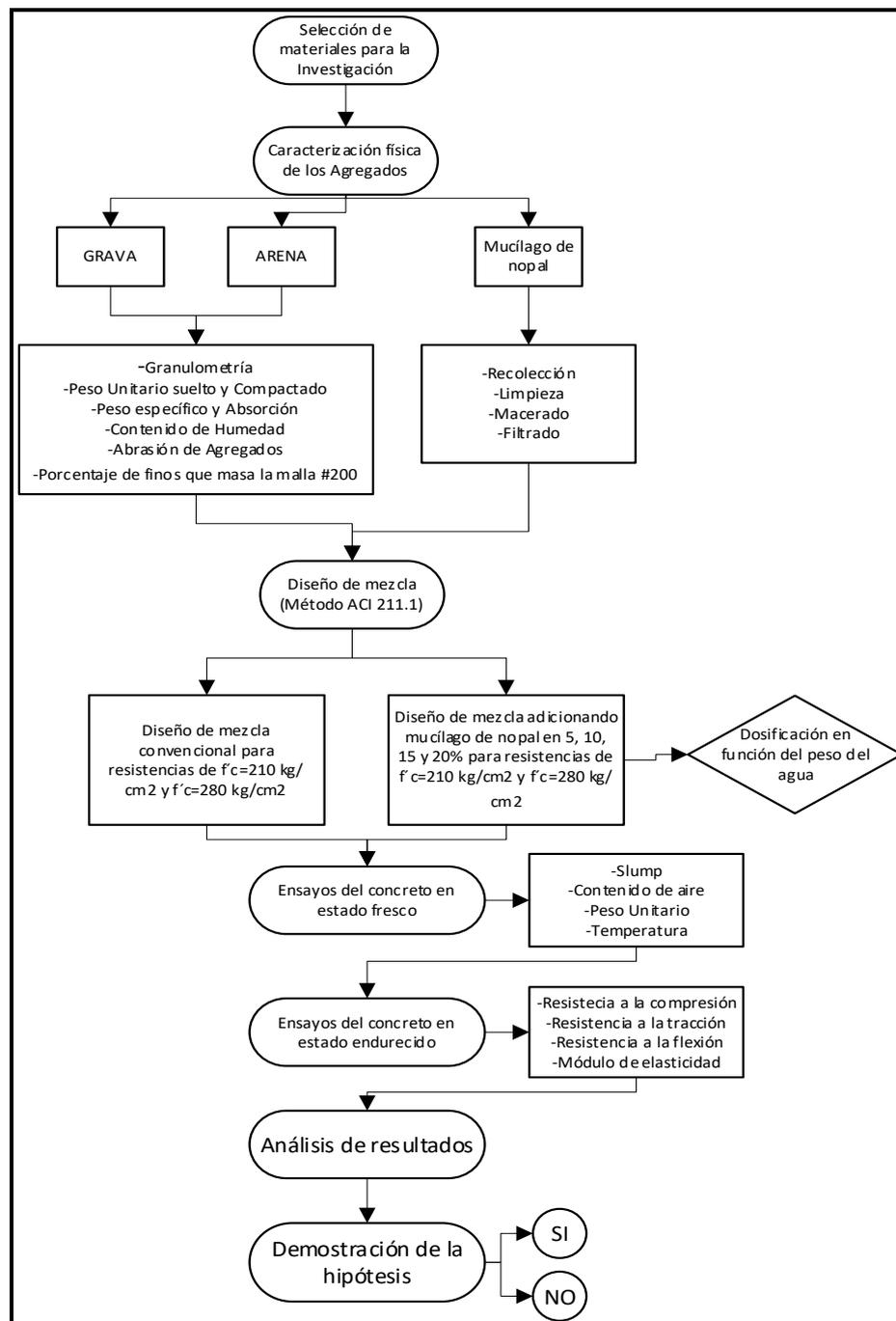
2.5. Procedimiento de análisis de datos

Diagrama de flujo de procesos

A continuación, se establece el flujo de investigación:

Figura 2

Diagrama de Flujo



Nota: Flujo de procesos de toda la investigación

Descripción de Procesos

Ubicación y materiales extraídos

Se realizó un ardo y continuo estudio de canteras, el cual, tuvo como objetivo descartar aquellas que no se ajustaba al uso granulométrico. De este estudio, se concluye que la cantera con mejores resultados para el material grueso fue Pacherres y en el caso de agregado fino la cantera "La Victoria – Pátapo". Ambas canteras encuentran ubicadas en Lambayeque.

Descripción del cemento utilizado

Se utilizó cemento Pacasmayo tipo I, el cual fue comprado en la ferretería "GUEVARA EIRL" ubicada en la carretera a Pimentel km 8.

Descripción de la aplicación del agua

El agua utilizada se extrajo de laboratorio "LEMS WyC EIRL". En el caso del agua no se tiene ningún tipo de requisito principal más que esté sea totalmente potable.

Mucílago de nopal

El mucílago de nopal fue extraído en su estado natural en diversos lugares de la ciudad de Chiclayo.

Realización de ensayos a los agregados

a) Agregados Pétreos - Análisis Granulométrico

- Reglamentación aplicada en este procedimiento: Normativa peruana según la ASTM C136 o N.T.P. 400.012, mediante la cual, se obtuvo el nominal máximo y el módulo de fineza del material delgado.
- Herramientas y equipos que se utilizaron: En esta etapa se utilizaron los siguientes herramientas y equipos: Diferentes juegos de tamices, balanza sensible al 0.1 gr. y un horno con una capacidad de temperatura de 110°C con una variación de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Procedimientos realizados: El procedimiento comenzó con la elección de la muestra y su secado utilizando un horno. Posteriormente, se realizó una selección de los tamices en donde se seleccionarán los recios y los delgados. Por último, se pesa y se selecciona el tamiz en cada gabinete.

b) Peso unitario

- Reglamentación aplicada en este procedimiento: Toda la reglamentación de la investigación estuvo guiada abajo la ASTM C29 o N.T.P. 400.017.
- Herramientas y equipos utilizados en el procedimiento: Se utilizó una varilla metálica de apisonado, balanza sensible al 0.1 gr. y un recipiente metálico de forma cilíndrica.

Procedimiento seguido en esta etapa: Se desarrolló el siguiente procedimiento:

- Peso suelto: En el caso del peso suelto, en un recipiente metálico, se dejó caer todo el material utilizando el cucharón, luego se nivel al borde, luego la masa fue pesada para, posteriormente, registrar los hallazgos.
 - Peso compactado: Para poder analizar este peso, el material se deposita en el recipiente dejándolo caer hasta alcanzar aproximadamente un tercio de su capacidad, luego la masa fue pesada para, posteriormente, registrar los hallazgos.
- Cálculos que se debieron realizar: Se desarrollaron las siguientes fórmulas:

$$D = (M - R) * Fr ; \text{ también expresada como } D = \frac{M-R}{Vr}$$

En el que:

D= Representa el valor de la densidad de la masa, que se mide en kg/m³

Ms= Representa el valor de la masa seca más el envase y se mide en kg.

R= Representa la masa que tiene el envase y se mide en kg.

V₁= Representa el volumen que tiene el envase.

F₁= representa el factor que tiene el envase y se mide en 1/m³.

Respecto a la densidad de la masa saturada superficial en seco (DSSS)

$$DSSS = D \left[1 + \left(\frac{Ch}{100} \right) \right]$$

En el que:

DSSS= Representa el valor que tiene la densidad de la masa DSSS y se representa en Kg/m³.

Ch= Es el valor que tiene el contenido de la humedad.

c) Análisis del contenido de humedad

- Reglamentación seguida: Toda la investigación relacionada al contenido de humedad estuvo regida bajo la ASTM C566 o N.T.P. 339.185, la cual, se utilizó para corregir proporciones de los elementos y lograr la producción del concreto, el ensayo también permite determinar la humedad presente en las muestras.
- Herramientas y equipos utilizados: Se usó un horno con temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, una balanza y un recipiente metálico. Además, se utilizó un cucharón o revolvedor.
- Procedimientos seguidos en esta etapa: Para comenzar, según su máximo tamaño nominal, la muestra fue pesada, para ello, la muestra de agregados debió estar a una temperatura ambiente, después de colocarla en un contenedor para ser puesta en el horno, para finalizar, se debe dejar que esta enfríe, después pesarla y realizar cálculos de gabinete.
- Cálculos que se debieron realizar: Se debe medir la densidad de masa

$$Ch = 100 * \frac{Mw - Ms}{Ms}$$

Dónde

Ch: Representa el valor del contenido total de la humedad.

Mw: Hace referencia al valor de la masa a humedad ambiente.

Ms: Hace referencia al valor de la masa seca en el horno.

d) Peso específico y absorción para agregado grueso

- Reglamentación utilizada en este procedimiento: ASTM C127 o N.T.P. 400.021.
- Herramientas y equipos utilizados en esta etapa: La investigación utilizó una cesta de malla metálica comuna capacidad de entre 4 a 7 litros y una abertura máxima de 3.35 milímetros, una balanza con sensibilidad de 0.1gr, una malla

estandarizada número cuatro, un balde para depositar agua y por último un horno.

- Procedimientos seguidos en esta etapa: Luego de seleccionar de todo el material que logra pasar por la malla número cuatro, se lavó a fin de eliminar cualquier tipo de impureza. La muestra debió ser secado en el horno e inmediatamente después esta fue sumergida en agua por 24 horas (con una diferencia de más-menos cuatro horas). La muestra fue extraída la película fue secada para ser pesada. Luego se depositó en la canastilla para establecer cuanto pesa en el agua. La muestra se secó dentro del horno y se pesó nuevamente luego de que se enfrió.
- Cálculos a realizar en este procedimiento:

$$Pem = \frac{A}{B - C} * 100$$

En donde se tiene que:

A: Es igual a la masa de la muestra que se secó al aire, se mide en gramos.

B: Es igual a la masa de la muestra que se saturó de manera superficial seca en agua, e mide en gramos.

C: Es igual a la masa que se tiene en el agua de la muestra que se saturó, se mide en gramos

Igualmente se tiene las fórmulas de:

a. $(Pea) = \frac{A}{A-C} * 100$

b. $(PeSSS) = \frac{B}{B-C} * 100$

c. $(Ab)\% = \frac{B-A}{A} * 100$

e) Peso específico y absorción para agregado fino

- Reglamentación utilizada en esta etapa: Se aplicó la ASTM C128 o N.T.P. 400.022.

- Herramientas y equipos: Para esta investigación se utilizaron un picnómetro de quinientos centímetros cúbicos, una balanza, un horno, una barra y molde compactadora que presentaba una altura de 75mm, un diámetro interior superior de 90mm y un diámetro interior de 40 mm.
- Procedimientos realizados en esta etapa: Luego de seleccionar el material y ser pasado por la malla N°4, luego se lavó toda la muestra eliminando cualquier tipo de impureza encontrada. De la misma manera que en el agregado grueso, fue necesario realizar el proceso de deshidratación de la muestra en el horno para después sumergirla por 24 horas. Después se secó el agua sobrante y se volvió a colocar en el horno.
- Cálculos realizados en esta etapa de la investigación:

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

En la fórmula se tiene:

A: Hace referencia a la porción de la masa que se secó en el horno, se mide en gramos.

B: Hace referencia a la masa del picnómetro que se llenó con agua hasta la marca que se calibró, se mide en gramos.

C: Hace referencia a la masa del picnómetro con agua y arena hasta la marca que se calibró, se mide en gramos.

S: Hace referencia a la masa de la porción que se saturó superficialmente seca, se mide en gramos.

f) Análisis de los procedimientos realizados sobre los porcentajes de finos que llegan a pasar a través de la malla N° 200

- Reglamentación aplicada en este procedimiento: Para poder conocer si los agregados finos se aceptaban sobre lo que resultó del tamiz normalizado Nro. 200, en esta investigación se consideró a la ASTM C177 o N.T.P. 400.018.

- Herramientas y equipos utilizados en esta etapa: Para esta investigación se utilizó un agente humedecedor, diversos recipientes, una balanza, un horno y una malla Nro. 200 estándar de 75 µm.
- Procedimientos realizados en esta etapa: En este caso, existieron dos tipos de procedimientos, el primero, fue lavado con agua (A) y, el segundo, es un lavado utilizando un agente dispersante (B). Sin importar cuál fueron los procedimientos utilizados, la muestra debió ser secada en horno donde el T.M. de agregado debería ser N°4 y el mínimo de 300 gramos. Después la muestra debió dejarse secar y agitada hasta que se puedan separar las partículas finas por la malla N° 200. Seguidamente, se volvió a verter agua y se volvió a hacer un lavado hasta que se tuvo una muestra clara. El material fue retornado a un depósito y se lo colocó nuevamente en el horno, luego se lo pesó y se hizo un procedimiento de gabinete.
- Cálculos a realizados en esta etapa:

$$A = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Se tiene en la fórmula:

A: Es equivalente al porcentaje de material que, debido a la humedad, tiene una granulometría más fina.

P1: Es la masa seca, representada en gramos, de la muestra original

P2: Es la masa seca, representada en gramos, luego de ser lavada.

g) Análisis de los procedimientos sobre la abrasión de agregados gruesos

- Reglamentación aplicada a este procedimiento: Para poder evaluar la calidad de los distintos agregados se utilizó la ASTM C131 o N.T.P. 400.019.
- Herramientas y equipos utilizados: Se usó una máquina de Los Ángeles con características de 30 revoluciones por minuto X 500 revoluciones, una balanza,

un horno, mallas estandarizadas número 4 y dos esferas de acero, una con 48 mm y 445 g y otra de 46 mm y 390 g.

- Procedimientos realizados en esta etapa: Una vez que se seleccionó el material retenido según el volumen máximo nominal y de acuerdo a la correspondiente gradación elegida, este fue llevado hasta la máquina Los Ángeles y de acuerdo a la gradación, se utilizó el número de bolas de acero. El material fue descargado y se procesó en la máquina para que pase por la malla número de 70 mm. Posteriormente, utilizando la malla 1.70 mm, el material de mayor grosor fue lavado para introducirlo al horno y secarlo, determinando qué masa tiene y anotando la para su comparación.
- Cálculos de realizar para este procedimiento: Para poder realizar los cálculos en esta etapa se aplicó la fórmula de Porcentaje de pérdida por abrasión

$$\% \text{ perdida} = \frac{C - Y}{C} * 100$$

Se tiene en la fórmula:

P: Representación del porcentaje de perdida.

Y: representación de la masa final resultante.

C: Representación del valor que más original de muestra.

h) Procedimiento utilizado en la investigación para el diseñar la mezcla

A continuación, se describen la relación de pasos, los cuales, se realizaron para alcanzar propiedades específicas del concreto deseado.

- a. Se determinó la resistencia del diseño requerido para la mezcla
- b. Se determinó el TMN (tamaño máximo nominal)
- c. Se determinó la consistencia, la cual, estuvo relacionada a la función de asentamiento.
- d. Para el mezclado, se decidió el volumen de agua.
- e. Se debió evaluar y encontrar el porcentaje de aire atrapado en la mezcla de concreto.
- f. Se determinó la relación existente entre agua y cemento que requiere el diseño.

- g. Se estableció cada unidad cúbica de concreto según los diseños.
- h. Se determinó las diferentes dosis de los materiales recios y delgados.
- i. En obra, se debió reajustar las dosis en función de los diferentes resultados.
- j. Para corregir el Slump, se preparó una primera muestra, la cual, fue corregida.
- k. Cada muestra fue ensayada y puesta a prueba después de una edad de 7 días.
- l. Se corrigió el f'cr.
- m. Se realizó el diseño final
- n. Se preparó la mezcla definitiva.
- o. Se prepararon diversos especímenes
- p. Por último, se realizó el curado de las diferentes muestras.

Explicación de los ensayos realizados en estado Fresco

a) Procedimiento para medir el Asentamiento

- Reglamentación para el desarrollo de esta etapa: para establecer el nivel de asentamiento dentro de una mezcla, esta investigación estuvo sujeta a la ASTM C143 o N.T.P. 339.035.
- Herramientas y equipo utilizados en el proceso: Para poder desarrollar la investigación fue necesario tener una varilla de acero liza de punta roma de 60 cm de largo y θ 5/8; también se utilizó un cucharón metálico; una bandeja metálica y un cono truco de una altura de 12 pulgadas, el diámetro de la base inferior es de 8 pulgadas, mientras que el diámetro de la base superior es de 4 pulgadas.
- Procedimiento aplicado en esta etapa de la investigación: En la plataforma metálica se colocó el molde cónico, el cual, se humedeció de manera previa junto con todo el equipo. Se llenaron tres capas de mezcla, para ello, fue necesario pisar las patas metálicas del molde y compactarlo utilizando una varilla y realizando 25 golpes, posteriormente el molde fue retirado de manera vertical y se midió el asentamiento respecto a la altura.

b) Procedimiento para medir la temperatura

- Reglamentación en esta etapa de la investigación: Para medir la temperatura de la mezcla, la investigación estuvo sujeta a la ASTM C1064 o N.T.P. 339.184.
- Herramientas y equipos utilizados: Solo se utilizó un termómetro.
- Procedimiento: Para que la lectura del termómetro no sea afectada fue necesario insertarlo de manera superficial en el concreto de forma suave. La medición se realizó cinco minutos después de que la muestra fuera obtenida. El termómetro fue dejado en el concreto durante dos minutos mientras la muestra se estabilizó, de tal manera, que se pudo registrar la temperatura y anotarla en el gabinete.

c) Descripción de la medición de peso unitario realizado en la investigación

- Reglamentación utilizada en este procedimiento: En esta etapa de la investigación se estuvo sujeta a ASTM C138 o N.T.P. 339.046.
- Herramientas y equipos que se utilizaron en esta etapa de la investigación: Como equipos y herramientas que se utilizaron en esta etapa, se tiene a una varilla alisada para pisonear de punta roma, 60 cm de largo y θ 5/8"; una balanza sensible al 0.1 gr; un martillo de goma; un recipiente de metal y diversas herramientas manuales.
- Procedimientos realizados en esta etapa de la investigación: En esta etapa el recipiente metálico fue llenado hasta el 30% de su capacidad y el material fue compactado en tres capas, dando 25 golpes con la varilla en cada una de ellas. Cada capa fue golpeada con el martillo, con el objeto de que las burbujas retenidas sean eliminadas. Con la varilla, el exceso de la mezcla fue enrasado, de tal manera, que el exceso de concreto fue limpiado y, así, fue determinada la masa más molde. La masa y el volumen del molde ya habían sido establecidos anteriormente.

- Cálculos de realizar en esta etapa: Se realizaron los cálculos con la fórmula de densidad de masa

Se tiene en la fórmula:

Mc: Hacer referencia a la masa del recipiente llenado con concreto, se mide en kg/m^3

Dc: Hacer referencia a la densidad de la masa del concreto, se mide en kg.

Vc: Hacer referencia al volumen del recipiente, se mide en m^3 .

Mr: Hacer referencia a la masa de recipiente metálico, se mide en kg.

d) Medición del contenido de aire

- Reglamentación para esta etapa del procedimiento: Esta investigación estuvo guiada por la ASTM C138 o N.T.P. 339.046.
- Herramientas y equipos utilizados en esta etapa de la investigación: Como equipos y herramientas que se utilizaron en esta etapa, se tiene a una varilla alisada para pisonear de punta roma, 60 cm de largo y θ 5/8"; una balanza sensible al 0.1 gr; un martillo de goma y un recipiente de metal.
- Procedimientos: La mezcla de concreto fue depositada en la olla de Washington en tres capas sucesivas, la cual, fue compactada con la varilla dándole 25 golpes. Posteriormente la olla fue tapada y se aplicó agua hasta terminar de llenarla, para medir el contenido de aire y así lograr tomar las diferentes lecturas.

Descripción de los ensayos de estado endurecido en la investigación

a) Descripción del procedimiento de la resistencia a la compresión

- Reglamentación utilizada: Esta etapa del procedimiento también estuvo guiada por la ASTM C39 o N.T.P. 339.034.

- Herramientas y equipos utilizados en esta etapa del proceso: Se utilizó una máquina de ensayo, la cual, se calibró según ASTM E4; balanza sensible al de 0.1gr; placas de neopreno y un vernier.
- Procedimientos realizados: En este procedimiento inicialmente se realizó tuvo que medir la longitud y el diámetro di las probetas de forma cilíndrica para ello se utilizó el viernes para poder tomar lectura, las probetas fueron ubicadas de manera correcta con la máquina de compresión alineadas a las almohadillas de neopreno y se colocaron de manera firme. Se pudo aplicar una carga hasta observar que falle el espécimen luego se tomó lectura del tipo de fractura y la fuerza en cada caso.

b) Descripción del procedimiento de la resistencia a la tracción

- Reglamentación utilizada: En esta etapa de la investigación se siguió la ASTM C496 o N.T.P. 339.084.
- Herramientas y equipos utilizados: Esta investigación utilizó una máquina de ensayo, la cual, se calibró según la ASTM E4; balanza sensible al de 0.1gr; placas de metal, regla y vernier.
- Procedimientos realizados en esta etapa de la investigación: Utilizando el vernier se midieron las probetas cilíndricas, tanto la longitud como el diámetro para tomar lectura en los dos casos, luego, utilizando la máquina de compresión, la probeta fue ubicada de manera alineada transversalmente a la longitud de la probeta, en la que se colocó, en la parte superior e inferior, una placa metálica. Fue aplicada la carga con bajas velocidades hasta que las probetas se fracturen anotando en el registro.

c) Descripción del procedimiento para la resistencia a la flexión

- Reglamentación utilizada: Se siguió la ASTM C78 o N.T.P.339.078.

- Herramientas y equipos utilizados: Esta investigación utilizó una máquina de ensayo, la cual, se calibró según la ASTM E4; balanza sensible al de 0.1gr; placas de metal, regla y vernier.
- Procedimientos realizados en esta etapa de la investigación: El prisma fue medido en su ancho y longitud luego. Posteriormente, fueron colocadas plataformas metálicas, seguidamente, con velocidades bajas se aplicó la carga hasta que se observó la rotura. Si es que está no salió del tercio central se continúa hasta cuando se salga, de esta manera, se mide desde el apoyo más cercano hasta el centro medio en la rotura, anotando los valores en el gabinete

d) Descripción del procedimiento para el módulo de elasticidad

- Reglamentación utilizada: Se siguió la normatividad peruana según ASTM C469.
- Herramientas y equipos utilizados: Esta investigación utilizó una máquina de ensayo, la cual, se calibró según la ASTM E4; balanza sensible al de 0.1gr; compresor con una medición equivalente aproximadamente a 5 millonésimas de la deformación; regla y vernier.
- Procedimientos realizados: se utilizaron los mismos especímenes usados para el ensayo a compresión, sin embargo, en este caso, este procedimiento es de mayor rigurosidad y debe seguir todas las instrucciones técnicas, por ello, se procedió a ubicar los equipos según la Norma Técnica considerando que los transductores marquen el valor "0", posteriormente, se aplicó una carga lenta. El módulo de resistencia y elasticidad obtenido y anotado en el gabinete.
- Cálculos que se realizaron en este procedimiento: para poder realizar los cálculos en este procedimiento se utilizó la fórmula de Módulo de elasticidad

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0.000050}$$

Se tiene en la fórmula:

E_c = Representa al módulo de elasticidad que se mide en MPa

$S_1 = \varepsilon_1$, Representa al esfuerzo.

S_2 = Representa al esfuerzo que corresponde al 40% de la última carga.

ε^2 = Representa al volumen de recipiente, se mide en m^3 .

2.6. Criterios éticos

La investigación siguió el criterio ético que se enmarcan dentro del código de ética del Ingeniero civil, de tal forma que los datos recopilados fueron un reflejo de la realidad, no fueron adulterados y con los cuales contribuyen al desarrollo de la profesión, caso contrario el investigador se sujeta a las sanciones éticas de sus actos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Caracterización Físicas de los Agregados

Seguidamente, se presentarán los resultados dando respuesta al **objetivo específico N° 1**. Para lo cual, se usarán tablas y figuras donde se utilizarán normas peruanas y norteamericanas con el fin de desarrollar los agregados pétreos.

Ensayos que Se Aplicaron a los Agregados Finos y Gruesos

Estudio de canteras

Los agregados se recolectan de diferentes canteras del departamento de Lambayeque, para esto, se estudiaron las ya nombradas canteras. La tabla N° 7 presenta los resultados.

Tabla 7

Canteras para levantar datos

Nombre de cantera	Coordenadas UTM	Ubicación	Composición
“La Victoria” – Pátapo	9257602 N a 654942 E	Caserío Las Canteras, Distrito de Pátapo – carretera vigilancia Canal Taymi	Grava fina, media y gruesa, cantos rodados, arena gruesa y fina, hormigón.
Tres tomas “Josmar”	9267464 N a 644855 E	Distrito de Mesones Muro - Ferreñafe	Agregado fino y grueso, sub base, base y arena para concreto.
“Castro I” San Nicolas Zaña	9235139 N a 652098 E	Cayaltí, Oyotún – Desvío LA - San Nicolás	Grava fina, media y gruesa, cantos rodados.

Pacherres –	9249150 N a	Distrito de Pucalá –	Arenilla, arena,
“Pacherres”	662819 E	Centro Poblado	agregado fino y
		Pacherres -A 1 km	grueso
		al sur.	

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Ensayos que Se Aplicaron a los Agregados Finos

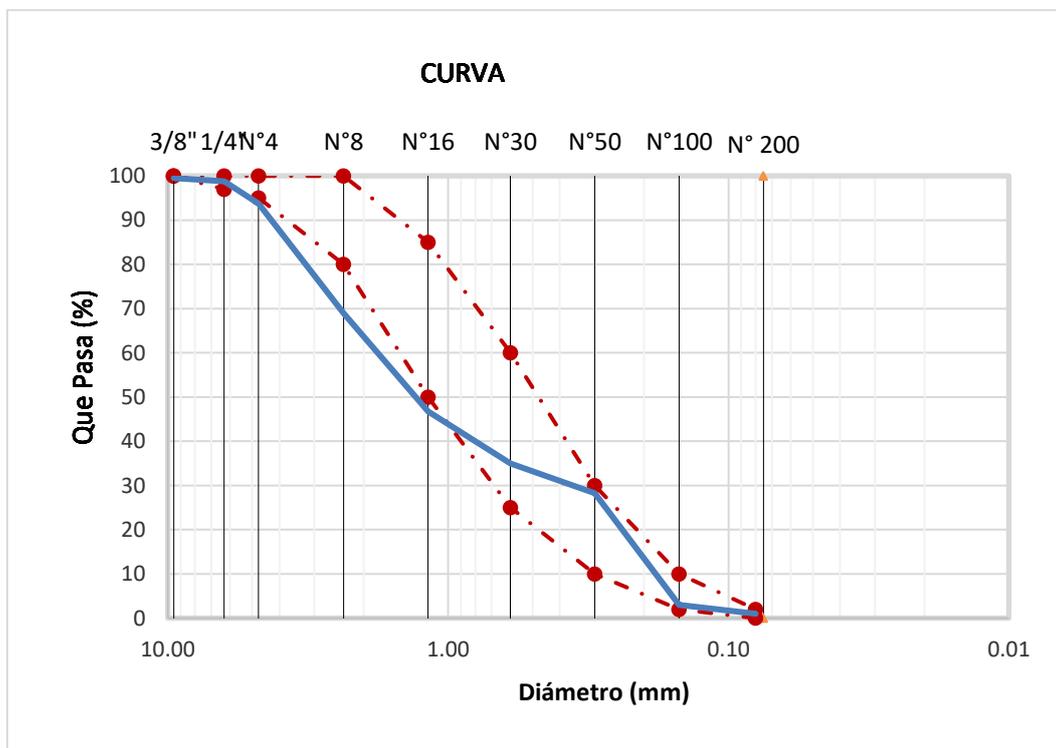
a.) Granulometría

a.1) Agregado fino de Cantera - "Castro I- San Nicolás"

La Figura 3 el análisis granulométrico de la cantera Castro I San Nicolás. Además, existe información más detallada en el Anexo 1.

Figura 3

Análisis granulométrico de la Cantera zaña -"Castro I- San Nicolás".



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Según [51] en relación a la Figura III, exige que el módulo de fineza debe ser entre $2.3 < MF < 3.1$, este material tiene un módulo de fineza de **3.26**. En este caso

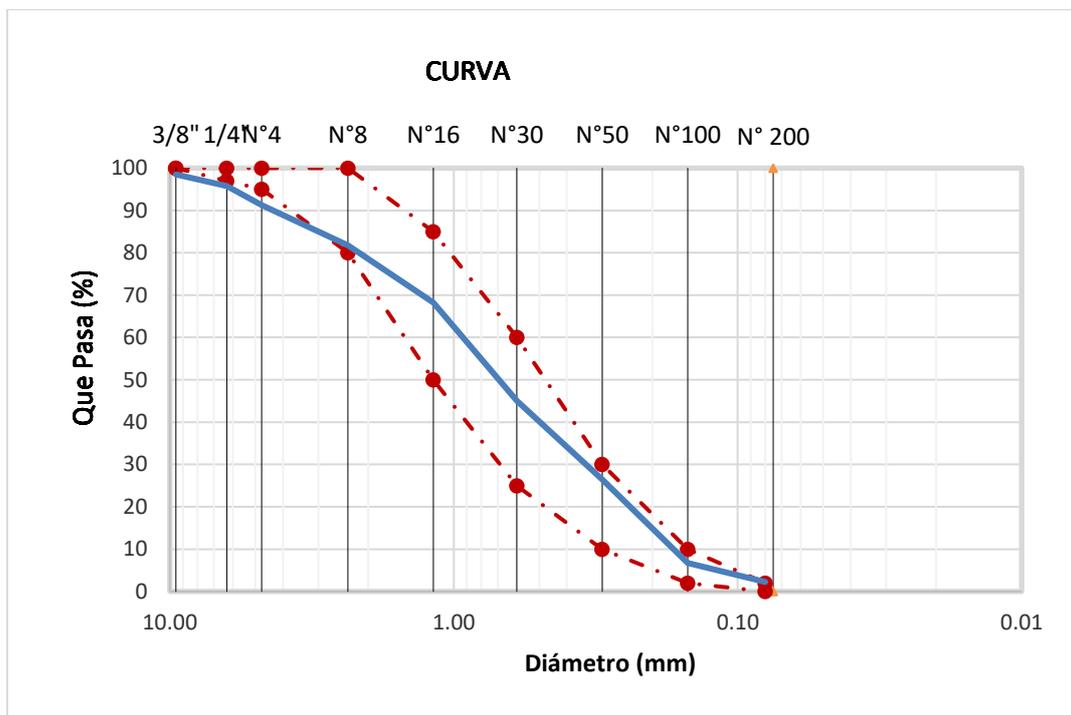
se puede observar que la curva sobrepasa los límites determinados en el reglamento [53] pero, aun así, la curva es considerada cerca de los límites, por lo cual, se decide tomar en cuenta en los siguientes ensayos ASTM C117 o NTP 400.018 (2002).

a.2) Agregado fino de la Cantera Pátapo- La victoria

La figura que se presenta es la Figura 4, en la cual, contiene el análisis granulométrico de la cantera mencionada. Además, en el Anexo 1 se observará información más precisa relacionada al presente ensayo.

Figura 4

Análisis granulométrico de la Cantera Pátapo-La Victoria.



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Según la [66] el módulo de fineza debe ser entre 2.3 y 3.1. La Figura 4 muestra que el módulo de firmeza es igual a **2.86** con un tamiz referencial de 4.750mm. Se observa, además La curva granulométrica se mantiene dentro de los límites establecidos en la [53], por lo tanto, se consideró para un próximo ensayo ASTM C117 o NTP 400.018 (2002).

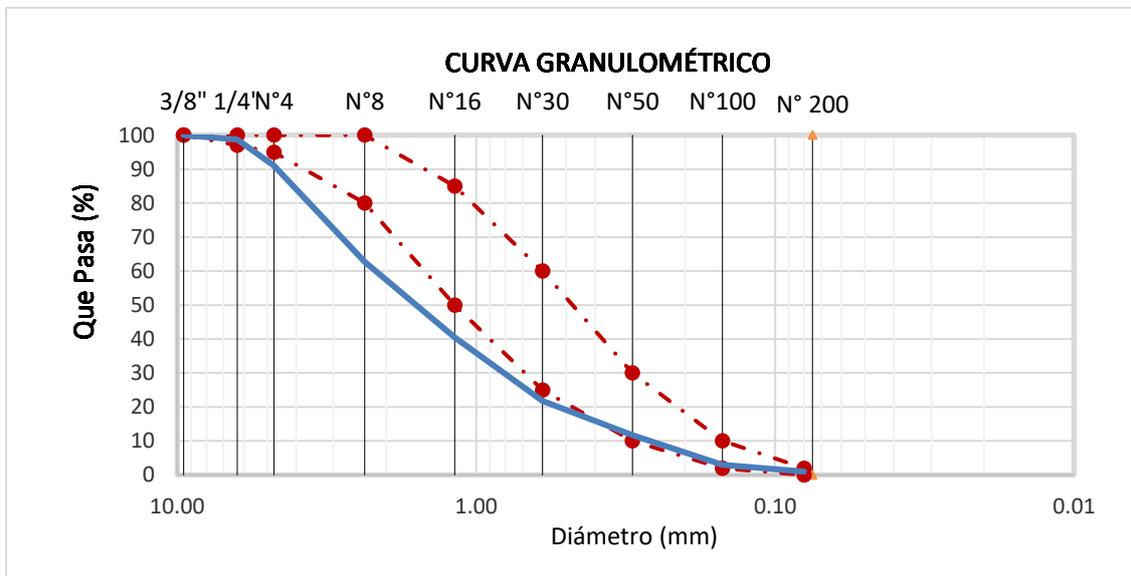
a.3) Agregado fino de la Cantera Tres Tomas “Josmar”

En la figura 5 se muestra el análisis granulométrico de la cantera Tres Tomas

- Bomboncito. Además, en el anexo 1 se observa diferentes datos que ayudará a precisar mejor el ensayo.

Figura 5

Análisis granulométrico de la Cantera Tres Tomas – “Josmar”.



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

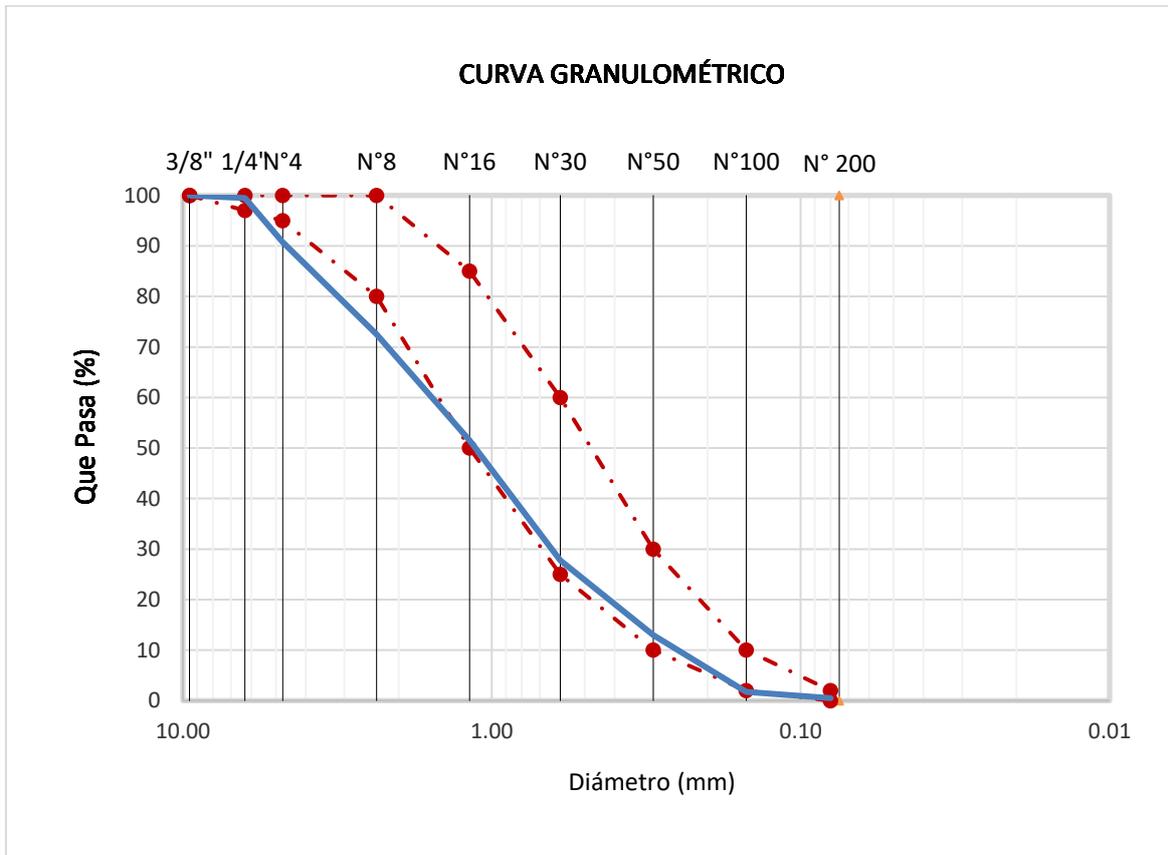
Según la (ASTM C33, 2018) el módulo de fineza debe ser entre 2.3 y 3.1. La Figura 5 muestra que el módulo de firmeza es igual a **3.71** con un tamiz referencial de 4.750mm, en consecuencia, se descartará la curva granulométrica para el desarrollo de esta investigación debido a que no cumple con los parámetros establecidos.

a.4.) Agregado fino de Cantera Pacherres – “Pacherres”

En la Figura 6 se muestra el análisis granulométrico de la cantera “pacherres”.

Figura 6

Análisis granulométrico de la Cantera Pacherres-Pacherres.



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Según la (ASTM C33, 2018) el módulo de fineza debe ser entre 2.3 y 3.1. La Figura 6 muestra que el módulo de firmeza es igual a **3.43** con un tamiz referencial de 4.750mm, en consecuencia, se descartará la curva granulométrica para el desarrollo de esta investigación debido a que no cumple con los parámetros establecidos.

b.) Método peso unitario de los agregados – NTP 400.017

Análisis realizado al agregado fino por cantera peso compactado y suelto

En la Tabla 8 se exponen los resultados obtenidos durante el proceso de determinación del peso unitario de las canteras mencionadas. Adicionalmente, en el Anexo 2 se encuentran registrados los datos adicionales y específicos del ensayo.

Tabla 8*Determinación de Peso Unitario suelto y compactado.*

Canteras	Descripción	P.U.S.	P.U.C.
Zaña – “Castro I – San Nicolás”	Húmedo (\bar{x})	1684.96 Kg/m ³	1889.34 Kg/m ³
	Seco (\bar{x})	1668.98 Kg/m ³	1871.42 Kg/m ³
Pacherres – “Pacherres”	Húmedo (\bar{x})	1663.57 Kg/m ³	1898.85 Kg/m ³
	Seco (\bar{x})	1647.04 Kg/m ³	1879.97 Kg/m ³
Pátapo – “La victoria”	Húmedo (\bar{x})	1611.29 Kg/m ³	1699.22 Kg/m ³
	Seco (\bar{x})	1598.99 Kg/m ³	1686.25 Kg/m ³
Tres Tomas – “Josmar”	Húmedo (\bar{x})	1554.25 Kg/m ³	1749.13 Kg/m ³
	Seco (\bar{x})	1523.41 Kg/m ³	1714.42 Kg/m ³

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

c.) Absorción y peso específico del agregado fino - NTP 400.002

En la Tabla 9 se encuentran los resultados realizados al ensayo para obtener la absorción y el peso específico de las canteras. Asimismo, en el Anexo 3 se cuentan los datos relacionados a este ensayo.

Tabla 9*Absorción y peso específico por cantera.*

Canteras	Descripción	Resultado
	Porcentaje de absorción	1.626 %
Zaña –	P.E aparente	1.138 gr/cm ³
“Castro I –	P.E de masa SSS	2.627 gr/cm ³
San Nicolás”	P.E. de masa	2.585 gr/cm ³
	Porcentaje de absorción	1.102 %
Pacherres –	P.E aparente	1.130 gr/cm ³
“Pacherres”	P.E de masa SSS	2.589 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.561 gr/cm ³
	Porcentaje de absorción	1.163 %
Pátapo – “La	P.E aparente	1.123 gr/cm ³
victoria”	P.E de masa SSS	2.551 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.521 gr/cm ³
	Porcentaje de absorción	1.451 %
Tres Tomas	P.E aparente	1.129 gr/cm ³
– “Josmar”	P.E de masa SSS	2.579 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.542 gr/cm ³

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

d.) Método contenido de humedad NTP 339.185

En la Tabla 10 se puede observar los resultados desarrollados para obtener la humedad de las canteras mencionadas. Asimismo, en el Anexo 2 se encuentra de más información detallada del ensayo.

Tabla 10*Contenido de humedad del agregado.*

Canteras	Descripción	Resultado
Zaña – “Castro I – San Nicolás”	Cont. humedad	0.96 %
	Peso muestra seca	937.1 gr
	Peso muestra húmeda	945.0 gr
Pacherres – “Pacherres”	Cont. humedad	1.00 %
	Peso muestra seca	610.0 gr
	Peso muestra húmeda	615.0 gr
Pátapo – “La victoria”	Cont. humedad	0.769 %
	Peso muestra seca	502.0 gr
	Peso muestra húmeda	505.0 gr
Tres Tomas – “Josmar”	Cont. humedad	2.02 %
	Peso muestra seca	1100.0 gr
	Peso muestra húmeda	1120.0 gr

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

e.) Determinación finos que atraviesan el tamiz N°200 - NTP 400.018

La Tabla 11 presenta observar los resultados del ensayo en busca del % de finos que logran pasar por el tamiz N° 200 de las diferentes canteras utilizadas. Asimismo, en el Anexo 4 se encontrará información detallada del ensayo.

Tabla 11*Porcentaje de finos por cantera.*

Canteras	Descripción	Resultado
Zaña – “Castro I – San Nicolás”	% de fino que atraviesa la malla N° 200	5.80 %
	Masa seca luego de lavado	523.46 gr
	Masa seca original	551.15 gr
Pátapo – “La victoria”	% de fino que atraviesa la malla N° 200	5.07 %
	Masa seca luego de lavado	586.23gr
	Masa seca original	615.10 gr

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Ensayos que Se Aplicaron a los Agregados Gruesos

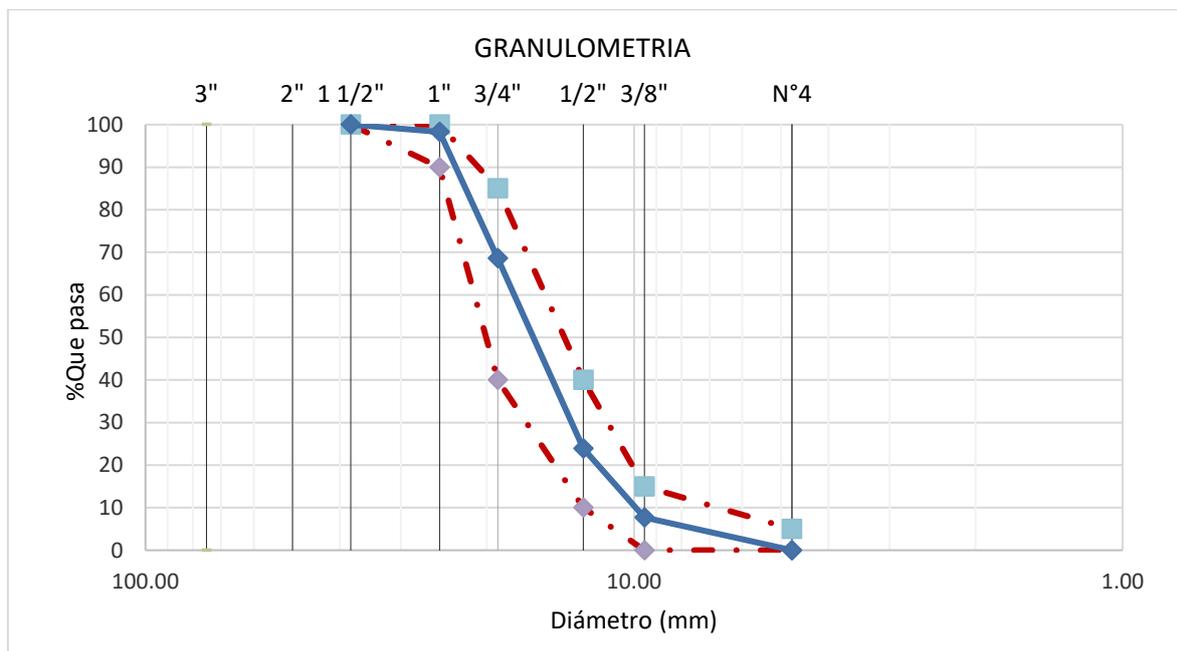
a.) Establecimiento de la Granulometría

a.1) Granulometría del agregado grueso de Cantera Zaña – “Castro I – San Nicolás”

Según la Figura 7 se puede observar el análisis granulométrico de la Cantera Zaña – “Castro I - San Nicolás”. Asimismo, se puede observar en el Anexo 1 otros datos precisados referentes al ensayo.

Figura 7

Análisis granulométrico de la Cantera Zaña – “Castro I – San Nicolás.”



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Se genera el gráfico de la curva donde muestra los rangos mínimos y máximos en relación al **Huso 56**, se logró obtener un material graduado adecuado con un T.M de **1 1/2"** y T.M.N de **3/4"**, lo cual, está dentro de los límites permitidos en relación a la curva granulométrica, donde el tamaño máximo nominal debe estar entre el 5% y el 10% del retenido, según lo establecido en la NTP 400.037 (2018), por lo que se procederá con el ensayo de abrasión para la elección de la cantera óptima.

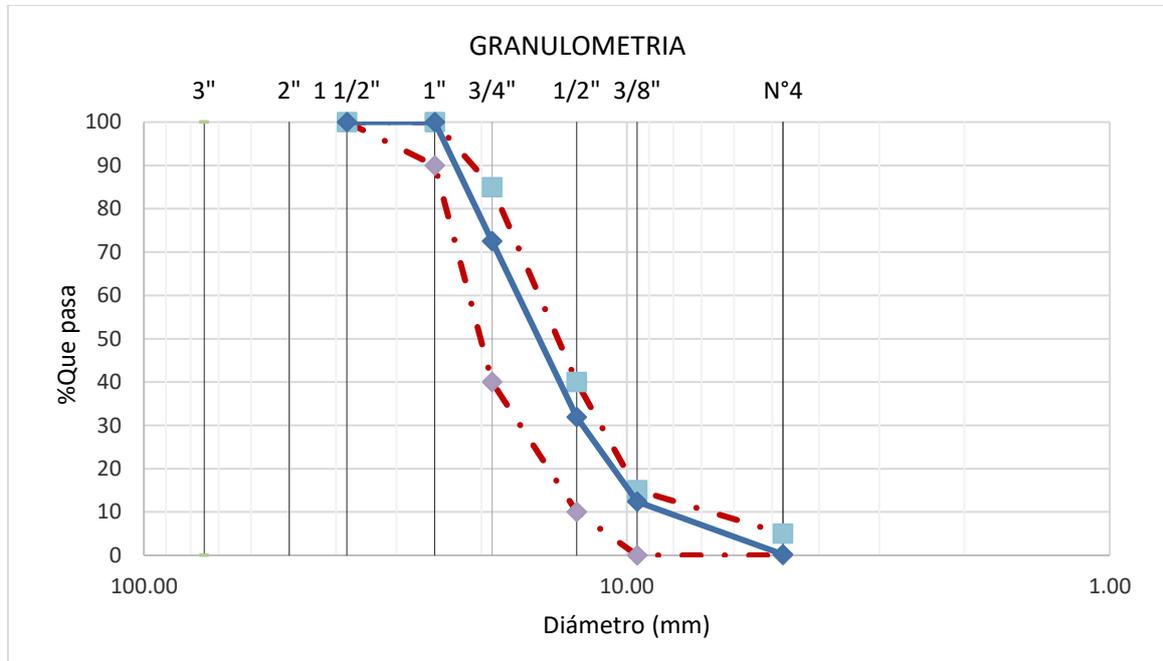
a.2) Granulometría del agregado grueso de la cantera Pátapo – “La victoria”

En la Figura 8 se observa el análisis granulométrico de la cantera Pátapo – “La

Victoria”. Además, en el Anexo 1 se encuentran especificados los demás datos que pueden servir para el desarrollo de este ensayo.

Figura 8

Análisis granulométrico de la Cantera Pátapo – “La victoria”



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

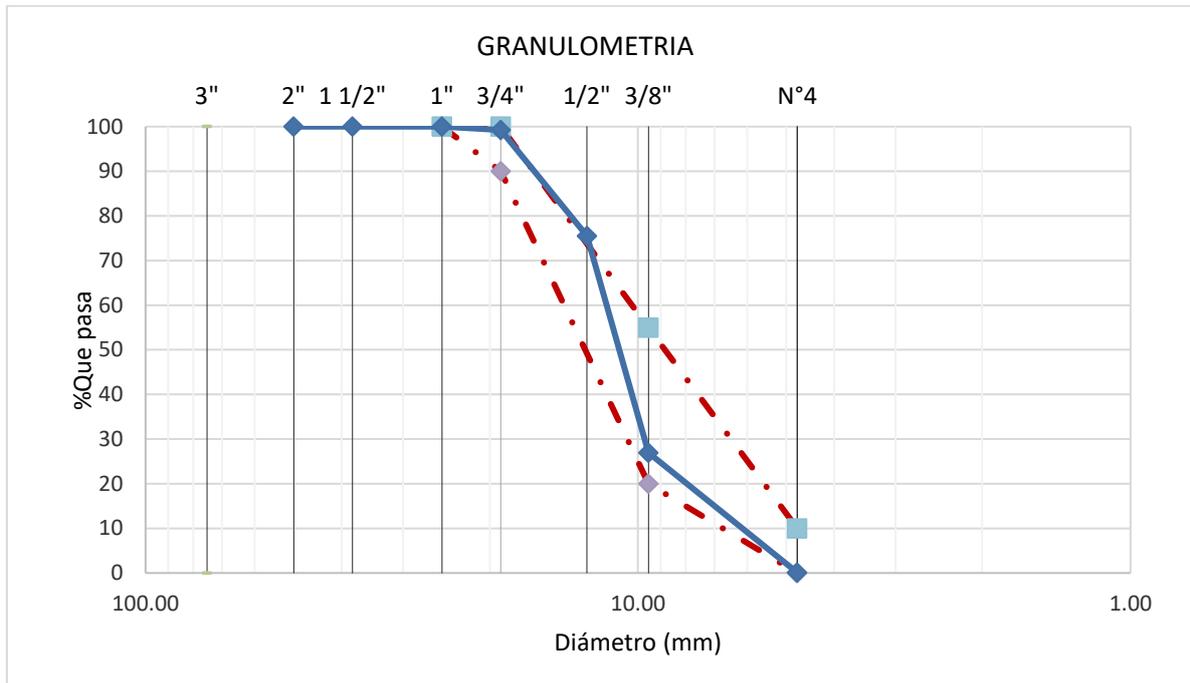
Se genera el gráfico de la curva donde muestra los rangos mínimos y máximos en relación al **Huso 56**, se obtuvo un agregado mal graduado de T.M de **1 1/2"** y T.M.N de **3/4"**, lo cual, está representado en la gráfica, donde se muestra que la curva está junto a la línea superior. En conclusión, la cantera Pátapo queda descartada.

a.3) Granulometría del agregado grueso de Cantera Tres Tomas –“Josmar”

En la Figura 9 se puede observar el análisis granulométrico de la cantera Tres Tomas – “Josmar”. Asimismo, en el Anexo 1 se encontrará información detallada de la investigación.

Figura 9

Análisis granulométrico de la Cantera Tres tomas – “Josmar”



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

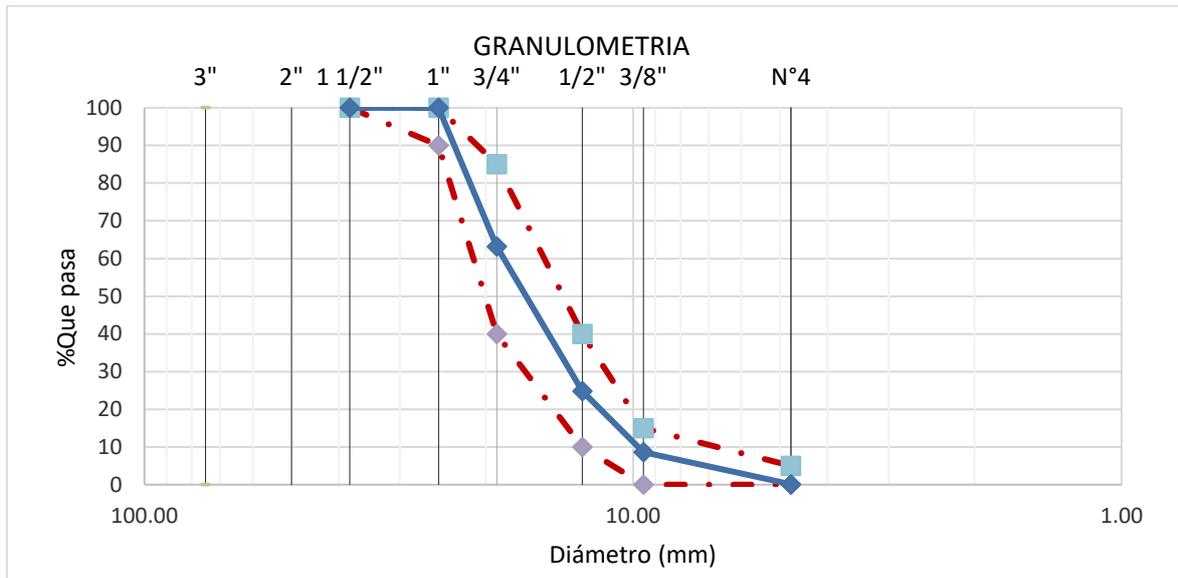
Se determina los diferentes materiales y su calidad en base al peso trazando una curva la cual gráfica de los rangos mínimos y máximos en relación al **Huso 67** para lo cual se utiliza la NTP 400.012. De la investigación se determina que se consiguió un material mal graduado de T.M de **3/4"** y T.M.N de **1/2"**, lo cual, está representado en la gráfica, donde se muestra que la curva está junto a la línea superior. En conclusión, la cantera Tres Tomas – “Josmar” queda descartada.

a.4) Granulometría del agregado grueso de la cantera "Pacherres"

En la Figura 10 se observa el análisis granulométrico de la cantera Pacherres - Pacherres. Asimismo, se puede encontrar en el Anexo 1 información detallada sobre el ensayo.

Figura 10

Análisis granulométrico de la Cantera "Pacherres"



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Se determina la curva graficada donde muestra los rangos mínimos y máximos en relación al **Huso 56**, para lo cual, donde se determina que el agregado estuvo bien graduado en relación a su T.M.N. de $3/4"$ y su T.M. de $1"$, lo cual, existe dentro de los parámetros considerados permisibles. Donde el tamaño máximo nominal debe estar entre el 5% y el 10% del retenido, según lo establecido en la NTP 400.037 (2018), por lo que también será incluida para el ensayo de abrasión.

b.) Peso unitario de los agregados ASTM C29

La Tabla 12 presenta los diversos resultados en relación al peso unitario. Asimismo, se puede observar en el Anexo 2 información precisa sobre el ensayo.

Tabla 12

Masa por unidad de volumen – agregado grueso natural

Canteras	Descripción	P.U.S.	P.U.C.
	Húmedo (\bar{x})	1440.18 Kg/m ³	1573.26 Kg/m ³
Zaña – “Castro I			
– San Nicolás”	Seco (\bar{x})	1434.68 Kg/m ³	1567.26 Kg/m ³

	Húmedo (\bar{x})	1341.55 Kg/m ³	1492.46 Kg/m ³
Pacherres –			
“Pacherres”	Seco (\bar{x})	1330.58 Kg/m ³	1492.46 Kg/m ³
	Húmedo (\bar{x})	1475.83 Kg/m ³	1480.26 Kg/m ³
Pátapo – “La			
victoria”	Seco (\bar{x})	1472.14 Kg/m ³	1614.37 Kg/m ³
	Húmedo (\bar{x})	1452.06 Kg/m ³	1568.51 Kg/m ³
Tres Tomas –			
“Josmar”	Seco (\bar{x})	1448.40 Kg/m ³	1564.56 Kg/m ³

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

c.) Absorción y peso específico del agregado grueso

En la Tabla 13 presentan los resultados en relación al peso específico y la absorción. Asimismo, en el Anexo 3 se puede encontrar información precisa sobre el ensayo.

Tabla 13

Absorción y peso específico por cantera de agregado grueso natural.

Cantera	Descripción	Resultado
	Porcentaje de absorción	1.136 %
Zaña –		
“Castro I –	P.E aparente	2.588 gr/cm ³
San Nicolás”	P.E de masa SSS	2.543 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.514 gr/cm ³
	Porcentaje de absorción	1.311 %
Pacherres –	P.E aparente	2.689 gr/cm ³
“Pacherres”	P.E de masa SSS	2.632 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.598 gr/cm ³
Pátapo – “La	Porcentaje de absorción	1.714 %
victoria”	P.E aparente	2.608 gr/cm ³

	P.E de masa SSS	2.539 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.496 gr/cm ³
Porcentaje de absorción		1.852 %
Tres Tomas	P.E aparente	2.393 gr/cm ³
- “Josmar”	P.E de masa SSS	2.334 gr/cm ³
	P.E. de masa	2.291 gr/cm ³

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

d.) Contenido de Humedad ASTM C-135

En la Tabla 14 se presentan los resultados para encontrar la humedad de las canteras ya seleccionadas. Asimismo, el Anexo 2 muestra información precisa del ensayo.

Tabla 14

Contenido de humedad del agregado grueso natural.

Canteras	Descripción	Resultado
	Cont. humedad	0.38 %
Zaña – “Castro I – San Nicolás”	Peso muestra seca	2225.0 gr
	Peso muestra húmeda	2230.0 gr
	Cont. humedad	0.82 %
Pacherres – “Pacherres”	Peso muestra seca	2497.0 gr
	Peso muestra húmeda	2510.0 gr
	Cont. humedad	0.25 %
Pátapo – “La victoria”	Peso muestra seca	2516.0 gr
	Peso muestra húmeda	2520.0 gr
	Cont. humedad	0.25 %
Tres Tomas – “Josmar”	Peso muestra seca	2107.0 gr
	Peso muestra húmeda	2110.0 gr

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

e.) Resistencia a la abrasión ASTM-C131

Este análisis sólo fue realizado a dos canteras: Cantera Castro I y la Cantera Pacherres, por las diferentes características granulométricas parecidas y demostradas en los análisis previos. En a Tabla 15 se presentan los resultados del

ensayo y en el Anexo 6 se pueden observar información precisa del ensayo.

Tabla 15

Degradación de agregados gruesos.

Canteras	Descripción	Resultado
Pacherres – “Pacherres”	Masa sin tara	5000.00 gr
	Masa que se retiene en malla N° 12	4490.00 gr
	Desgaste	10.20 %
Zaña – “Castro I – San Nicolás”	Masa sin tara	5000 gr
	Masa que se retiene en malla N° 12	4340.00gr
	Desgaste	13.20 %

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Según la N.T.P. 400.019 [67], basándonos en los resultados obtenidos, se determina que estos se cumplen la norma en relación al desgaste máximo del 50%, en dónde la cantera Pacherres logra el 13.76% y la cantera Zaña -Castro I. alcanza 22.7%. Por lo cual, se concluye que, ambas canteras, se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma, pero que se utilizó la cantera Pacherres por ser está la que tiene un menor desgaste.

Canteras óptimas para diseñar mezclas

Para llevar a cabo esta investigación, se seleccionaron dos canteras específicas: la Cantera Pacherres para el estudio del agregado grueso y la Cantera La Victoria Pátapo para el análisis del agregado fino. Estas canteras fueron elegidas como fuentes de material para el estudio debido a ciertos criterios y requisitos establecidos.

a.) Cantera Pátapo – “La victoria” - Agregado Delgado

Tabla 16

Granulometría agregado fino- Cantera Pátapo – “La victoria”

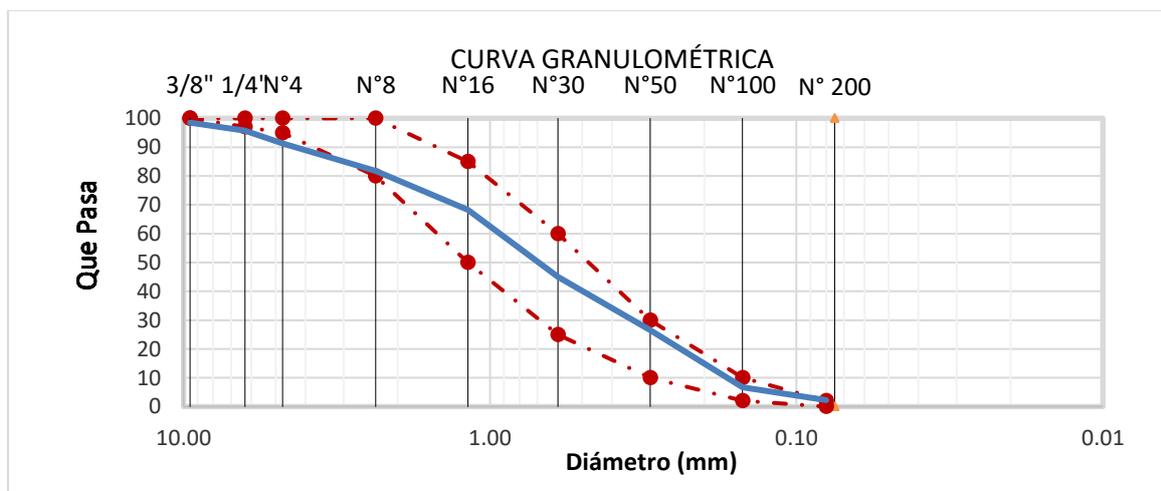
Malla (in)	Peso retenido	%	% acumulado	% que pasa
3/8”	6.00	1.50	1.50	98.50
1/4”	11.00	2.75	4.25	95.75

Nº 4	18.00	4.50	8.75	91.25
Nº 8	38.00	9.50	18.25	81.75
Nº 16	54.00	13.50	31.75	68.25
Nº 30	93.00	23.25	55.00	45.00
Nº 50	74.00	18.50	73.50	26.50
Nº 100	79.99	19.75	93.25	6.75
Nº 200	18.00	4.50	97.75	2.25
Fondo	9.00	2.25	100.00	0.00

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Figura 11

Curva granulométrica del agregado fino Cantera Pátapo – “La victoria”.



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Tabla 17

Agregado fino Cantera Pátapo – características físicas.

Ensayos	Valores
Contenido de humedad (%)	0.769 %
Porcentaje de absorción (%)	1.163%
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.521 gr/cm ³
Peso unitario compactado seco (g/cm ³)	1686.25 kg/m ³

Peso unitario suelto seco (g/cm ³)	1598.99 kg/m ³
Módulo de fineza (g/cm ³)	2.86

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Tabla 18

Finos que atraviesan malla N° 200 – Cantera Pátapo.

Cantera	Descripción	Resultado
Pátapo – “La victoria”	% de finos que pasan por la malla (N° 200)	5.07%
	Masa seca de la muestra luego del lavado	477.0 gr
	Masa seca muestra original	502.5 gr

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

b) Cantera Pacherras – “Pacherras” - Agregado Grueso

Tabla 19

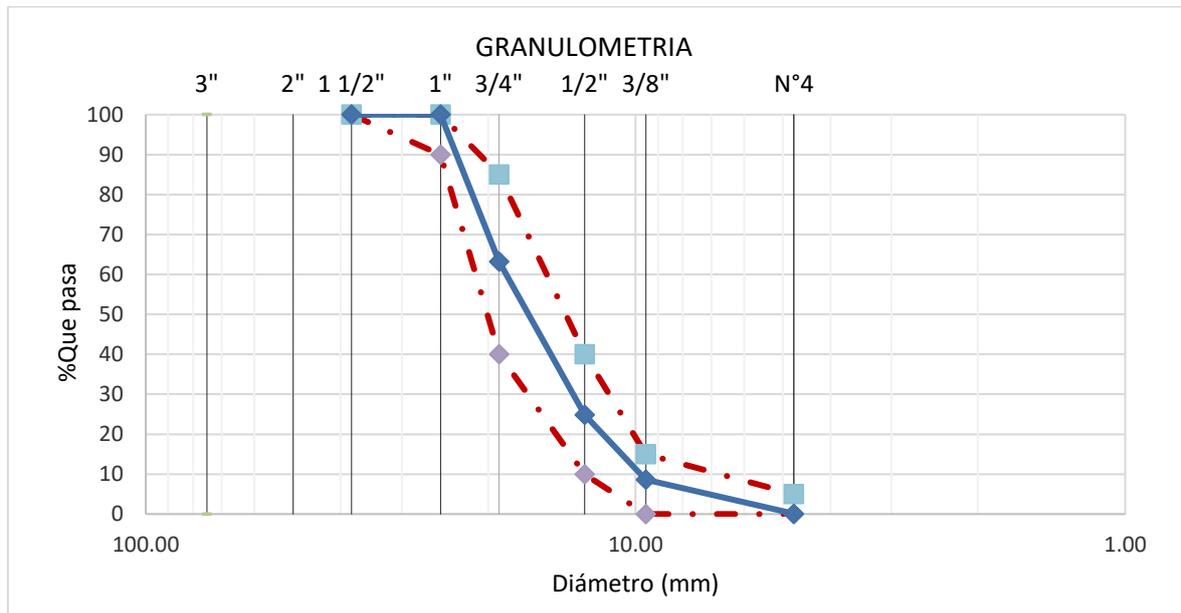
Granulometría agregado grueso- Cantera Pacherras.

Malla (in)	Peso retenido	%	% acumulado	% que pasa
2”	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½”	0.0	0.0	0.0	100.0
1”	0.0	0.0	0.0	100.0
¾	735.0	36.8	36.8	63.2
½”	767.0	38.4	75.2	24.8
3/8”	324.0	16.20	91.4	8.6
N° 4	170.0	8.50	99.8	0.2
Fondo	4.0	0.20	100.0	0

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Figura 12

Curva granulométrica del agregado grueso Cantera Pacherres.



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Tabla 20

Agregado grueso Cantera Pacherres – características físicas.

Ensayos	Valores
Tamaño máximo nominal	3/4 "
Contenido de humedad (%)	0.82 %
Porcentaje de absorción (%)	1.311 %
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.598 %
Peso unitario compactado seco (g/cm ³)	1480.26 kg/m ³
Peso unitario suelto seco (g/cm ³)	1330.58 kg/m ³

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Tabla 21

Máquina de Los Ángeles – Ensayo de abrasión.

Cantera	Descripción	Resultado
Pátapo	% de desgaste por abrasión	10.20 %
	Peso final después de las 500 revoluciones	4490.0 gr

Peso inicial antes del ensayo (gr)	5000.0 gr
------------------------------------	-----------

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Incorporación del Mucílago de Nopal

EL procedimiento inicia con la recolección de mucílago en su estado natural en diversas zonas de Chiclayo, luego procedemos a retirar las espinas, realizamos un lavado con agua y procedemos a cortar las hojas en tamaños de 2x2 cm, luego pesamos en proporción 1-1 agua-Nopal, al cumplir la proporción colocamos Benzoato de sodio como antioxidante (5gr/lit), dejamos macerar por 48 horas y por último realizamos el filtrado

Figura 13

Mucílago de Nopal en su estado natural.



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Diseño de ensayos de mezcla en el concreto patrón

Después de haber realizado a los ensayos de granulometría contenido de humedad peso unitario peso específico absorción y abrasión en todo lo relacionado al agregado fino y grueso, se desarrolló el método ACI 211.1 con el cual se obtuvo el diseño de mezclas de resistencia de concreto de patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, los cuales desarrollan en el **Objetivo Específico N°2** en relación a la resistencia.

a.) Diseño de mezcla de prueba

Con el fin de evaluar si la dosificación propuesta cumple con los requisitos del diseño se realiza un diseño de mezclas este además permite cambiar los diferentes elementos que conforman la mezcla previamente a realizar la mezcla definitiva. En esta investigación. Se llevó a cabo un diseño de mezcla con un factor de seguridad de 0, utilizando el valor 84 correspondiente a las resistencias de 210 a 350 kg/cm², que representa la resistencia promedio f'_{cr} : $f'_c + 84$. En base a los valores reglamentados por ACI 211. Asimismo, el Anexo 8 contiene el diseño de prueba de resistencia presentados en la Tabla 22 y 23.

Tabla 22

Mezcla diseñada - 210 kg/cm²

Descripción	Resistencias de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
	Diseño 1		
	Factor de seguridad 0		
	Componentes por m ³ de mezcla		
Relación A/C	0.710		
Agregado Fino (kg/m ³)	853		
Agregado grueso (kg/m ³)	860		
Cemento (kg/m ³)	380		
Agua (Lts)	270		
Prueba para 210 kg/cm ² -Elección de diseños de mezcla			
PROBETAS	f'_c (kg/cm ²)	f'_c (%)	Promedio (%)
f'_c (kg/cm ²) a los 7 días P1	162.79	77.52	
f'_c (kg/cm ²) a los 7 días P2	164.75	78.45	
f'_c (kg/cm ²) a los 7 días P3	162.15	77.22	77.30
f'_c (kg/cm ²) a los 7 días P4	161.39	76.85	
f'_c (kg/cm ²) a los 7 días P5	160.58	76.47	

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Se seleccionó el diseño 1, que presenta un promedio de resistencia f'_c de 77.30%, superando el requisito del 75% establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (2017). Esto implica una optimización de recursos y materiales.

Tabla 23*Mezclas diseñadas - 280 kg/cm²*

Descripción	Resistencias de diseño $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
	Diseño 1		
	Factor de seguridad 0		
	Componentes por m ³ de mezcla		
Relación A/C	0.593		
Agregado Fino (kg/m ³)	802		
Agregado grueso (kg/m ³)	860		
Cemento (kg/m ³)	437		
Agua (Lts)	259		
Prueba para 280 kg/cm²-Elección de diseños de mezcla			
PROBETAS	$F'c$ (kg/cm²)	$F'c$ (%)	Promedio (%)
$F'c$ (kg/cm ²) a los 7 días P1	221.66	79.16	
$F'c$ (kg/cm ²) a los 7 días P2	214.47	76.60	
$F'c$ (kg/cm ²) a los 7 días P3	218.31	77.97	77.45
$F'c$ (kg/cm ²) a los 7 días P4	215.74	77.05	
$F'c$ (kg/cm ²) a los 7 días P5	214.07	76.45	

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

En este diseño de mezcla fue elegido el Diseño 1, con un $f'c$ promedio de 77.45%, el cual, es superior al 75% normado sin un factor de seguridad. Obteniendo la resistencia esperada y optimizando recursos y materiales pues se necesita menos cemento. La tabla 24 contiene los resultados y en el Anexo 7 se encuentran otros datos detallados.

Tabla 24*Mezclas finales - 210 kg/cm² y 280 kg/cm²*

Descripción	Resistencias	
	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Relación A/C	0.710	0.593
Agregado Fino (kg/m ³)	853	802
Agregado grueso (kg/m ³)	860	860
Cemento (kg/m ³)	380	437

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Mezclas de concreto patrón adicionando 5%, 10%, 15% y 20% de mucílago de nopal respecto al peso del agua.

Se realizaron dos diseños para las mezclas f'c 210 kg/cm² y 280 kg/cm², en las dosis de 5%, 10%, 15% y 20% de mucílago de nopal adicionado en función al peso del agua. Las Tablas 25 Y 26 muestran los resultados de Diseño de mezcla y el Anexo 6 precisa datos del ensayo. Estos resultados están relacionados al desarrollo del **Objetivo Especifico N°3**.

Tabla 25

Mezclas diseñadas con mucílago de Nopal - 210 kg/cm²

Descripción	Resistencias – 210 kg/cm ²			
	5%	10%	15%	20%
Relación A/C	0.710	0.710	0.710	0.710
Agregado Fino (kg/m ³)	853	853	853	853
Agregado grueso (kg/m ³)	860	860	860	860
Cemento (kg/m ³)	380	380	380	380
Agua (Lts)	256.5	243	229.5	216
Mucílago de Nopal (Lts)	13.5	27	40.5	54

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Tabla 26

Mezclas diseñadas con mucílago de Nopal - 280 kg/cm²

Descripción	Resistencias – 280 kg/cm ²			
	5%	10%	15%	20%
Relación A/C	0.593	0.593	0.593	0.593
Agregado Fino (kg/m ³)	802	802	802	802
Agregado grueso (kg/m ³)	860	860	860	860
Cemento (kg/m ³)	437	437	437	437
Agua (Lts)	246	233	220	207
Mucílago de Nopal (Lts)	13	26	39	52

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Propiedades físicas del Concreto patrón y concreto patrón con mucílago de Nopal

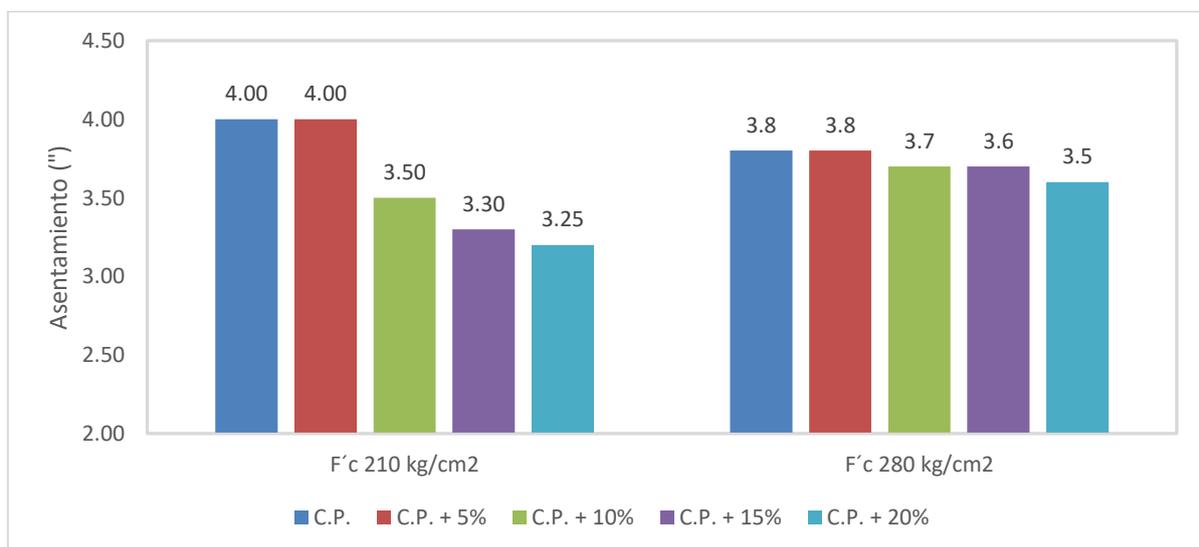
Para esta investigación se ha revisado y evaluado las diferentes propiedades en relación a trabajabilidad, contenido de aire, peso unitario y temperatura, las cuales son consideradas propiedades en estado fresco. Asimismo, en el Anexo VII se encuentra información detallada sobre estos ensayos los cuales corresponden al desarrollo del **Objetivo específico N°4**.

a) Asentamiento

La figura 14, muestra de manera comparativa la influencia al adicionar MN en el asentamiento, manteniéndose dentro de un rango entre 3" a 4" en todas las adiciones de MN, los valores de asentamiento van disminuyendo conforme la adición va aumentando. Por lo que a medida que aumenta la proporción de MN, el concreto se vuelve menos manejable o trabajable.

Figura 14

Asentamiento - comparación asentamiento $f'c$ 210 kg/cm² vs 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

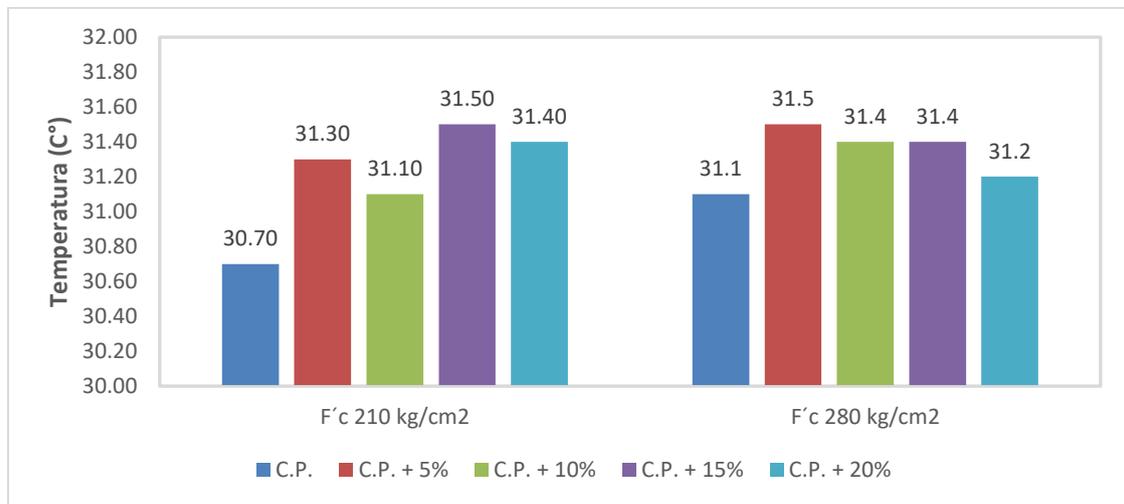
b) Temperatura

En la figura 15, se puede apreciar que la temperatura experimenta un incremento de aproximadamente 1°C al momento de su adición. Esta relación se establece de acuerdo a los parámetros establecidos por las normas o estándares

aplicables en el contexto de la investigación [68]

Figura 15

Temperatura - comparación f'c 210 kg/cm² vs 280 kg/cm²



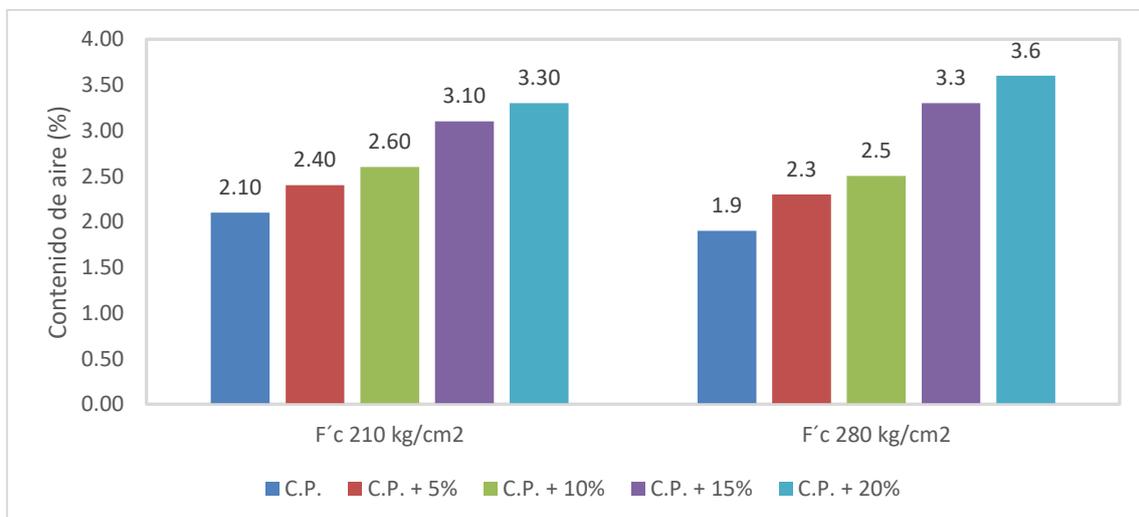
Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

c) Contenido de aire

La investigación observa un incremento en el contenido de aire que sobrestima las muestras estándar el cual está entre 2,1% y 1,9%, lo cual se da por el aumento de contenido de MN, ya que este al ser un polisacárido en forma de gel, presenta algunas burbujas de aire que luego son añadidas a la mezcla, la figura 16 presenta los resultados.

Figura 16

Contenido de aire - Comparación f'c 210 kg/cm² vs 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

d) Peso unitario del concreto

Tabla 27

Peso de muestras en estado fresco.

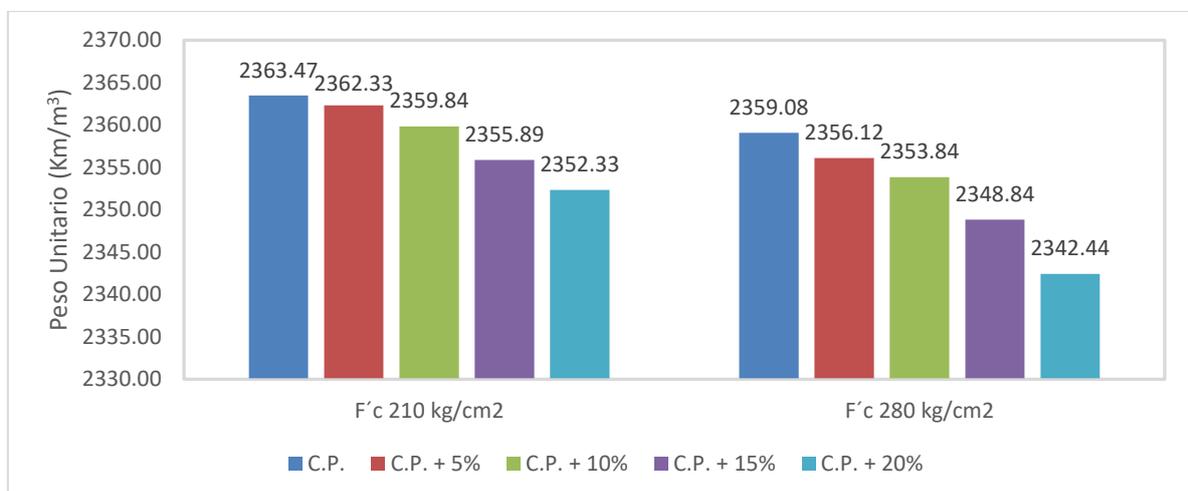
Peso de probetas + material (gr)		
Descripción	F'c= 210 kg/cm ²	F'c= 280 kg/cm ²
Concreto Patrón	2363.47	2359.08
C.P + 5% mucílago de Nopal	2362.33	2356.12
C.P + 10% mucílago de Nopal	2359.84	2353.84
C.P + 15% mucílago de Nopal	2355.89	2348.84
C.P + 20% mucílago de Nopal	2352.33	2342.44
Volumen del recipiente (m ³)	0.002739	
Diámetro del recipiente (m)	0.152	
Altura del recipiente (m)	0.155	
Peso del recipiente (Kg)	5.23	

Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Según la figura 17, se observó un aumento gradual en el peso unitario en relación al incremento de los porcentajes de mucílago de nopal con respecto al concreto patrón en los diseños C210 y C280. Esto se debe a la densidad del mucílago y al incremento de MN.

Figura 17

Peso unitario - Comparación f'c 210 vs 280 kg/cm2



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

Propiedades mecánicas del concreto patrón con mucílago de nopal

A continuación, se mostrarán figuras, en las cuales, se desarrolla la influencia al adicionar Mucílago de nopal en distintas adiciones con el concreto estándar derivado del ensayo tracción, flexión y compresión y módulo de elasticidad. Estos derivados y ensayos se realizaron producto de elaboración de diversas probetas de concreto a edades de 7, 14 y 28 días de curados. Estos resultados pertenecen al **Objetivo Específico N° 5**.

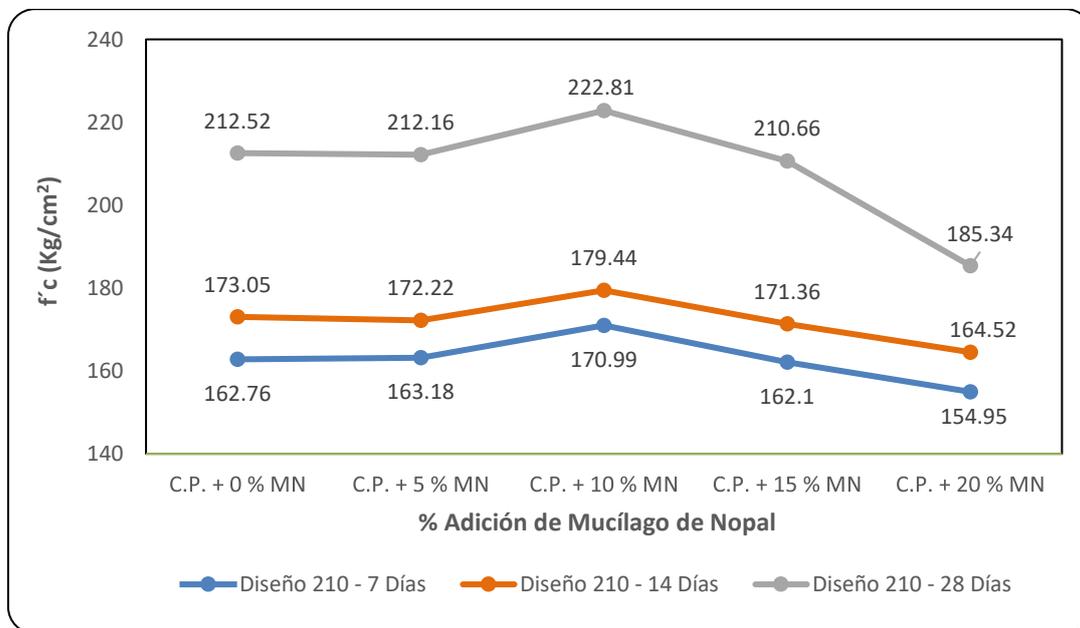
a.) Resistencia a la Compresión Axial

a.1) Resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm²

Asimismo, el Anexo 9 y 10 muestra los resultados detallados en relación a la compresión de cilindros dónde se obtiene qué la compresión del concreto varía de acuerdo a los días curados. Los demás datos específicos se encuentran en la figura 18.

Figura 18

Resistencia a compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días con $f'c$ 210 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

La figura 18 se puede interpretar que cuando el concreto lleva 28 Días de

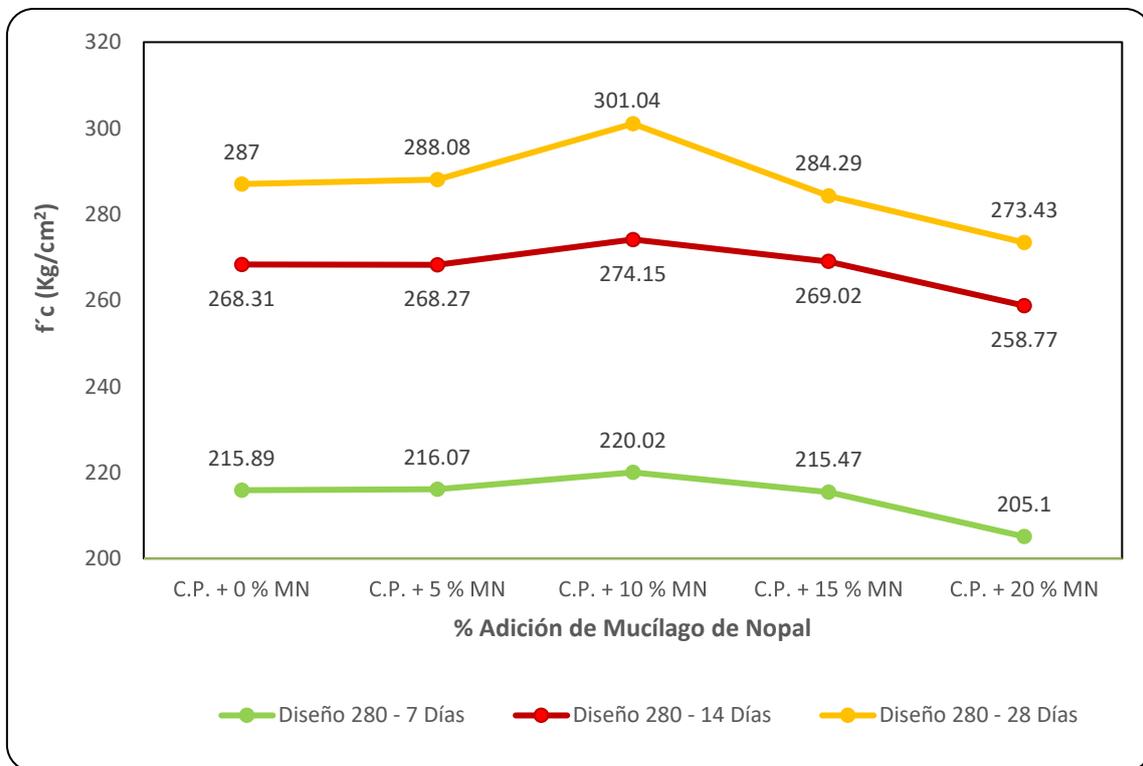
curado, la adición que mostró mejores resultados fue la de 10% de MN, incluso por encima del concreto patrón en 10.29 kg/cm² equivalente a un 4.84% para el diseño f'c 210kg/cm².

a.2) Resistencia a la compresión f'c 280 kg/cm²

En el Anexo 9 y 10 se observan los resultados correspondientes a este ensayo donde se obtiene el esfuerzo de compresión de concreto. La figura 19 presenta los datos específicos.

Figura 19

Resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días con f'c 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

La Figura 19 se puede interpretar que cuando el concreto lleva 28 Días de curado, la adición que mostró mejores resultados fue la de 10% de MN, incluso por encima del concreto patrón en 14.04 kg/cm² equivalente a un 4.89% para un diseño f'c 280kg/cm².

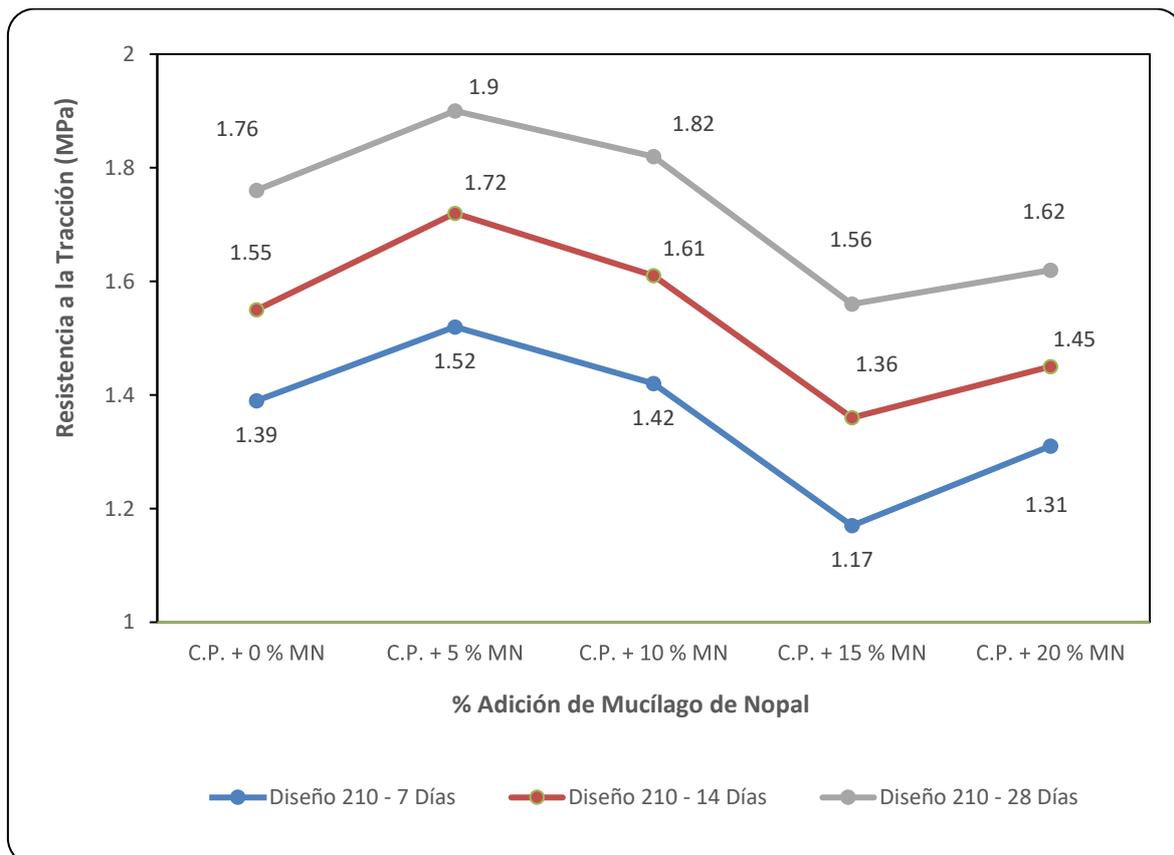
b) Resistencia a la compresión diametral tracción

b.1) Resistencia a la compresión diametral - tracción $f'c$ 210 kg/cm^2 .

Los anexos 11 y 12 presentan los resultados del ensayo realizado en tracción de los cilindros. La Figura 20 presenta los demás datos específicos del ensayo.

Figura 20

Resistencia a compresión diametral del concreto a los 7, 14 y 28 días con $f'c$ 210 kg/cm^2



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

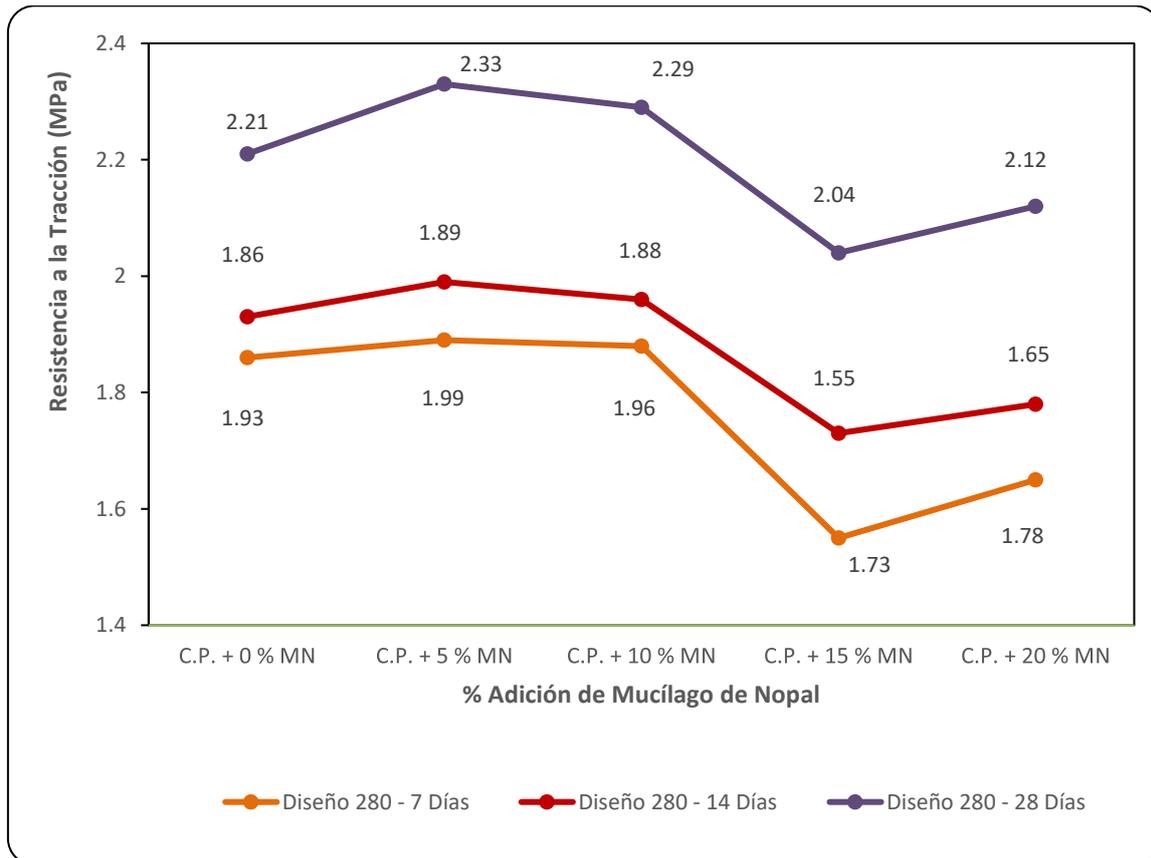
La figura 20 se puede interpretar que cuando el concreto lleva 28 Días de curado, la adición que mostró mejores resultados fue la de 5% de MN, incluso por encima del concreto patrón en 0.14MPa equivalente a un 7.95% para un diseño $f'c$ 210 kg/cm^2 .

b.2) Resistencia a la compresión diametral - tracción $f'c$ 280 kg/cm².

Los resultados detallados se pueden observar en el Anexo 11 y Anexo 12. La figura 21 presenta resultados del esfuerzo de tracción.

Figura 21

Resistencia a compresión diametral del concreto a los 7, 14 y 28 días con $f'c$ 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

La Figura 21 se puede interpretar que cuando el concreto lleva 28 Días de curado, la adición que mostró mejores resultados fue la de 5% de MN, incluso por encima del concreto patrón en 0.12MPa equivalente a un 5.43% para un diseño $f'c$ 280kg/cm².

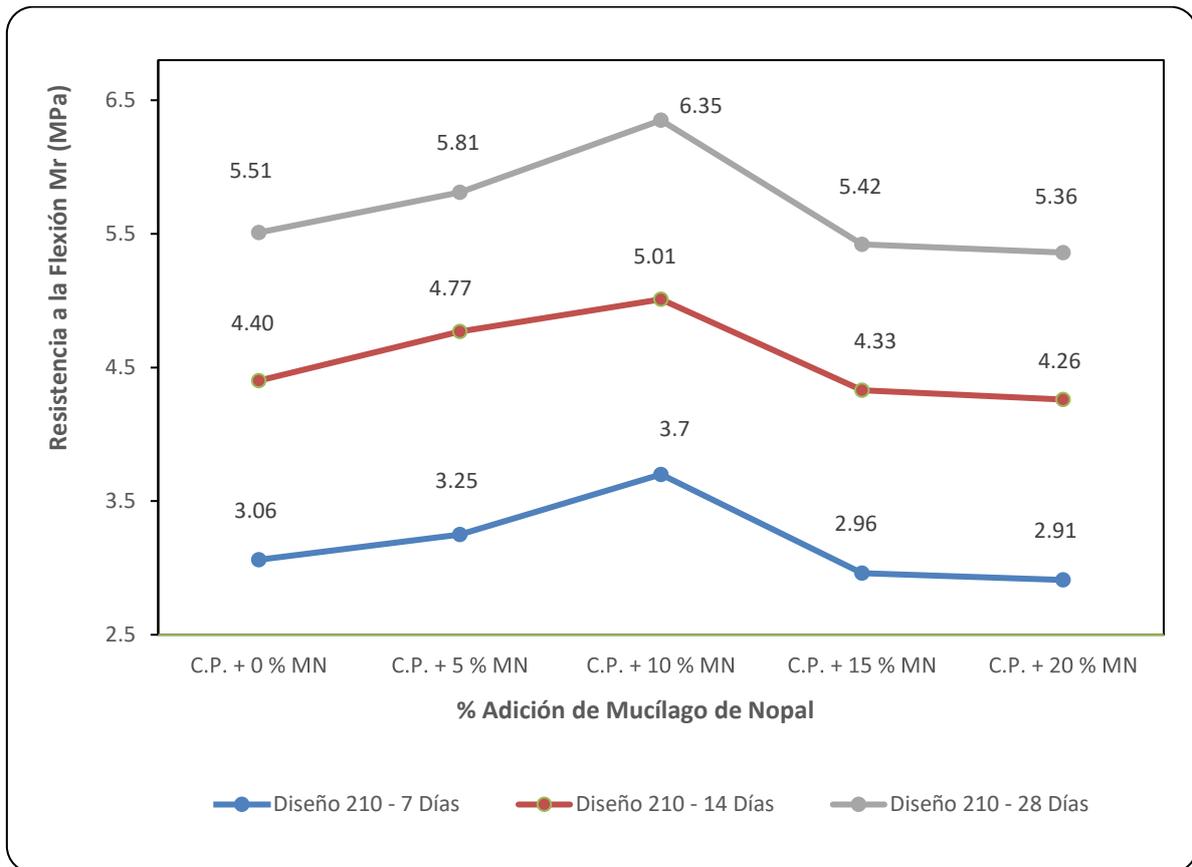
c) Resistencia a la Flexión

c.1) Resistencia a la flexión - $f'c$ 210 kg/cm²

Asimismo, el Anexo 13 y el Anexo 14 presentan resultados detallados del ensayo y la flexión de vigas dónde se obtiene el esfuerzo de flexión del concreto. La figura 22 muestra los datos específicos del ensayo.

Figura 22

Resistencia a la flexión del concreto a los 7, 14 y 28 días con $f'c$ 210 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

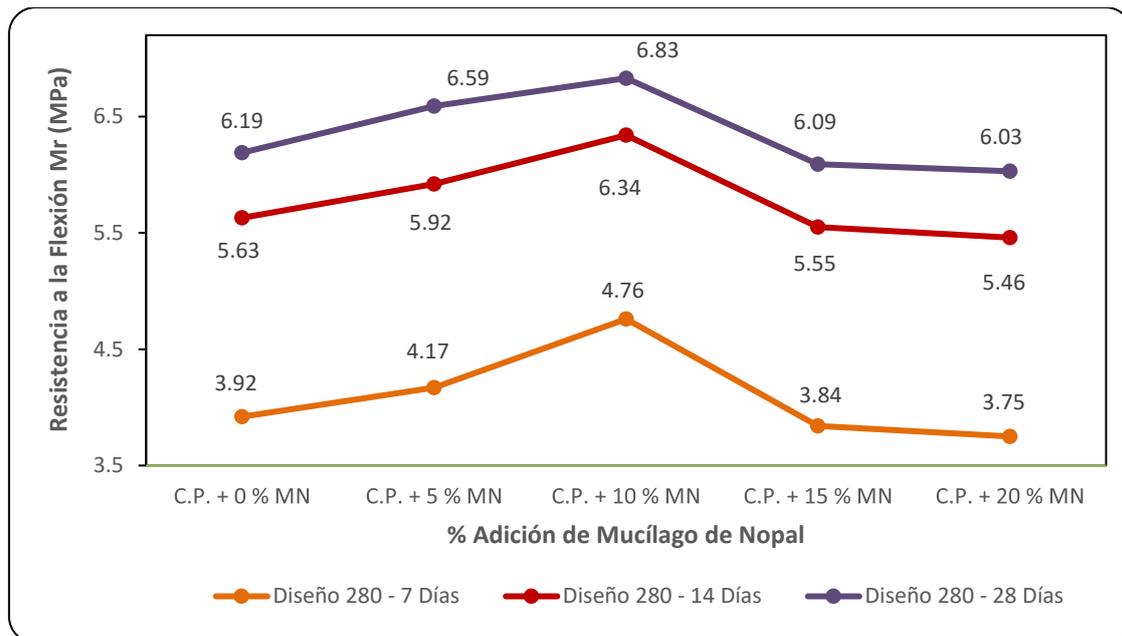
La figura 22 se puede interpretar que cuando el concreto lleva 28 Días de curado, la adición que mostró mejores resultados fue la de 10% de MN, incluso por encima del concreto patrón en 0.84 MPa equivalente a un 15.24% para un diseño $f'c$ 210kg/cm².

c.2) Resistencia a la flexión - $f'c$ 280 kg/cm².

Los resultados detallados sobre el ensayo en la flexión de vigas se pueden observar en los Anexos 13 y el Anexo 14. Asimismo, los resultados finales en relación a la flexión del concreto se muestran en la figura 23.

Figura 23

Resistencia a la flexión del concreto a los 7, 14 y 28 días con $f'c$ 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

La figura 23 se puede interpretar que cuando el concreto lleva 28 Días de curado, la adición que mostró mejores resultados fue la de 10% de MN, incluso por encima del concreto patrón en 0.64 MPa equivalente a un 10.34% para un diseño $f'c$ 280kg/cm².

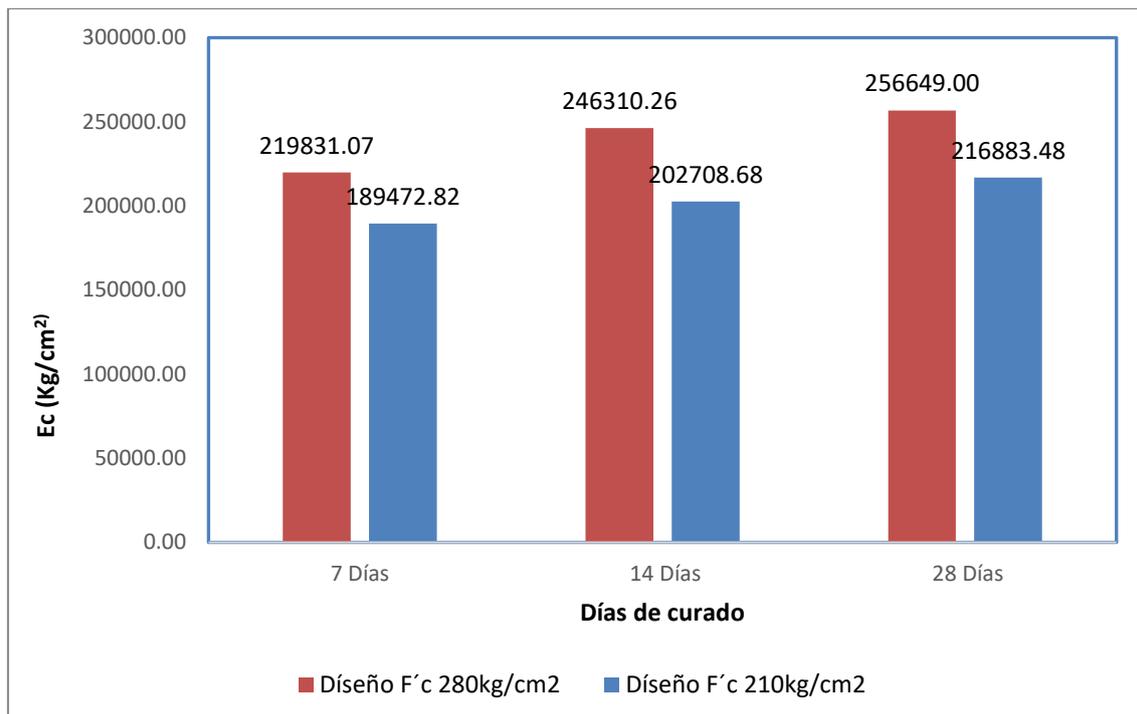
d) Módulo de Elasticidad

d.1) Elasticidad estática - $f'c$ 210 y 280 kg/cm².

A las muestras seleccionadas se le realizó el ensayo de elasticidad establecido según la ASTM C494. Asimismo, la figura 24 presenta los resultados del ensayo. Los resultados detallados pueden encontrarse en el Anexo 15.

Figura 24

Elasticidad estática del concreto a los 7, 14 y 28 días con $f'c$ 210 y 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

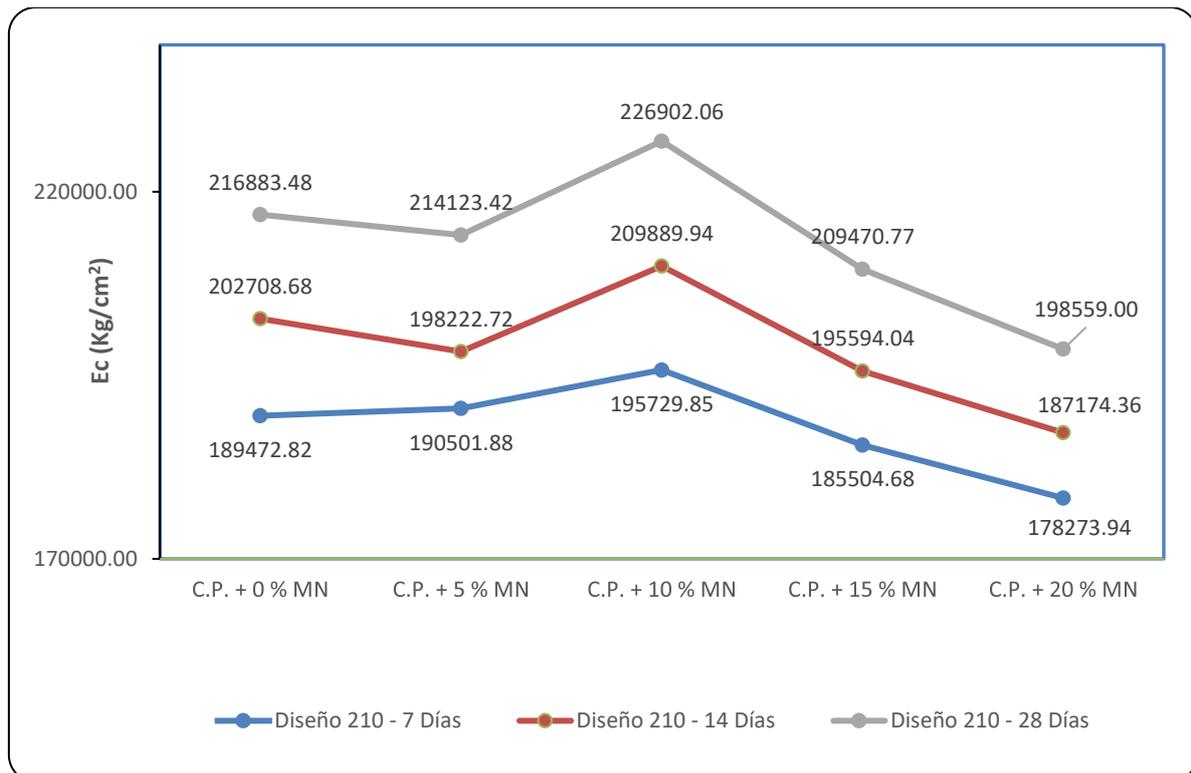
La interpretación de la figura 24 indica que el concreto curado a 28 días, evidencia que para un diseño C210 presentó E_c real de 216883.48 kg/cm², mostrando una reducción en relación al E_c teórico (217370.65 kg/cm²) en 487.17 kg/cm² equivalente a 0.22%. Además, el diseño C280 mostró un E_c real de 256649.00 kg/cm², lo que trae consigo un aumento en relación al E_c Teórico (250998.01 kg/cm²) en 5651 kg/cm² equivalente a un 2.25%.

d.2) Elasticidad estática según % de mucílago - $f'c$ 210 kg/cm².

A los diferentes especímenes se les aplicó el ensayo del módulo elástico establecido según la ASTM C494. La figura 25 se presenta los resultados. Además, se pueden observar resultados más detallados en los Anexo 15 y 16.

Figura 25

Elasticidad estática del concreto a los 7,14 y 28 días con $f'c$ 210 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

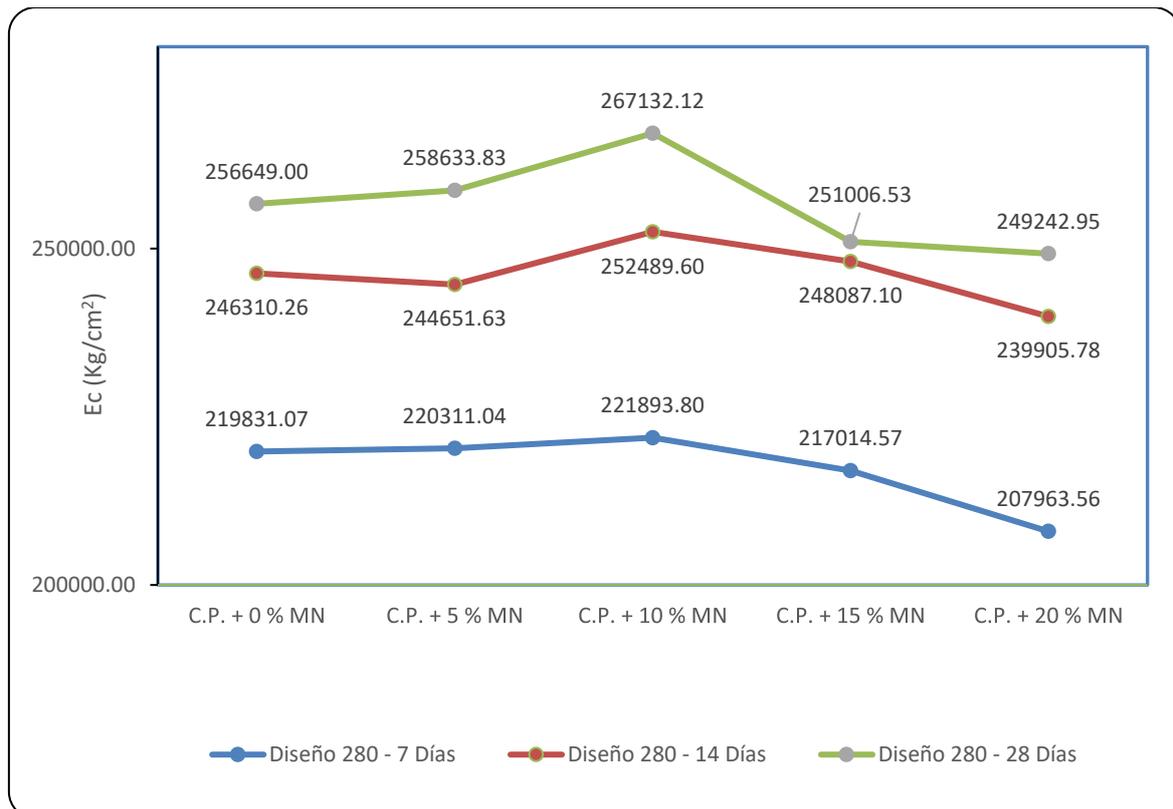
La interpretación de este gráfico en el concreto curado a 28 Días, explica que al 10% de adición se obtiene un incremento en relación a las muestras patrón en 10018.58 kg/cm² que equivale un 4.62%.

d.3) Elasticidad estática según % de mucílago - $f'c$ 280 kg/cm².

A los diferentes especímenes se les aplicó el ensayo del módulo elástico establecido según la ASTM C494. La figura 26 se presenta los resultados. Además, se pueden observar resultados más detallados en los Anexo 15 y 16.

Figura 26

Elasticidad estática del concreto a los 7,14 y 28 días con $f'c$ 280 kg/cm²



Nota: La elaboración se llevó a cabo utilizando la información recolectada en el laboratorio.

La interpretación de este gráfico en el concreto curado a 28 Días, explica que al 10% de adición se obtiene un incremento en relación a las muestras patrón en 10483.12 kg/cm² que equivale un 4.08%.

3.2. Discusión

Después de realizar una investigación en las diferentes canteras seleccionadas de Lambayeque, se determina que el material fino de la cantera "Pátapo- La Victoria" y el material grueso de la cantera "Pacherres" Ambos se consideran adecuados para su uso, ya que ambos se encuentran dentro de los límites permitidos según lo establecido por la NTP 400.012 (2013), mostrando que las canteras seleccionadas son las correctas, decidió usar las mismas canteras para su investigación para ambos agregados [69].

Se llevó a cabo el ensayo de las diversas mezclas de concreto con el objetivo de obtener dos niveles de resistencia distintos, las cuales, son C210 y C280. Se determinó que el cálculo idóneo para el diseño C210 sería la siguiente proporción en volumen 1:2.11:2.59 y de agua 32.60lts/pie³ y en el caso del diseño C280 la proporción en volumen es de 1:1.72:2.25 y de agua 27.20lts/pie³, ambos diseños siguieron los lineamientos propuestos por el comité [70].

Luego de realizarse el diseño para el concreto convencional, se realizó diseños C210 y C280 adicionándole porcentajes de mucílago de nopal MN (5%, 10%, 15% y 20%) en relación al peso del agua, se determinó el diseño C210 adicionando MN y para un C280 con las dosis de MN específicas siguiendo las pautas propuestas.

Se realizaron diferentes ensayos para los concretos en **estado fresco** para los diseños C210 y C280 con diferentes adiciones de 5%, 10%, 15% y 20% de MN.

a) El asentamiento: Según lo referido por Aquilina et al. [26], se sabe que al adicionar MN se produce una disminución en el flujo y mayor consistencia de la mezcla conforme el porcentaje de adición era mayor, esto se da porque el mucílago tiene características de alta retención de agua. Esta condición también se vio reflejada en esta investigación, mostrando que la trabajabilidad se va reduciendo cuando los porcentajes de adición van aumentando.

b) Temperatura: Según Reglamento Nacional de Edificaciones [59] la temperatura del concreto no debe pasar de 32°C. La investigación determina que la adición de MN no afecta en la temperatura de la mezcla, ya que se obtuvieron valores aleatorios en todas las adiciones en un rango de 30.7°C (valor más bajo) para C210 y 31.5°C (valor más alto) para C280 + 5%MN, cumpliendo lo mencionado por el RNE.

c) Peso unitario: Para Inga [28] adicionar MN en el concreto genera una tendencia, en la cual, mientras aumenta la adición de MN en la mezcla, la densidad se reduce en relación a las mezclas patrón. Para esta investigación los resultados de igual forma determinan que el peso unitario del concreto con adición de MN disminuye a medida que se van aumentando la dosis de mucílago.

d) Contenido de aire: Para American Concrete Institute 211.1 [49], el contenido de aire reglamentado para un agregado grueso de TMN 3/4" debe ser inferior a 2.00%, los datos obtenidos en este ensayo no obedecen al reglamento, pues en ambas resistencias superaron el valor establecido manteniéndose en un margen de 2.1% a 3.6%.

Los ensayos en **estado endurecido** para concretos en patrón de C210 y C280 y con adiciones de 5%, 10%, 15% y 20% de mucílago de nopal.

a) Resistencia la comprensión: Se observa que, para ambos diseños de resistencia, solo el porcentaje de reemplazo del 10% de mucílago de nopal por agua en la mezcla aumenta significativamente los valores de f'_c con respecto a los diseños de control, obteniendo un valor de 222.81 kg/cm² para C.P. 210 + 10% MN y 301.04 kg/cm² para C.P. 280 + 10% MN, lo que representa aumentos del 4.84 y 4.89%, respectivamente. Estos resultados positivos son similares a los obtenidos a los 30 días con un reemplazo del 15% con mucílago de nopal exudado y mucílago cocido, sin embargo, en las pruebas de resistencia a los 400 días de curado, los mejores resultados para el mucílago de nopal exudado (similar al utilizado en esta investigación) fueron para un reemplazo de agua del 8% [71]. En las edades tempranas de ruptura, no se encontraron mejoras significativas para ambas clases de resistencia, e incluso se observaron disminuciones en los valores cuando el contenido de MN superó el 15%, un caso similar ocurre en los resultados de compresión de 7 días obtenidos por Shanmugavel et al. [23] donde la resistencia disminuye progresivamente con el aumento del contenido de mucílago de nopal, lo que se puede atribuir a un retraso en el endurecimiento del cemento causado por cambios en la retención de humedad causados por los polisacáridos del mucílago de nopal, Durán-Herrera et al. [20] también encontraron reducciones, entre el 2 y el 9%, en la

resistencia a la compresión con respecto al diseño de control, con un reemplazo total de agua en la mezcla.

En contraste con el presente estudio, Gallegos-Villela et al. [72] reemplazaron toda el agua con MN, logrando una resistencia similar a la del diseño de control; sin embargo, con la inclusión de ixtle, lograron mejorar hasta un 96.5% con respecto al estándar. Los resultados favorables de la inclusión de MN en el concreto se atribuyen a la capacidad de retención de agua del nopal, lo que resulta en un mayor efecto de hidratación en el proceso de fraguado, reduciendo a/c y causando un aumento en la resistencia [26]. También se ha encontrado en otras investigaciones, donde el proceso de extracción de MN varía según la proporción de agua-nopal y según la temperatura aplicada durante la maceración, que a medida que la proporción de agua-nopal aumentó en la preparación del concreto, su comportamiento frente a la compresión aumentó, pero sin superar la resistencia de control de 250 kg/cm² [19]; la proporción de agua-nopal de 1:1, que también se utiliza en el presente estudio, fue la que obtuvo los valores de resistencia más reducidos. La investigación difiere en si el uso de mucílago aumenta o disminuye la resistencia a la compresión del concreto, Hernández et al [18] en su estudio de la durabilidad del concreto, a una edad de 60 días presenta reducciones del 4 y 2 % para las relaciones a/c 0.3 y 0.6, mientras que a los 120 días presenta aumentos del 9 y 5 % respectivamente, demostrando su superioridad en la ganancia de resistencia con el tiempo con respecto a un concreto estándar.

b) Resistencia a la tracción: Se observa que para ambos diseños (f'c: 210 y 280), los mayores valores de tracción para las probetas ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado se obtienen para el contenido de 5% de MN como sustituto del agua. Los valores máximos obtenidos a los 28 días fueron de 1,90 MPa para el diseño C.P. 210 + 5% MN y de 2,33 MPa para el C.P. 280 + 5% MN, representando ambos incrementos del 7,95% y 5,43%, respectivamente, respecto a los resultados de los diseños estándar. Shanmugavel et al., [23] ensayaron probetas cilíndricas a tracción partida a una edad de 90 días para un hormigón de clase resistente 30 MPa, obteniendo que mientras se incrementa la cantidad de sustitución de MN, la resistencia a tracción partida aumentaba proporcionalmente hasta un valor de 4. 39 MPa para un nivel de sustitución del 10% con MN; a diferencia del presente estudio

que superando el contenido del 5% de MN, los valores de tracción disminuyen hasta el 15% de MN, y vuelven a subir con un contenido del 20% de MN, pero sin superar los resultados de los diseños de control de ambos modelos de hormigón C.P 210 y C.P 280.

c) Resistencia a la flexión: Se observa que, para todas las edades de fractura, las sustituciones del 5 y 10% con MN proporcionan una mejora de la resistencia a flexión en ambas clases resistentes ($f'c$: 210 y 280); a partir del 15% de contenido de MN se presentan ligeras disminuciones en los valores de flexión con respecto al diseño control de las mezclas. Gallego, et al. [16] encontraron una mejora de 30.3% del M_r de un concreto (resistencia mecánica 10 MPa), con una sustitución total de agua con mucílago de nopal; a diferencia de este estudio donde las mejoras fueron de 15.3% y 10.34% para los diseños $f'c$: 210 y 280 kg/cm² respectivamente, ambos obtenidos con 10% de MN. De manera similar al presente estudio, Shanmugavel et al. [23] también encontraron los valores máximos de M_r al 10% de contenido de MN, mostrando también una tendencia progresiva en los valores de M_r hasta ese nivel de sustitución de agua de la mezcla de concreto.

d) Módulo de elasticidad: Se observa que para ambos diseños ($f'c$: 210 y 280) los mayores valores para el módulo elástico para las probetas ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado se obtuvieron con una adición de 10% de Mucílago de Nopal respecto al peso del agua, con valores de 226902.06kg/cm² y 267132.12 kg/cm² para los diseños C210 Y C280 respectivamente. De igual forma Shanmugavel et al., [23] encontraron los valores máximos para módulo de elasticidad a los 90 días de curado cuando adicionaron 10% mucílago de nopal o como ellos lo denominaron "CEX" (nopal extract).

3.3. Aporte de la investigación

El aporte de la presente investigación está relacionado a la obtención de resultados, los cuales, buscan la comprobación de la hipótesis mencionada. Es decir, se busca la influencia de la adición de MN en las diferentes propiedades del concreto, en aspectos físicos y mecánicos. La investigación observa que, en estado fresco, todas las adiciones de MN se mantuvieron en un margen tolerable de asentamiento,

pero este se fue reduciendo mientras se incrementaban las adiciones de MN. También se ve influenciado el contenido de aire, pues, ante una mayor adición de MN, este contenido se incrementa.

Asimismo, se observa que en estado endurecido las propiedades mecánicas se mejoran con la adición de 10%, comprobando que el MN sí muestra resultados positivos en el concreto.

Cabe resaltar que esta investigación es un aporte científico, el cual, busca ayudar y promover las investigaciones de la región de Lambayeque, pues se observa que en la actualidad no existen investigaciones en relación a materiales nuevos.

Análisis Económico

Después de analizar los ensayos a compresión del concreto realizados en esta investigación, podemos concluir que para ambos diseños ensayados C210 Y C280, obtuvimos incrementos de 10.29kg/cm^2 y 14.04kg/cm^2 , por lo tanto, podemos afirmar que el uso de mucílago de nopal en la elaboración de concreto, produce un incremento de aproximadamente 10kg/cm^2 , entonces nos planteamos la siguiente interrogante ¿Qué pasaría si se incorpora el mucílago de nopal en un proyecto donde se requiera de una resistencia específica de 210 o 280kg/cm^2 ? Al ser proyectos donde no se utilizará resistencias de diseño mayores ni menores debido a los cálculos estructurales realizados, podríamos reducir la resistencia requerida en 10kg/cm^2 y compensar con la resistencia que brindará el mucílago de nopal, entonces tendríamos una reducción en la cantidad de cemento a utilizar, produciendo así beneficios económicos y ecológicos, a continuación, se muestra una comparativa de presupuestos dónde se refleja el beneficio económico en una construcción al usar mucílago de Nopal.

Tabla 28

Propuesta 1 a utilizar un diseño de mezcla C210 en una edificación

Descripción	F'c 210kg/cm ²	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Sub Total
Relación A/C	0.710				
Agregado Fino (kg/m ³)	853	m ³	S./ 26	0.522	S/13.5
Agregado grueso (kg/m ³)	860	m ³	S./ 55	0.641	S/35.3
Cemento (kg/m ³)	380	bolsa	S./ 24	8.9	S/213.6
Agua (Lts)	270	m ³	S./ 5	0.270	S/1.35
Total					S/263.8

Nota: Presupuesto por cada m3 de concreto sin utilizar MN

Tabla 29

Propuesta 2 a utilizar un diseño de mezcla f'c= 200 kg/cm² + 10%MN en una edificación

Descripción	Fc 200 kg/cm ² + 10% MN	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Sub Total
Relación A/C	0.735				
Agregado Fino (kg/m ³)	865	m ³	S./ 26	0.534	S/13.7
Agregado grueso (kg/m ³)	861	m ³	S./ 55	0.642	S/35.3
Cemento (kg/m ³)	368	bolsa	S./ 24	8.65	S/207.6
Agua (Lts)	270	m ³	S./ 5	0.270	S/1.35
Total					S/257.9

Nota: Presupuesto por cada m3 de concreto utilizando 10% de MN

Analizados los presupuestos para ambos diseños, podemos observar que al utilizar el concreto con resistencia 200kg/cm² + 10%MN se reduce el uso de cemento en 12kg, generando una reducción en el presupuesto por cada m³ de concreto, entonces podemos concluir que, si en una edificación se requiere un concreto con resistencia 210, se podría reducir la resistencia requerida a 200kg/cm² y compensar con la resistencia que brindará la adición de 10% de MN y gozar de los beneficios económicos sin afectar la parte estructural.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La investigación estableció que el agregado fino de la cantera “La victoria – Pátapo” en la zona de Lambayeque presentaba una fineza de 2.86, mientras que el agregado de la cantera “Pacherres” con un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ". Esas canteras se eligieron para el desarrollo de la investigación.
- Se elaboraron 10 diseños de mezclas siguiendo los lineamientos propuestos por ACI 211.1, dos de ellas para las muestras patrón C210 Y C280 con las siguientes proporciones

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CP

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
•En Peso:	1	: 2.24	: 2.26	: 30.2 por pie ³ de concreto.
•En Volumen:	1	: 2.11	: 2.56	: 20.2 por pie ³ de concreto.

Para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CP

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
•En Peso:	1	: 1.83	: 1.97	: 25.2 por pie ³ de concreto.
•En Volumen:	1	: 1.73	: 2.22	: 25.2 por pie ³ de concreto.

- Los otros ocho diseños de mezcla con las adiciones de MN respecto al peso del agua en 5%, 10%, 15% y 20% para los diseños C210 Y C280

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 5% de mucílago de nopal

Cemento Arena Piedra MN Agua

•En Peso: 1 : 2.24 : 2.30 : 1.65 31.29 por pie³ de concreto.

•En Volumen: 1 : 2.10 : 2.60 : 1.65 31.29 por pie³ de concreto.

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 10% de mucílago de nopal

Cemento Arena Piedra MN Agua

•En Peso: 1 : 2.24 : 2.30 : 3.29 29.64 por pie³ de concreto.

•En Volumen: 1 : 2.10 : 2.60 : 3.29 29.64 por pie³ de concreto.

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 15% de mucílago de nopal

Cemento Arena Piedra MN Agua

•En Peso: 1 : 2.24 : 2.30 : 4.94 28.00 por pie³ de concreto.

•En Volumen: 1 : 2.10 : 2.60 : 4.94 28.00 por pie³ de concreto.

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 20% de mucílago de nopal

Cemento Arena Piedra MN Agua

•En Peso: 1 : 2.24 : 2.30 : 6.59 26.35 por pie³ de concreto.

•En Volumen: 1 : 2.10 : 2.60 : 6.59 26.35 por pie³ de concreto.

Para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 5% de mucílago de nopal

	Cemento	Arena	Piedra	MN	Agua	
•En Peso:	1	: 1.83	: 1.99	: 1.36	25.84	por pie ³ de concreto.
•En Volumen:	1	: 1.72	: 2.25	: 1.36	25.84	por pie ³ de concreto.

Para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 10% de mucílago de nopal

	Cemento	Arena	Piedra	MN	Agua	
•En Peso:	1	: 1.83	: 1.99	: 2.72	24.48	por pie ³ de concreto.
•En Volumen:	1	: 1.72	: 2.25	: 2.72	24.48	por pie ³ de concreto.

Para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 15% de mucílago de nopal

	Cemento	Arena	Piedra	MN	Agua	
•En Peso:	1	: 1.83	: 1.99	: 4.08	23.12	por pie ³ de concreto.
•En Volumen:	1	: 1.72	: 2.25	: 4.08	23.12	por pie ³ de concreto.

Para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CP + 20% de mucílago de nopal

	Cemento	Arena	Piedra	MN	Agua	
•En Peso:	1	: 1.83	: 1.99	: 5.44	21.76	por pie ³ de concreto.
•En Volumen:	1	: 1.72	: 2.25	: 5.44	21.76	por pie ³ de concreto.

- Los ensayos en **estado fresco** del concreto analizando el contenido de aire, peso unitario, temperatura y consistencia, permitieron concluir:
 - Cuando se adiciona MN, se influye de forma directa en la trabajabilidad del concreto, es decir, a mayor dosis se disminuye el asentamiento de forma gradual.
 - La investigación determina que la adición de MN no afecta en la temperatura de la mezcla, ya que se obtuvieron valores aleatorios en todas las adiciones en un rango de 30.7°C (valor más bajo) y 31.5°C (valor más alto).

- Las adiciones de MN mostraron un incremento en el contenido de aire, los porcentajes aumentaban mientras se incrementaban las adiciones de MN, con los valores más altos en ambos diseños con la adición de 20% de MN.
 - Las adiciones de MN produjeron una reducción gradual en peso unitario en ambos diseños, mientras las adiciones aumentan, los valores de peso unitario se reducían, con los valores más bajos en ambos diseños con la adición de 20% de MN.
- Las pruebas en concreto **endurecido** de módulo de elasticidad, flexión, tracción y compresión axial, permite concluir que:
- A los 28 días, con 10% de mucílago de nopal, la resistencia a la Compresión se incrementó en 4,84% (222.81 kg/cm²) y 4.89% (301.04 kg/cm²) en relación a los concretos patrones C210 y C280 respectivamente.
 - A los 28 días, con 5% de mucílago de nopal, la resistencia a la Tracción se incrementó en 7.95% (1.90 MPa) y 5.43% (2.33 MPa) en relación a los concretos patrones C210 y C280 respectivamente.
 - A los 28 días, la resistencia a la Flexión mostró incrementos con las adiciones de 5% y 10% de MN, con valores más altos cuando la adición fue de 5%, mostrando incrementos de 15.3% (6.35 MPa) y 10.34% (6.83 MPa) en relación a los concretos patrones C210 y C280 respectivamente.
 - Respecto al módulo de elasticidad, con 10% de MN, a los 28 días, se lograron valores superiores a los concretos patrones C210 y C280 en 4.62% (226902.06 kg/cm²) y 4.08% (267132.12 kg/cm²), respectivamente.

4.2. Recomendaciones

- Para garantizar la precisión de los ensayos, es fundamental que los agregados de concreto reciclado estén libres de impurezas que puedan alterar los resultados.
- Es importante al momento de ejecutar el diseño de mezcla, tener un manejo adecuado al momento de agregar el agua, ya que tiene un gran impacto en la consistencia que se busca obtener.
- Es importante analizar las diferentes proporciones de Mucílago de Nopal en concretos reforzados, con el objetivo de evaluar su comportamiento y determinar la viabilidad de su uso en dichas aplicaciones.
- Se recomienda aumentar el uso de fibras naturales en la elaboración de concreto, para así tener diversas opciones y poder utilizar la que se requiera cuando se necesite aumentar o reducir su trabajabilidad.
- Se recomienda expandir la investigación para incluir otras plantas derivadas de los cactus en la producción de concreto, con el objetivo de continuar desarrollando nuevos métodos para obtener concretos de alta calidad, mejorando su comportamiento mecánico sin comprometer el medio ambiente

REFERENCIAS

- [1] J. Pastrana, Y. Silva, J. Adrada and S. Delvasto, "Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto," *Revista Informador Técnico*, vol. 83, no. 2, pp. 174-190, 2019.
- [2] I. Vera, "Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)," Lima, 2018.
- [3] A. Riquett, «Concretos de alto desempeño: Métodos de diseño y su implementación,» Barranquilla, 2018.
- [4] A. M. M. Danich, M. Salim, R. Fediuk, M. Rashid y R. Waqas, «Reusing marble and granite dust as cement replacement in cementitious composites: A review on sustainability benefits and critical challenges,» *Journal of Building Engineering*, vol. 44, 2021.
- [5] P. Martínez, «El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana,» Santa Marta, 2020.
- [6] R. Ruiz and M. Vasallo, "Estudios de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con Cemento ICo, MG y UG, Trujillo 2018," Trujillo, 2018.
- [7] J. Duran, "Estudio de las propiedades del concreto FC=210 KG/CM2 aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con el cemento Portland Tipo IP," Arequipa, 2018.
- [8] L. Guillén y I. LLerena, «Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto,» Lima, 2020.
- [9] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma técnica de edificación E.060 Concreto Armado,» Lima, 2009.
- [10] L. Pacheco, «Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido,» Moquegua, 2017.

- [11] T. Zegarra y J. Rios, «Diseño de concreto usando escoria de acero para el blindaje de las construcciones de ambientes hospitalarios que requieran la atenuación de rayos X en Lima,» Lima, 2020.
- [12] D. Nereida, M. Osorio y N. Villacis, «Extracción, propiedades y beneficios de los mucílago,» *Revista Dominio de las Ciencias*, pp. 503-524, 2020.
- [13] V. Ticona, «Determinación de tiempo y temperatura en la obtención de micilago de Chía,» Puno, 2017.
- [14] S. Rivera, «Propuesta de aplicación del mucílago de cacao para la elaboración de bebidas y postres mediante técnicas de vanguardia,» Cuenca, 2019.
- [15] T. Santos, R. Gomes and P. Faria, "Assessment of natural aging and ecological surface treatments in earth renders," *Conservar Patrimonio*, pp. 31-44, 2021.
- [16] R. Gallego, F. Larrea, C. Goyes, J. Pérez, E. Suarez and A. Palacios, "Effect of natural additives on concrete mechanical properties," *Cogent Engineering*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [17] A. Torres y A. Díaz, «Concrete durability enhancement from nopal (opuntia ficus-indica) additions,» *Revista Construction and Building Materials*, vol. 243, mayo 2020.
- [18] E. F. Hernández, P. F. d. J. Cano-Barrita and A. A. Torres-Acosta, "Influence of cactus mucilage and marine brown algae extract on the compressive strength and durability of concrete," *Materiales de Construcción*, vol. 66, no. 321, pp. 1-14, january 2016.
- [19] Y. Díaz-Blanco, C. Menchaca-Campos, C. I. Rocabruno-Valdés and J. Uruchurtu-Chavarín, "Natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing steel," *Revista ALCONPAT*, vol. 9, no. 3, pp. 260-276, August 2019.
- [20] A. Durán-Herrera, R. De Leon, C. A. Juárez and P. Valdez, "Opuntia ficus indica mucilage (OFIM) as internal curing enhancer in self consolidating concrete," *Revista Română de Materiale*, vol. 47, no. 4, pp. 532-540, January 2017.
- [21] C. E. Azizi, H. Hammi, M. A. Chaouch, H. Majdoub and A. Mnif, "Use of Tunisian Opuntia ficus-indica Cladodes as a Low Cost Renewable Admixture in Cement Mortar

Preparations," *Chemistry Africa*, vol. 2, no. 321, pp. 135-142, January 2019.

- [22] Y. Díaz, «Efecto del PET reciclado y del mucílago de nopal en las propiedades electroquímicas y mecánicas del concreto,» Cuernavaca, 2020.
- [23] D. Shanmugavel, T. Selvaraj, R. Ramadoss and S. Raneri, "Interaction of a viscous biopolymer from cactus extract with cement paste to produce sustainable concrete," *Revista Construction and Building Materials*, vol. 257, octubre 2020.
- [24] Á. Silva, C. Vásquez y G. Uría, «Determinación del uso del mucilago de nopal en la construcción de la época colonial (caso Convento de San Diego),» *Revista Project, Design and Management*, vol. 2, nº 2, pp. 1-24, 2020.
- [25] M. Azima and Z. Bundur, "Influence of *Sporasarcina pasteurii* cells on rheological properties of cement paste," *Revista Construction and Building Materials*, vol. 225, pp. 1086-1097, 2019.
- [26] A. Aquilina, R. Borg, J. Buhagiar and ., "The application of Natural Organic Additives in Concrete: *Opuntia ficus-indica*," *Revista Materials Science and Engineering*, vol. 442, abril 2018.
- [27] R. Amaran y R. Ravi, «Effect of cactus on the Rheological properties of cement International,» *Journal of Chemical Sciences*, vol. 14, pp. 203-210, 2016.
- [28] T. Inga, «Influencia de la adición de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-índica*) en las propiedades mecánicas del concreto permeable,» Lima, 2019.
- [29] R. Oloya y G. Ponce, «Influencia del uso del mucilago de cactus *Echinopsis Pachanoi* como aditivo natural para evaluar la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la ciudad de Trujillo,» Trujillo , 2019.
- [30] J. Peña, «Resistencia a la Compresión de Mortero con Cemento Sustituido al 7% y 10% por Mucilago de Aloe Vera (*Sábila*),» Chimbote, 2018.
- [31] N. Rojas, «Aditivos de origen natural para el concreto y su efecto en la resistencia a la compresión para edificaciones urbanas. Una revisión sistemática entre los años 2009 –

2019,» Trujillo, 2019.

- [32] C. Bulnes, «Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal,» Chimbote, 2018.
- [33] M. Huerta, «Uso del extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto,» Lima, 2020.
- [34] R. Ruiz y K. Vigo, «Adición de mucilago de nopal en la resistencia a la compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2020,» Trujillo, 2020.
- [35] C. Bañez y E. Veramendi, «Influencia en el ensayo a compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionando mucílago de penca de tuna y superplastificante Sika, Huaraz-Ancash-2021,» Lima, 2021.
- [36] A. Vera y M. Mazamba, « Efeito da relação polpa - mucilagem do melão amargo (momordica charantia) na concentração final de um leite fermentado,» *Escola agrícola politécnica superior de Manabí Manuel Félix López*, 2019.
- [37] E. Gonzales, «Efecto de la composición química de mucilagos en remoción de metales pesados de aguas contaminadas,» Yautepec, 2019.
- [38] D. Villa, M. Osorio y N. Villacis, «Extracción, propiedades y beneficios de los mucílago,» *Dominio de la Ciencia*, pp. 503-524, 2020.
- [39] E. Calapaqui y S. Sasig, «Efecto del mucilago de las semillas de lino con estabilizantes en función a la coctetración de nectar de manzana,» LAtacunga, 2020.
- [40] J. Huanca, «Evaluar los parámetros durante el tratamiento térmico para obtención de mucílago de la penca de tuna (opuntia ficus-indica),» Puno, 2017.
- [41] P. Herrera y H. Vargas, « Optimización de mezclas de concreto mediante la aplicación del método Walker y la introducción de un aditivo experimental,» Bogotá, 2018.
- [42] K. Masías, «Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso,» Piura, 2018.
- [43] Toxoment, Guía de especificación de concreto masivo, Barranquilla: EUCO, 2020.

- [44] L. Moreno, M. Ospina and K. Rodríguez, "Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida," *Revista Espacios*, vol. 40, no. 4, 2018.
- [45] R. Pacheco, «Propiedades físico-mecánicas del concreto celular con poliestireno expandido y su aplicación en la industria de la construcción,» Lima, 2018.
- [46] J. Valencia, A. González y o. Arbaláez, «Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas,» *Lámpsakos*, pp. 16-26, 2019.
- [47] Norma Técnica Peruana 339.047, Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados, Lima: INDECOPI, 2006.
- [48] ASTM C1602, Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete, West Conshohocken: ASTM International, 2006.
- [49] American Concrete Institute 211.1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, United States: American Concrete Institute, 1991.
- [50] N. Vega, «Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concretos 210, 280 y 350 Kg/cm², Lima – 2018,» Lima, 2019.
- [51] ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, West Conshohocken, PA: ASTM International., 2001.
- [52] ASTM C125, Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates, West Conshohocken: ASTM Internacional, 2013.
- [53] Norma Técnica Peruana 400.037, AGREGADOS. Agregados para concreto.requisitos (4ta ed.), Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2018.
- [54] L. Zoungjin, *Advanced Concrete Technology*, New Jersey: Jhon Wiley & Songs, Inc, 2011.

- [55] I. Kett, Engineered Concrete Mix Design and Test Method (2da ed.), London: Taylor & Francias Group, 2010.
- [56] Norma técnica Peruana NTP 400.018, AGREGADOS.Método de ensayo, material más fino que pasan por el tamiz n°200 por lavado de agredos, 2002.
- [57] ASTM C143, Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete, West Conshohocken: ASTM International, 2012.
- [58] F. Abanto, Tecnología del Concreto, Lima: San Marcos E.I.R.L., 2009.
- [59] Reglamento Nacional de Edificaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Concreto Armado E060, Lima-Perú: Ministerio de Construcción y , 2017.
- [60] A. Velarde, Evaluación del polvo de aluminio fundido sobre el asentamiento, compresión, densidad, absorción en un concreto ligero, Trujillo-2017, Trujillo: Escuela de Ingeniería Civil- Universidad Privada del Norte-Tesis Pregrado, 2017.
- [61] ASTM C231, Standard Test Method for Air Content of Concrete Freshly mixed by the Pressure method, West Conshohocken: ASTM International, 2014.
- [62] M. Bustamante, «Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C 313,» 2018.
- [63] Norma Técnica Peruana 339.079, Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo, Lima: INDECOPI, 2012.
- [64] Norma Técnica Peruana 339.084, Ensayo a la tracción por compresión diametral en probetas cilíndricas, Lima: INDECOPI, 2012.
- [65] S. Carrasco, Metodología de la investigación, Lima: Editorial San Marcos, 2017.
- [66] ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates, West Conshohocken: ASTM Internacional, 2018.
- [67] Norma Técnica Peruana 400.019, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados, Lima: INDECOPI, 2014.

- [68] ASTM C1064, Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete, West Conshohocken: ASTM International, 2017.
- [69] J. m. García, «Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario, Lambayeque, 2020,» Facultad de Ingeniería-Universidad Señor de Sipán, Lambayeque-Chiclayo, 2020.
- [70] ACI 211.91, Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight, and mass concrete, California: ACI Committee 211, 1991.
- [71] A. A. Torres-Acosta and L. A. Díaz-Cruz, "Concrete durability enhancement from nopal (*Opuntia ficus-indica*) additions," *Construction and Building Materials*, vol. 243, no. 118170, pp. 1-9, May 2020.
- [72] R. R. Gallegos-Villela, F. D. Larrea-Zambrano, C. E. Goyes-Lopez, J. F. Perez-Sanchez and E. J. Suarez-Dominguez, "Effect of natural additives on concrete mechanical properties," *Cogent Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 1-8, January 2021.
- [73] L. Mena y W. Copete, «Evaluación de las propiedades mecánicas y simulación térmica de concreto tradicional y modificado con fibra de coco,» Medellín, 2020.
- [74] R. Matallan, El concreto y Nuevas Tecnologías, México: Corona, 2018.
- [75] Norma Técnica Peruana 339.034, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, Lima: INDECOPI, 2008.
- [76] Norma Técnica Peruana 400.012, Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global, Lima: INDECOPI, 2018.

ANEXOS

ANEXO 1: Informe de ensayo de Laboratorio Análisis
granulométrico de los agregados fino y grueso



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceiri@gmail.com

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO

Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".

Ubicación : Pimentel-Chiclayo-Lambayeque

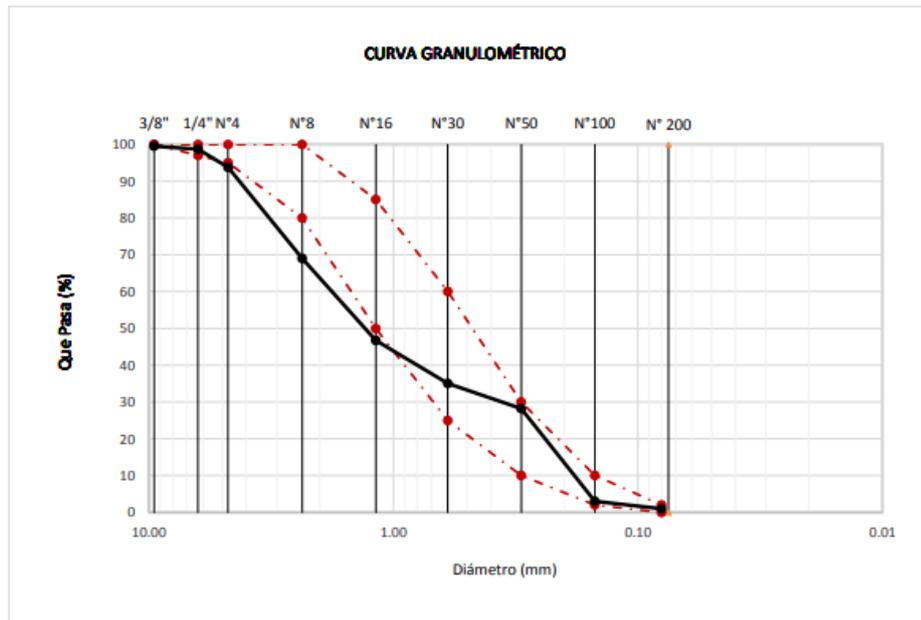
Fecha de Ensayo : 5 de Mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra **Arena Gruesa** **Cantera** **Castro I - San Nicolás**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"	
Pulg.	(mm.)					
3/8"	9.520	0.50	0.50	99.50		100
1/4"	6.300	0.75	1.25	98.75	97	- 100
Nº 4	4.750	5.00	6.25	93.75	95	- 100
Nº 8	2.360	24.75	31.00	69.00	80	- 100
Nº 16	1.180	22.25	53.25	46.75	50	- 85
Nº 30	0.600	11.75	65.00	35.00	25	- 60
Nº 50	0.300	6.75	71.75	28.25	10	- 30
Nº 100	0.150	25.25	97.00	3.00	2	- 10
Nº 200	0.080	2.00	99.00	1.00	2	- 0
MÓDULO DE FINEZA					3.26	



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

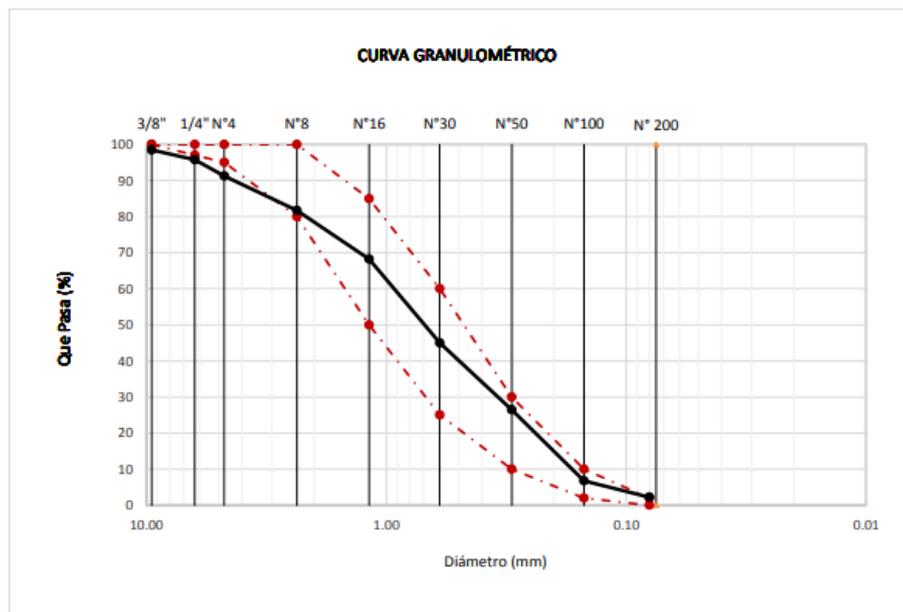
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de Ensayo : 5 de Mayo del 2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

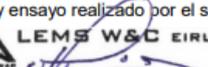
Muestra: Arena Gruesa

 Cantera: **La victoria - Pátapo**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	1.50	1.50	98.50	100
1/4"	6.300	2.75	4.25	95.75	97 - 100
Nº 4	4.750	4.50	8.75	91.25	95 - 100
Nº 8	2.360	9.50	18.25	81.75	80 - 100
Nº 16	1.180	13.50	31.75	68.25	50 - 85
Nº 30	0.600	23.25	55.00	45.00	25 - 60
Nº 50	0.300	18.50	73.50	26.50	10 - 30
Nº 100	0.150	19.75	93.25	6.75	2 - 10
Nº 200	0.080	4.50	97.75	2.25	2 - 0

MÓDULO DE FINEZA
2.86

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

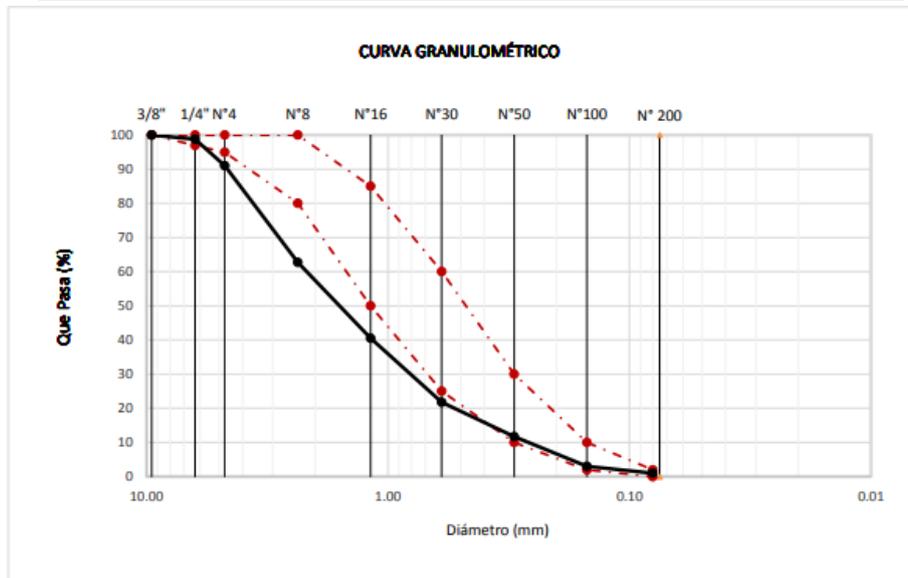



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCLÁGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de Ensayo : 5 de Mayo del 2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra **Arena Gruesa** Cantera: **JOSMAR**

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00	100
1/4"	6.300	1.25	1.25	98.75	97 - 100
Nº 4	4.750	7.75	9.00	91.00	95 - 100
Nº 8	2.360	28.25	37.25	62.75	80 - 100
Nº 16	1.180	22.25	59.50	40.50	50 - 85
Nº 30	0.600	18.75	78.25	21.75	25 - 60
Nº 50	0.300	10.00	88.25	11.75	10 - 30
Nº 100	0.150	8.75	97.00	3.00	2 - 10
Nº 200	0.080	2.00	99.00	1.00	2 - 0
MÓDULO DE FINEZA					3.71



Observaciones:

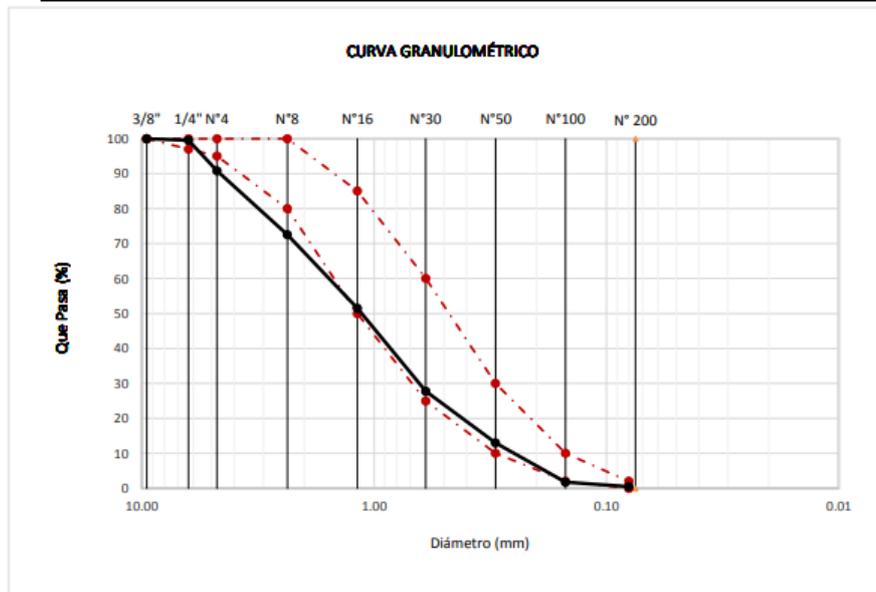
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel-Chidayo-Lambayeque
Fecha de Ensayo : 5 de Mayo del 2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

 Muestra : **Arena Gruesa**

 Cantera : **Pacherres**

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00	100
1/4"	6.300	0.50	0.50	99.50	97 - 100
Nº 4	4.750	8.75	9.25	90.75	95 - 100
Nº 8	2.360	18.25	27.50	72.50	80 - 100
Nº 16	1.180	21.00	48.50	51.50	50 - 85
Nº 30	0.600	23.75	72.25	27.75	25 - 60
Nº 50	0.300	14.75	87.00	13.00	10 - 30
Nº 100	0.150	11.25	98.25	1.75	2 - 10
Nº 200	0.080	1.25	99.50	0.50	2 - 0
MÓDULO DE FINEZA					3.43


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

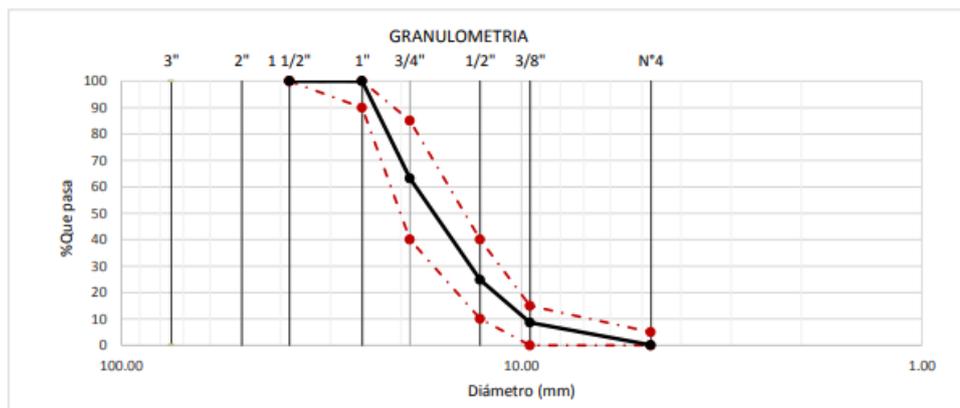
Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de ensayo : 5 de mayor de 2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherres

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	36.8	36.8	63.2	40 - 85
1/2"	12.70	38.4	75.2	24.8	10 - 40
3/8"	9.52	16.2	91.4	8.6	0 - 15
N°4	4.75	8.5	99.9	0.1	0 - 5

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
------------------------------	-------------


OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 2: Informe de ensayo de Laboratorio Peso Unitario y Contenido de Humedad de los Agregados finos y gruesos

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO

Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".

Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

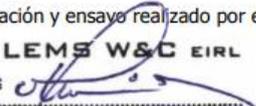
Muestra : **Piedra chancada** Cantera: **Castro I - San Nicolas**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1440.18
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1434.68
Contenido de Humedad	(%)	0.38

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1573.26
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1567.26
Contenido de Humedad	(%)	0.38

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO

Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".

Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

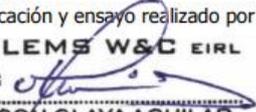
Muestra : **Piedra chancada** Cantera: **JOSMAR**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1452.06
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1448.40
Contenido de Humedad	(%)	0.25

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1568.51
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1564.56
Contenido de Humedad	(%)	0.25

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO

Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".

Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

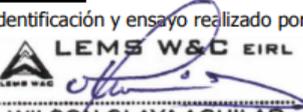
Muestra : **Piedra chancada** Cantera: **Pacherres**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1341.55
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1330.58
Contenido de Humedad	(%)	0.82

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1492.46
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1480.26
Contenido de Humedad	(%)	0.82

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 3: Informe de ensayo de Laboratorio Peso específico y absorción de los Agregados finos y gruesos.

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 8 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

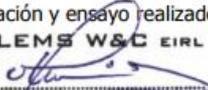
REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : **Arena GRUESA** Cantera : **Castro I - San nicolas**

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.585
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.626

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C EIRL**
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUĆLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

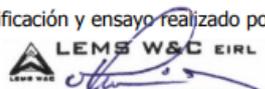
REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: **Piedra chancada** Cantera: **Castro I - San nicolas**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.514
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.136

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 8 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

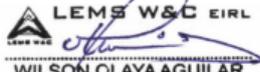
REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : **Arena GRUESA** Canteras : **Pátapo - La victoria**

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.521
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.163

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUĆÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

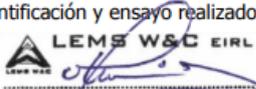
REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: **Piedra chancada** Cantera: **Pátapo - La victoria**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.496
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.714

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de ensayo : 8 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

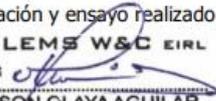
REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : **Arena GRUESA** Cantera : **JOSMAR**

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.542
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.451

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: **Piedra chancada** Cantera: **Josmar**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.291
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.852

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 8 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

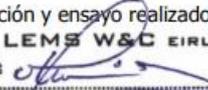
REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : **Arena GRUESA** Cantera : **Pacherres**

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.561
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.102

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque
Fecha de ensayo : 7 de mayo de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra chancada Cantera: Pacherres

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.598
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.311

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 4: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de material que pasa por la malla N°200 agregado fino.

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 14 de mayo del 2022.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

1.-Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz N°200.
--

(%)

5.07

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 14 de mayo del 2022.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Zaña - Castro I san Nicolas

1.-Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz N°200.	(%)	5.80
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 5: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de abrasión de Los Ángeles aplicado a los Agregados gruesos.

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 14 de mayo de 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

Muestra : AGREGADO GRUESO

Cantera : PACHERRES

% de desgaste por abrasión	%	10.20
-----------------------------------	----------	--------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Pimentel - Chiclayo - Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 14 de mayo de 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

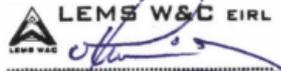
Muestra : AGREGADO GRUESO

Cantera : Zaña - Castro I san Nicolas

% de desgaste por abrasión	%	13.20
-----------------------------------	----------	--------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 6: Informe de ensayo de Laboratorio Diseño de Mezclas – Concreto convencional Patrón 210 y 280 kg/cm²

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : **TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"**
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 16 de mayo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo.
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2.521 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.551 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto 1598.99 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado 1686.25 Kg/m³
 5.- % de absorción 1.163 %
 6.- Contenido de humedad 0.769 %
 7.- Módulo de fineza 2.86

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa 2.598 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.632 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto 1330.58 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado 1480.26 Kg/m³
 5.- % de absorción 1.311 %
 6.- Contenido de humedad 0.824 %
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	4.5	91.3
Nº 08	9.5	81.8
Nº 16	13.5	68.3
Nº 30	23.3	45.0
Nº 50	18.5	26.5
Nº 100	19.8	6.8
Fondo	2.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	36.8	63.3
1/2"	38.4	24.9
3/8"	16.2	8.7
Nº 04	8.5	0.2
Fondo	0.2	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : **TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"**
Fecha de vaciado : 16 de mayo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2363 Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto : 8.9 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.710

Cantidad de materiales por metro cúbico :

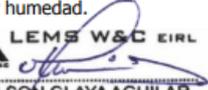
Cemento 380 Kg/m^3 : Tipo I - Pacasmayo.
Agua 270 L : Potable de la zona.
Agregado fino 853 Kg/m^3 : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso 860 Kg/m^3 : Piedra Chancada - Cantera Pacherres - Pacherres

Proporción en peso :
Cemento Arena Piedra Agua
1.0 2.24 2.26 30.2 Lts/pe^3

Proporción en volumen :
1.0 2.11 2.56 30.2 Lts/pe^3

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : **TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"**
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 17 de mayo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUNA.
 2.- Peso específico : 3120 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

- | | | |
|------------------------------------|---------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.521 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.551 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1598.99 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1686.25 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.163 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.769 | % |
| 7.- Módulo de finza | 2.86 | |

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

- | | | |
|------------------------------------|---------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.598 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.632 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1330.58 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1480.26 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.311 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.824 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 1" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 3/4" | Pulg. |

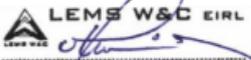
Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	4.5	91.3
Nº 08	9.5	81.8
Nº 16	13.5	68.3
Nº 30	23.3	45.0
Nº 50	18.5	26.5
Nº 100	19.8	6.8
Fondo	2.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	36.8	63.3
1/2"	38.4	24.9
3/8"	16.2	8.7
Nº 04	8.5	0.2
Fondo	0.2	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : **TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"**
Fecha de vaciado : 17 de mayo del 2022.
DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 4/5 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2359.09 Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto : 10.3 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.593

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	437	Kg/m^3	:	Tipo I - QUNA.
Agua	259	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	802	Kg/m^3	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	860	Kg/m^3	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

Cemento	1.0	Arena	1.83	Piedra	1.97	Agua	25.2	Lts/ pie^3
---------	-----	-------	------	--------	------	------	------	---------------------

Proporción en volumen :

Cemento	1.0	Arena	1.73	Piedra	2.22	Agua	25.2	Lts/ pie^3
---------	-----	-------	------	--------	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

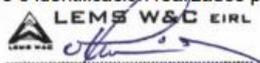
ANEXO 7: Informe de ensayo de Laboratorio de Asentamiento, Temperatura, Contenido de aire y Peso unitario en estado fresco

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Lunes, 16 de mayo del 2022.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	CP-f'c = 210 kg/cm ²	210	16/05/2022	4	10.16
02	C.P 210 + 5% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	4	10.16
03	C.P 210 + 10% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	3 1/2	8.89
04	C.P 210 + 15% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	3 3/8	8.57
05	C.P 210 + 20% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	3 1/4	8.26

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



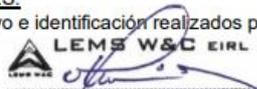

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Martes, 17 de mayo del 2022.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	CP-f'c = 280 kg/cm ²	280	17/05/2022	3 7/8	9.84
02	C.P 280 + 5% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	3 7/8	9.84
03	C.P 280 + 10% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	3 3/4	9.53
04	C.P 280 + 15% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	3 5/8	9.21
05	C.P 280 + 20% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	3 1/2	8.89

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



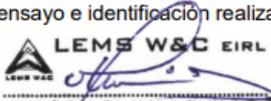

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Lunes, 16 de mayo del 2022.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	CP-f'c = 210 kg/cm ²	210	16/05/2022	30.7
02	C.P 210 + 5% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	31.3
03	C.P 210 + 10% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	31.1
04	C.P 210 + 15% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	31.5
05	C.P 210 + 20% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	31.4

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Martes, 17 de mayo del 2022.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	CP-f'c = 280 kg/cm ²	280	17/05/2022	31.1
02	C.P 280 + 5% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	31.5
03	C.P 280 + 10% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	31.4
04	C.P 280 + 15% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	31.4
05	C.P 280 + 20% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	31.2

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Lunes, 16 de mayo del 2022.

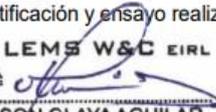
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	CP-f'c = 210 kg/cm ²	210	16/05/2022	2363
02	C.P 210 + 5% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	2362
03	C.P 210 + 10% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	2360
04	C.P 210 + 15% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	2356
05	C.P 210 + 20% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	2352

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



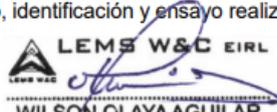
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Martes, 17 de mayo del 2022.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	CP-f'c = 280 kg/cm2	280	17/05/2022	2359
02	C.P 280 + 5% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	2356
03	C.P 280 + 10% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	2354
04	C.P 280 + 15% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	2349
05	C.P 280 + 20% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	2342

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Lunes, 16 de mayo del 2022.
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
 Referencia : NTP 339.080
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
01	CP-f'c = 210 kg/cm ²	210	16/05/2022	2.1
02	C.P 210 + 5% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	2.4
03	C.P 210 + 10% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	2.6
04	C.P 210 + 15% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	3.1
05	C.P 210 + 20% Mucilago de Nopal	210	16/05/2022	3.3

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



LEMS W&C EIRL
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

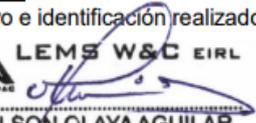
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJOR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de ensayo : Martes, 17 de mayo del 2022.
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
Referencia : NTP 339.080
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
01	CP-f'c = 280 kg/cm ²	280	17/05/2022	1.9
02	C.P 280 + 5% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	2.3
03	C.P 280 + 10% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	2.5
04	C.P 280 + 15% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	3.3
05	C.P 280 + 20% Mucilago de Nopal	280	17/05/2022	3.6

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 8: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Elección de Diseño Prueba de mezclas Patrón

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022.
 Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 210 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	287120	17985	16.0	163
02	Testigo 2 - C.P. 210 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	289530	17920	16.2	165
03	Testigo 3 - C.P. 210 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	285150	17932	15.9	162
04	Testigo 4 - C.P. 210 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	287190	18146	15.8	161
05	Testigo 5 - C.P. 210 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	285950	18158	15.7	161

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F _c (MPa)	F _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 280 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	389270	17908	21.7	222
02	Testigo 2 - C.P. 280 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	381150	18122	21.0	214
03	Testigo 3 - C.P. 280 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	383640	17920	21.4	218
04	Testigo 4 - C.P. 280 - P-1	04/05/2022	11/05/2022	7	387210	18301	21.2	216

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 9: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial – Concreto patrón

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 210	16/05/2022	23/05/2022	7	290350	18279	15.9	162
02	Testigo 2 - C.P. 210	16/05/2022	23/05/2022	7	292530	18170	16.1	164
03	Testigo 3 - C.P. 210	16/05/2022	23/05/2022	7	291630	18341	15.9	162
04	Testigo 4 - C.P. 210	16/05/2022	30/05/2022	14	305250	18143	16.8	172
05	Testigo 5 - C.P. 210	16/05/2022	30/05/2022	14	308330	18200	16.9	173
06	Testigo 6 - C.P. 210	16/05/2022	30/05/2022	14	316740	18474	17.1	175
07	Testigo 7 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	377250	18158	20.8	212
08	Testigo 8 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	379530	18086	21.0	214
09	Testigo 9 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	375850	18086	20.8	212
10	Testigo 10 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	374140	17967	20.8	212

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 280	17/05/2022	24/05/2022	7	396470	18405	21.5	220
02	Testigo 2 - C.P. 280	17/05/2022	24/05/2022	7	383260	18279	21.0	214
03	Testigo 3 - C.P. 280	17/05/2022	24/05/2022	7	387360	18440	21.0	214
04	Testigo 4 - C.P. 280	17/05/2022	31/05/2022	14	482460	18265	26.4	269
05	Testigo 5 - C.P. 280	17/05/2022	31/05/2022	14	488470	18329	26.7	272
06	Testigo 6 - C.P. 280	17/05/2022	31/05/2022	14	491270	18987	25.9	264
07	Testigo 7 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	510270	18098	28.2	288
08	Testigo 8 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	505840	18218	27.8	283
09	Testigo 9 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	515380	18337	28.1	287
10	Testigo 10 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	518470	18182	28.5	291

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 10: Informe de ensayo de Laboratorio de Ensayos de Resistencia a la Compresión Axial adicionando mucílago de Nopal.

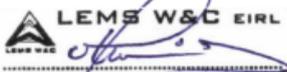
Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	291250	18231	16.0	163
02	Testigo 2 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	294240	18495	15.9	162
03	Testigo 3 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	293240	18186	16.1	164
04	Testigo 4 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	310630	18402	16.9	172
05	Testigo 5 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	307250	18201	16.9	172
06	Testigo 6 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	304430	18005	16.9	172
07	Testigo 7 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	376940	18027	20.9	213
08	Testigo 8 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	376270	18027	20.9	213
09	Testigo 9 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	375360	18050	20.8	212
10	Testigo 10 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	372210	18027	20.6	211

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

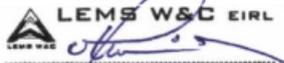
Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	305860	18301	16.7	170
02	Testigo 2 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	306450	18228	16.8	171
03	Testigo 3 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	309410	18438	16.8	171
04	Testigo 4 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	320460	18251	17.6	179
05	Testigo 5 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	319150	18009	17.7	181
06	Testigo 6 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	318450	18184	17.5	179
07	Testigo 7 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	390150	17908	21.8	222
08	Testigo 8 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	392250	17884	21.9	224
09	Testigo 9 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	393840	18027	21.8	223
10	Testigo 10 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	396190	18146	21.8	223

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	285740	18141	15.8	161
02	Testigo 2 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	288250	17995	16.0	163
03	Testigo 3 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	292150	18349	15.9	162
04	Testigo 4 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	304150	18071	16.8	172
05	Testigo 5 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	303360	18110	16.8	171
06	Testigo 6 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	306740	18222	16.8	172
07	Testigo 7 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	370840	17991	20.6	210
08	Testigo 8 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	371150	18050	20.6	210
09	Testigo 9 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	365840	17932	20.4	208
10	Testigo 10 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	379640	18027	21.1	215

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	273250	18467	14.8	151
02	Testigo 2 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	275740	18085	15.2	155
03	Testigo 3 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	279360	17972	15.5	159
04	Testigo 4 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	293350	18460	15.9	162
05	Testigo 5 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	297650	18618	16.0	163
06	Testigo 6 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	295030	17853	16.5	169
07	Testigo 7 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	330940	18158	18.2	186
08	Testigo 8 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	331850	17932	18.5	189
09	Testigo 9 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	324640	18182	17.9	182
10	Testigo 10 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	327460	18074	18.1	185

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	385250	18108	21.3	217
02	Testigo 2 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	388320	18420	21.1	215
03	Testigo 3 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	389740	18373	21.2	216
04	Testigo 4 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	471150	17974	26.2	267
05	Testigo 5 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	478530	18251	26.2	267
06	Testigo 6 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	489270	18467	26.5	270
07	Testigo 7 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	505380	18050	28.0	286
08	Testigo 8 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	510360	17967	28.4	290
09	Testigo 9 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	501290	17991	27.9	284
10	Testigo 10 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	515360	17932	28.7	293

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022.

 Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	392250	18180	21.6	220
02	Testigo 2 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	394320	18167	21.7	221
03	Testigo 3 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	399950	18646	21.4	219
04	Testigo 4 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	493130	18429	26.8	273
05	Testigo 5 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	492940	18448	26.7	272
06	Testigo 6 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	486910	17916	27.2	277
07	Testigo 7 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	520360	17849	29.2	297
08	Testigo 8 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	530470	17979	29.5	301
09	Testigo 9 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	535740	18062	29.7	302
10	Testigo 10 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	540940	18170	29.8	304

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022.

Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	380240	17958	21.2	216
02	Testigo 2 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	390140	18369	21.2	217
03	Testigo 3 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	385950	18399	21.0	214
04	Testigo 4 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	478170	18047	26.5	270
05	Testigo 5 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	483150	18304	26.4	269
06	Testigo 6 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	474260	18064	26.3	268
07	Testigo 7 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	500640	17813	28.1	287
08	Testigo 8 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	495740	17943	27.6	282
09	Testigo 9 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	498630	18039	27.6	282
10	Testigo 10 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	505360	17955	28.1	287

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022.
 Código : N.T.P. 339.034:2015
 Título : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD (Días)	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'c (MPa)	F'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	357240	17972	19.9	203
02	Testigo 2 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	370420	18489	20.0	204
03	Testigo 3 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	376320	18421	20.4	208
04	Testigo 4 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	459240	17891	25.7	262
05	Testigo 5 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	461010	18345	25.1	256
06	Testigo 6 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	462140	18243	25.3	258
07	Testigo 7 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	480640	18206	26.4	269
08	Testigo 8 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	485950	18039	26.9	275
09	Testigo 9 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	491470	18086	27.2	277
10	Testigo 10 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	480230	17955	26.7	273

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

ANEXO 11: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a Tracción – Concreto patrón.

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo 1 - CP 210	210	16/05/2022	23/05/2022	7	101100	151	305	1.40	14.23
02	Testigo 2 - CP 210	210	16/05/2022	23/05/2022	7	94900	152	300	1.32	13.47
03	Testigo 3 - CP 210	210	16/05/2022	23/05/2022	7	105730	102	305	2.16	22.06
04	Testigo 4 - CP 210	210	16/05/2022	30/05/2022	14	108260	151	300	1.52	15.47
05	Testigo 5 - CP 210	210	16/05/2022	30/05/2022	14	111480	153	300	1.55	15.80
06	Testigo 6 - CP 210	210	16/05/2022	30/05/2022	14	116220	151	310	1.58	16.11
07	Testigo 7 - CP 210	210	16/05/2022	13/06/2022	28	125480	151	300	1.77	18.04
08	Testigo 8 - CP 210	210	16/05/2022	13/06/2022	28	128630	152	310	1.74	17.72
09	Testigo 9 - CP 210	210	16/05/2022	13/06/2022	28	125520	151	300	1.76	17.98
10	Testigo 10 - CP 210	210	16/05/2022	13/06/2022	28	129470	152	305	1.78	18.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y OTRO USANDO HORMIGÓN DE RÍO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

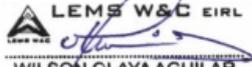
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280	280	17/05/2022	24/05/2022	7	131250	152	300	1.84	18.75
02	Testigo 2 - CP 280	280	17/05/2022	24/05/2022	7	134360	152	300	1.88	19.19
03	Testigo 3 - CP 280	280	17/05/2022	24/05/2022	7	133560	102	300	2.78	28.33
04	Testigo 4 - CP 280	280	17/05/2022	31/05/2022	14	139370	152	300	1.95	19.91
05	Testigo 5 - CP 280	280	17/05/2022	31/05/2022	14	141140	152	305	1.94	19.80
06	Testigo 6 - CP 280	280	17/05/2022	31/05/2022	14	137490	151	305	1.90	19.38
07	Testigo 7 - CP 280	280	17/05/2022	14/06/2022	28	158830	151	300	2.24	22.84
08	Testigo 8 - CP 280	280	17/05/2022	14/06/2022	28	157480	152	310	2.13	21.69
09	Testigo 9 - CP 280	280	17/05/2022	14/06/2022	28	158370	151	300	2.22	22.68
10	Testigo 10 - CP 280	280	17/05/2022	14/06/2022	28	163370	152	305	2.24	22.88

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 12: Informe de ensayo de Laboratorio Informe de Ensayos de Resistencia a Tracción con porcentaje de VAS

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	110230	152	300	1.54	15.72
02	Testigo 2 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	107370	151	300	1.51	15.36
03	Testigo 3 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	111730	102	310	2.25	22.94
04	Testigo 4 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	125560	152	305	1.73	17.64
05	Testigo 5 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	122590	152	300	1.71	17.48
06	Testigo 6 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	124820	151	305	1.73	17.59
07	Testigo 7 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	135100	151	300	1.90	19.42
08	Testigo 8 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	142570	152	310	1.93	19.64
09	Testigo 9 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	132470	151	300	1.86	18.97
10	Testigo 10 - CP 210 + 5% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	138460	152	305	1.90	19.39

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

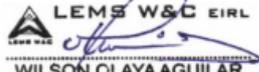
Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	99150	151	305	1.38	14.02
02	Testigo 2 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	101260	151	300	1.42	14.51
03	Testigo 3 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	106173	102	305	2.17	22.16
04	Testigo 4 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	118560	152	305	1.63	16.66
05	Testigo 5 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	111590	151	300	1.57	15.99
06	Testigo 6 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	116380	151	300	1.64	16.68
07	Testigo 7 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	129370	151	300	1.82	18.60
08	Testigo 8 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	135470	152	310	1.83	18.66
09	Testigo 9 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	131740	151	300	1.85	18.87
10	Testigo 10 - CP 210 + 10% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	129480	152	305	1.78	18.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	82470	152	300	1.16	11.78
02	Testigo 2 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	83160	151	300	1.17	11.92
03	Testigo 3 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	86460	102	310	1.74	17.75
04	Testigo 4 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	95460	152	300	1.33	13.61
05	Testigo 5 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	98380	151	300	1.38	14.08
06	Testigo 6 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	98480	151	305	1.36	13.90
07	Testigo 7 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	110150	151	300	1.55	15.84
08	Testigo 8 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	115360	152	310	1.56	15.89
09	Testigo 9 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	108360	151	300	1.52	15.52
10	Testigo 10 - CP 210 + 15% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	115840	152	305	1.59	16.23

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	93150	150	305	1.30	13.22
02	Testigo 2 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	94580	150	305	1.32	13.42
03	Testigo 3 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	23/05/2022	7	96830	102	310	1.95	19.88
04	Testigo 4 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	105370	152	300	1.48	15.05
05	Testigo 5 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	102380	152	300	1.43	14.60
06	Testigo 6 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	30/05/2022	14	105470	151	310	1.43	14.63
07	Testigo 7 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	115250	151	300	1.63	16.57
08	Testigo 8 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	119630	152	310	1.62	16.48
09	Testigo 9 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	115690	151	300	1.62	16.57
10	Testigo 10 - CP 210 + 20% de M.N.	210	16/05/2022	13/06/2022	28	117480	152	305	1.61	16.46

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y OTRO USANDO HORMIGÓN DE RÍO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	136370	152	305	1.88	19.16
02	Testigo 2 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	135150	152	300	1.89	19.30
03	Testigo 3 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	137960	102	305	2.82	28.79
04	Testigo 4 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	143370	152	300	2.01	20.48
05	Testigo 5 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	144370	152	305	1.99	20.25
06	Testigo 6 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	142460	151	305	1.97	20.08
07	Testigo 7 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	167470	151	300	2.36	24.08
08	Testigo 8 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	161590	152	310	2.18	22.25
09	Testigo 9 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	171490	151	300	2.41	24.56
10	Testigo 10 - CP 280 + 5% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	173590	152	305	2.38	24.32

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y OTRO USANDO HORMIGÓN DE RÍO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	135170	150	300	1.91	19.50
02	Testigo 2 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	134940	151	300	1.90	19.34
03	Testigo 3 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	131630	102	305	2.69	27.47
04	Testigo 4 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	139370	151	300	1.97	20.04
05	Testigo 5 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	141590	151	300	1.99	20.32
06	Testigo 6 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	136470	151	300	1.92	19.56
07	Testigo 7 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	160610	151	300	2.26	23.09
08	Testigo 8 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	170010	152	310	2.30	23.41
09	Testigo 9 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	165690	151	300	2.33	23.73
10	Testigo 10 - CP 280 + 10% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	164690	152	305	2.26	23.07

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y OTRO USANDO HORMIGÓN DE RÍO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	113480	152	305	1.56	15.94
02	Testigo 2 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	109930	151	300	1.54	15.75
03	Testigo 3 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	111370	102	305	2.28	23.24
04	Testigo 4 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	125380	151	305	1.74	17.73
05	Testigo 5 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	121730	151	300	1.72	17.50
06	Testigo 6 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	122480	151	300	1.73	17.61
07	Testigo 7 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	143620	151	300	2.03	20.65
08	Testigo 8 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	150590	152	310	2.03	20.74
09	Testigo 9 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	145270	151	300	2.04	20.80
10	Testigo 10 - CP 280 + 15% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	149440	152	305	2.05	20.93

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y OTRO USANDO HORMIGÓN DE RÍO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	117460	150	300	1.66	16.94
02	Testigo 2 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	116370	151	300	1.64	16.73
03	Testigo 3 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	24/05/2022	7	118470	102	305	2.42	24.72
04	Testigo 4 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	127370	151	300	1.79	18.28
05	Testigo 5 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	126380	151	300	1.78	18.11
06	Testigo 6 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	31/05/2022	14	126930	151	305	1.76	17.92
07	Testigo 7 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	150770	151	300	2.13	21.68
08	Testigo 8 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	156360	152	310	2.11	21.53
09	Testigo 9 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	151360	151	300	2.13	21.68
10	Testigo 10 - CP 280 + 20% de M.N.	280	17/05/2022	14/06/2022	28	154390	152	305	2.12	21.63

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

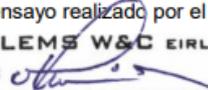
ANEXO 13: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto patrón

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210	16/05/2022	23/05/2022	7	22520	450	151	151	0	2.94	30.01
02	Testigo 2 - CP 210	16/05/2022	23/05/2022	7	23900	450	151	151	0	3.12	31.83
03	Testigo 3 - CP 210	16/05/2022	23/05/2022	7	20140	450	151	151	0	2.63	26.85
04	Testigo 4 - CP 210	16/05/2022	30/05/2022	14	29330	450	152	152	0	3.79	38.69
05	Testigo 5 - CP 210	16/05/2022	30/05/2022	14	27470	450	151	151	0	3.61	36.86
06	Testigo 6 - CP 210	16/05/2022	30/05/2022	14	28360	450	151	151	0	3.72	37.89
07	Testigo 7 - CP 210	16/05/2022	13/06/2022	28	37360	450	151	151	0	4.90	49.98
08	Testigo 8 - CP 210	16/05/2022	13/06/2022	28	31560	450	151	151	0	4.14	42.21
09	Testigo 9 - CP 210	16/05/2022	13/06/2022	28	35150	450	151	151	0	4.64	47.28
10	Testigo 10 - CP 210	16/05/2022	13/06/2022	28	37570	450	152	152	0	4.86	49.55

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



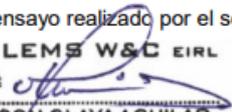

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280	17/05/2022	24/05/2022	7	30760	450	152	150	0	4.05	41.27
02	Testigo 2 - CP 280	17/05/2022	24/05/2022	7	29130	450	151	151	0	3.79	38.67
03	Testigo 3 - CP 280	17/05/2022	24/05/2022	7	29930	450	151	151	0	3.91	39.90
04	Testigo 4 - CP 280	17/05/2022	31/05/2022	14	42460	450	152	151	0	5.55	56.57
05	Testigo 5 - CP 280	17/05/2022	31/05/2022	14	44870	450	151	151	0	5.90	60.20
06	Testigo 6 - CP 280	17/05/2022	31/05/2022	14	41980	450	151	152	0	5.43	55.34
07	Testigo 7 - CP 280	17/05/2022	14/06/2022	28	53940	450	152	151	0	7.03	71.69
08	Testigo 8 - CP 280	17/05/2022	14/06/2022	28	48110	450	151	152	0	6.19	63.08
09	Testigo 9 - CP 280	17/05/2022	14/06/2022	28	44620	450	152	151	0	5.83	59.43
10	Testigo 10 - CP 280	17/05/2022	14/06/2022	28	43550	450	152	151	0	5.71	58.20

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 14: Informe de ensayo de Laboratorio Informe de Ensayos de Resistencia a la Flexión adicionando mucílago de Nopal.

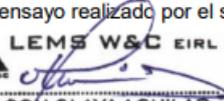
Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022

 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	25150	450	151	151	0	3.30	33.63
02	Testigo 2 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	21990	450	151	151	0	2.88	29.39
03	Testigo 3 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	27780	450	152	152	0	3.58	36.55
04	Testigo 4 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	31480	450	151	152	0	4.06	41.39
05	Testigo 5 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	40190	450	152	152	0	5.20	53.04
06	Testigo 6 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	38680	450	152	151	0	5.05	51.50
07	Testigo 7 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	45830	450	152	152	0	5.89	60.11
08	Testigo 8 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	42090	450	151	152	0	5.45	55.55
09	Testigo 9 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	48120	450	151	151	0	6.31	64.30
10	Testigo 10 - CP 210 + 5% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	42540	450	151	151	0	5.57	56.85

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



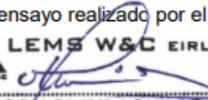

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	27000	450	152	151	0	3.53	35.99
02	Testigo 2 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	30850	450	152	152	0	3.98	40.55
03	Testigo 3 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	27920	450	152	152	0	3.60	36.74
04	Testigo 4 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	39420	450	151	152	0	5.08	51.83
05	Testigo 5 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	34710	450	152	151	0	4.55	46.42
06	Testigo 6 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	41010	450	151	151	0	5.39	54.97
07	Testigo 7 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	47380	450	152	151	0	6.18	62.97
08	Testigo 8 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	51470	450	151	152	0	6.66	67.93
09	Testigo 9 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	49950	450	152	151	0	6.50	66.31
10	Testigo 10 - CP 210 + 10% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	46970	450	152	152	0	6.07	61.94

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



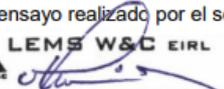

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _s (Mpa)	M _r (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	22840	450	151	152	0	2.97	30.24
02	Testigo 2 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	23310	450	152	152	0	3.00	30.64
03	Testigo 3 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	22450	450	151	152	0	2.92	29.73
04	Testigo 4 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	33540	450	151	151	0	4.38	44.69
05	Testigo 5 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	34610	450	152	151	0	4.54	46.28
06	Testigo 6 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	31230	450	152	151	0	4.08	41.58
07	Testigo 7 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	41340	450	152	152	0	5.32	54.22
08	Testigo 8 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	42540	450	151	152	0	5.51	56.14
09	Testigo 9 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	45310	450	152	152	0	5.86	59.75
10	Testigo 10 - CP 210 + 15% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	38440	450	151	152	0	5.00	51.03

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	21750	450	152	150	0	2.86	29.18
02	Testigo 2 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	22550	450	152	150	0	2.97	30.23
03	Testigo 3 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	22340	450	151	152	0	2.90	29.59
04	Testigo 4 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	32370	450	151	151	0	4.23	43.13
05	Testigo 5 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	33260	450	152	151	0	4.36	44.48
06	Testigo 6 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	31810	450	151	151	0	4.18	42.64
07	Testigo 7 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	41490	450	152	150	0	5.44	55.51
08	Testigo 8 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	42020	450	151	152	0	5.44	55.46
09	Testigo 9 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	39040	450	151	150	0	5.18	52.87
10	Testigo 10 - CP 210 + 20% de M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	40860	450	152	151	0	5.35	54.60

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



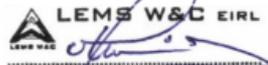

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	30180	450	151	151	0	3.97	40.49
02	Testigo 2 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	30800	450	151	150	0	4.06	41.43
03	Testigo 3 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	34220	450	152	150	0	4.49	45.78
04	Testigo 4 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	44520	450	151	151	0	5.86	59.71
05	Testigo 5 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	45490	450	151	151	0	5.95	60.63
06	Testigo 6 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	46150	450	151	152	0	5.97	60.84
07	Testigo 7 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	51420	450	150	151	0	6.77	69.02
08	Testigo 8 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	48380	450	150	152	0	6.26	63.85
09	Testigo 9 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	50530	450	150	150	0	6.73	68.66
10	Testigo 10 - CP 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	49890	450	151	151	0	6.58	67.11

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

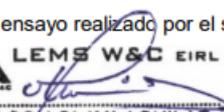
Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaclado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	34670	450	150	152	0	4.52	46.06
02	Testigo 2 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	38000	450	151	150	0	5.01	51.12
03	Testigo 3 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	36310	450	152	150	0	4.76	48.57
04	Testigo 4 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	46610	450	151	152	0	6.01	61.29
05	Testigo 5 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	49620	450	151	151	0	6.51	66.35
06	Testigo 6 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	50230	450	151	152	0	6.49	66.22
07	Testigo 7 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	52820	450	150	152	0	6.86	69.97
08	Testigo 8 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	51550	450	152	151	0	6.69	68.26
09	Testigo 9 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	54200	450	150	150	0	7.22	73.64
10	Testigo 10 - CP 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	50560	450	151	152	0	6.56	66.90

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

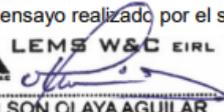
Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022

 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	28300	450	151	150	0	3.75	38.22
02	Testigo 2 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	29230	450	151	150	0	3.86	39.32
03	Testigo 3 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	29350	450	150	150	0	3.90	39.79
04	Testigo 4 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	41910	450	151	151	0	5.51	56.21
05	Testigo 5 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	44650	450	151	151	0	5.86	59.71
06	Testigo 6 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	41050	450	152	152	0	5.27	53.76
07	Testigo 7 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	47420	450	150	151	0	6.24	63.65
08	Testigo 8 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	46890	450	150	151	0	6.15	62.71
09	Testigo 9 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	46150	450	150	152	0	5.99	61.07
10	Testigo 10 - CP 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	46780	450	152	152	0	5.99	61.09

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



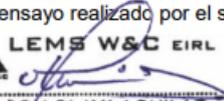

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CÁRDENAS FERNANDO
 Proyecto / Obra : TESIS: "USO DE MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 17 de mayo del 2022
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _r (Kg/cm ²)
01	Testigo 1 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	30660	450	152	152	0	3.94	40.19
02	Testigo 2 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	28020	450	152	152	0	3.59	36.59
03	Testigo 3 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	28370	450	152	150	0	3.72	37.95
04	Testigo 4 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	42370	450	151	151	0	5.57	56.83
05	Testigo 5 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	41290	450	151	152	0	5.34	54.49
06	Testigo 6 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	42450	450	152	152	0	5.47	55.78
07	Testigo 7 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	47590	450	150	151	0	6.26	63.88
08	Testigo 8 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	44860	450	151	152	0	5.81	59.20
09	Testigo 9 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	44950	450	150	152	0	5.83	59.48
10	Testigo 10 - CP 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	47670	450	151	152	0	6.21	63.28

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 15: Informe de ensayo de Laboratorio Ensayo de
Módulo de Elasticidad del concreto - Concreto patrón

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	α_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% α_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 210	16/05/2022	23/05/2022	7	162	65	6.88662	0.000356	189359
Testigo 2 - C.P. 210	16/05/2022	23/05/2022	7	164	66	7.12044	0.000358	189359
Testigo 3 - C.P. 210	16/05/2022	23/05/2022	7	163	65	6.94731	0.000356	189700
Testigo 4 - C.P. 210	16/05/2022	30/05/2022	14	172	69	7.75556	0.000353	200906
Testigo 5 - C.P. 210	16/05/2022	30/05/2022	14	173	69	7.73873	0.000354	201758
Testigo 6 - C.P. 210	16/05/2022	30/05/2022	14	175	70	7.61282	0.000353	205462
Testigo 7 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	212	85	9.88270	0.000395	216765.55
Testigo 8 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	214	86	9.96493	0.000398	217324.28
Testigo 9 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	212	85	9.78944	0.000397	216195.35
Testigo 10 - C.P. 210	16/05/2022	13/06/2022	28	212	85	9.98737	0.000395	217248.75

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. EXPERTOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_s)$	E_c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 280	17/05/2022	24/05/2022	7	219.67	88	7.22339	0.000416	220257
Testigo 2 - C.P. 280	17/05/2022	24/05/2022	7	213.74	85	6.54637	0.000412	220257
Testigo 3 - C.P. 280	17/05/2022	24/05/2022	7	214.34	86	6.01096	0.000414	218980
Testigo 4 - C.P. 280	17/05/2022	31/05/2022	14	269.42	108	10.09108	0.000446	246799
Testigo 5 - C.P. 280	17/05/2022	31/05/2022	14	271.71	109	10.23051	0.000447	248147
Testigo 6 - C.P. 280	17/05/2022	31/05/2022	14	263.86	106	9.65433	0.000443	243985
Testigo 7 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	287.59	115	12.04216	0.000450	257182.34
Testigo 8 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	282.90	113	11.76641	0.000448	254502.72
Testigo 9 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	286.68	115	11.81114	0.000452	256115.44
Testigo 10 - C.P. 280	17/05/2022	14/06/2022	28	290.67	116	11.90535	0.000453	258795.48

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ANEXO 16: Informe de ensayo de Laboratorio de Ensayo de Módulo de Elasticidad del concreto adicionando mucílago de Nopal

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	162.86	65	7.08422	0.000356	190023
Testigo 2 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	162.18	65	7.01303	0.000355	190023
Testigo 3 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	164.40	66	7.13088	0.000356	191460
Testigo 4 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	172.11	69	7.58647	0.000360	197566
Testigo 5 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	172.26	69	7.69243	0.000359	198236
Testigo 6 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	172.48	69	7.78669	0.000358	198866
Testigo 7 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	213.28	85	9.96438	0.000401	214964
Testigo 8 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	212.90	85	9.75589	0.000402	214377
Testigo 9 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	212.11	85	9.70077	0.000401	213857
Testigo 10 - C.P. 210 + 5% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	212.39	85	9.68109	0.000403	213297

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Lunes, 16 de mayo del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	E_c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	170.36	68	7.09294	0.000362	195563
Testigo 2 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	171.58	69	7.11631	0.000363	195563
Testigo 3 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	172.11	69	7.09675	0.000365	196063
Testigo 4 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	179.19	72	7.94556	0.000354	209382
Testigo 5 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	180.82	72	8.03999	0.000355	210682
Testigo 6 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	178.53	71	7.95410	0.000353	209606
Testigo 7 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	222.22	89	10.62830	0.000396	226484.84
Testigo 8 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	223.71	89	10.68560	0.000397	227394.15
Testigo 9 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	222.85	89	10.44951	0.000397	226999.91
Testigo 10 - C.P. 210 + 10% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	222.70	89	10.34049	0.000397	226729.33

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 16 de mayo del 2022

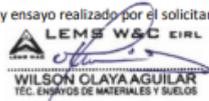
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	159.78	64	7.75207	0.000353	185259
Testigo 2 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	163.32	65	7.79772	0.000359	185259
Testigo 3 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	162.29	65	7.12641	0.000361	185996
Testigo 4 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	171.64	69	7.57877	0.000362	195692
Testigo 5 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	170.75	68	7.58020	0.000361	195010
Testigo 6 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	171.74	69	7.58351	0.000362	196080
Testigo 7 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	210.11	84	9.58583	0.000405	209512.99
Testigo 8 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	209.73	84	9.54152	0.000406	209001.52
Testigo 9 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	208.10	83	9.52324	0.000403	208619.25
Testigo 10 - C.P. 210 + 15% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	214.81	86	9.61900	0.000412	210749.32

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 16 de mayo del 2022

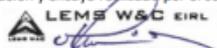
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	151.00	60	7.59306	0.000347	177895
Testigo 2 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	155.61	62	7.76861	0.000355	177895
Testigo 3 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	23/05/2022	7	158.49	63	7.83881	0.000360	179033
Testigo 4 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	162.11	65	7.43656	0.000358	186617
Testigo 5 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	163.00	65	6.72387	0.000363	187046
Testigo 6 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	30/05/2022	14	168.49	67	6.87416	0.000372	187861
Testigo 7 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	185.78	74	8.94737	0.000379	198614.89
Testigo 8 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	188.77	76	9.16303	0.000383	199082.04
Testigo 9 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	182.00	73	8.84664	0.000373	197746.85
Testigo 10 - C.P. 210 + 20% M.N.	16/05/2022	13/06/2022	28	184.80	74	9.03100	0.000376	198792.21

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 17 de mayo del 2022

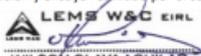
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	217.12	87	7.20801	0.000411	220387
Testigo 2 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	215.15	86	7.12473	0.000410	220387
Testigo 3 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	216.22	86	7.07687	0.000411	220159
Testigo 4 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	267.30	107	10.17201	0.000447	243552
Testigo 5 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	267.58	107	10.11985	0.000447	243972
Testigo 6 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	270.38	108	10.14035	0.000448	246430
Testigo 7 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	285.58	114	11.82605	0.000448	257261
Testigo 8 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	289.54	116	11.92433	0.000451	259261
Testigo 9 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	284.02	114	11.83068	0.000446	257035
Testigo 10 - C.P. 280 + 5% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	293.15	117	10.90948	0.000458	260978

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_s (S ₂)	E _c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	220.20	88	7.24295	0.000414	222341
Testigo 2 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	221.36	89	7.24807	0.000414	222341
Testigo 3 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	218.73	87	7.12786	0.000414	221000
Testigo 4 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	272.87	109	10.19497	0.000443	251928
Testigo 5 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	272.41	109	10.19055	0.000443	251592
Testigo 6 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	277.34	111	10.43757	0.000446	253948
Testigo 7 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	297.17	119	12.38795	0.000451	265694
Testigo 8 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	300.95	120	12.38017	0.000455	266925
Testigo 9 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	302.34	121	12.38077	0.000455	267908
Testigo 10 - C.P. 280 + 10% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	303.67	121	12.41323	0.000457	268002

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 17 de mayo del 2022

 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_s (S_2)	E_c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	216.01	86	7.36929	0.000414	217320
Testigo 2 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	216.73	87	7.28808	0.000414	217320
Testigo 3 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	213.84	86	7.24948	0.000412	216403
Testigo 4 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	270.21	108	10.31977	0.000443	249007
Testigo 5 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	269.10	108	10.32184	0.000442	248070
Testigo 6 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	267.64	107	10.30582	0.000441	247185
Testigo 7 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	286.67	115	11.94865	0.000459	251452
Testigo 8 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	281.62	113	11.75463	0.000454	249744
Testigo 9 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	281.77	113	11.76643	0.000453	250752
Testigo 10 - C.P. 280 + 15% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	287.08	115	11.71067	0.000459	252078

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GUEVARA CARDENAS FERNANDO JULIO
 Proyecto / Obra : TESIS "USO DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 17 de mayo del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²
Testigo 1 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	202.67	81	6.99558	0.000407	207294
Testigo 2 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	204.43	82	6.80552	0.000409	207294
Testigo 3 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	24/05/2022	7	208.23	83	6.77200	0.000416	209303
Testigo 4 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	261.92	105	10.08351	0.000442	241561
Testigo 5 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	256.43	103	9.88264	0.000439	238483
Testigo 6 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	31/05/2022	14	258.41	103	9.84340	0.000440	239673
Testigo 7 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	269.11	108	11.25768	0.000439	247483
Testigo 8 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	274.60	110	11.42485	0.000444	250080
Testigo 9 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	276.99	111	11.51233	0.000445	251043
Testigo 10 - C.P. 280 + 20% de M.N.	17/05/2022	14/06/2022	28	272.81	109	11.31764	0.000444	248366

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ANEXO 17I: Panel Fotográfico

1. ELABORACION DE MUCÍLAGO DE NOPAL

a) RECOLECCION DEL DE NOPAL EN SU ESTADO NATURAL



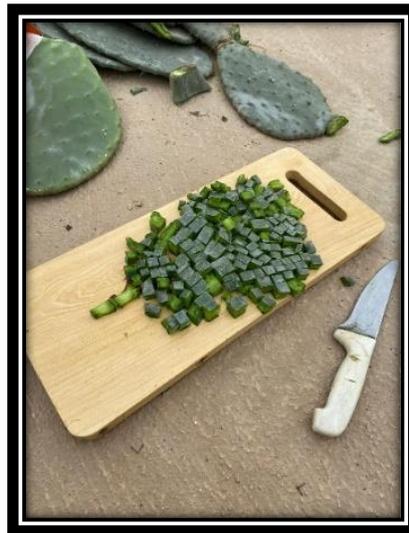
b) RETIRAMOS LAS ESPINAS DEL NOPAL



c) LAVADO



d) CORTAMOS EN TAMAÑOS DE 2X2 CM



e) PESAMOS EN PROPORCIÓN 1-1 AGUA-NOPAL



f) COLOCAMOS BENZOATO DE SODIO COMO ANTIOXIDANTE 5gr/lt



g) MACERADO POR 48 HORAS



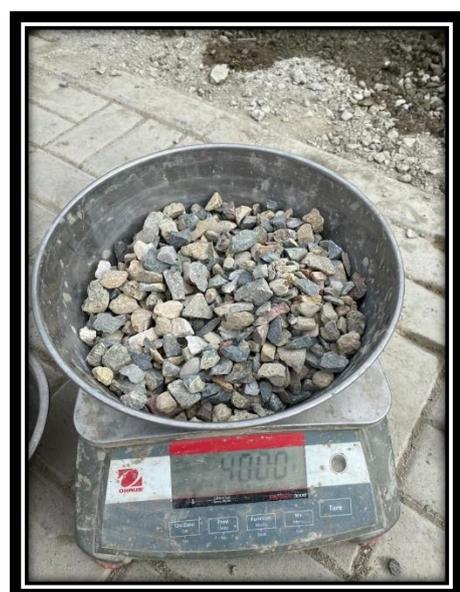
h) FILTRADO DEL MUCÍLAGO

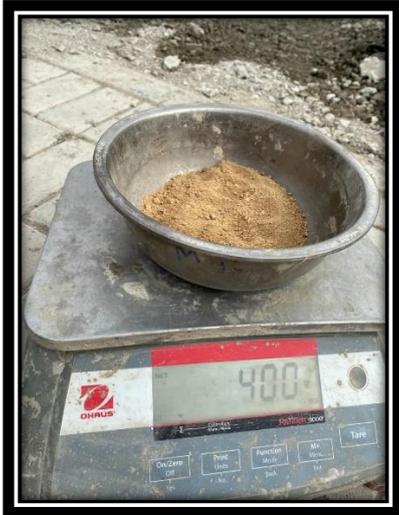


i) MUCÍLAGO DE NOPAL



2. Caracterización Física de los Agregados







3. PREPARACIÓN DE CONCRETO 210 Y 280 CON VARIABLES

3.1.- PREPARACIÓN DE LOS MOLDES



3.2.- PESAMOS LOS AGREGADOS Y EL MUCILAGO PARA CONCRETO 210, 280 Y VARIABLES



3.3.- MEZCLADO EN EL TROMPO



3.4.- LLENADO DE MOLDES



3.5.- SECADO DE LOS ESPECÍMENES



3.6.- DESENCOFRADO DE ESPECÍMENES



3.7.- CURADO



4.- ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO

4.1.- MEDICIÓN DE ESPECÍMENES





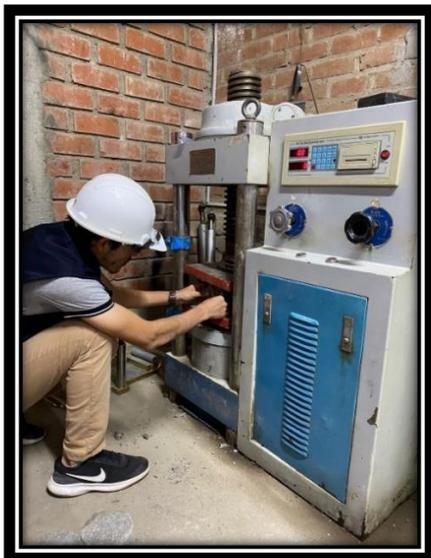
**4.2. ROTURA DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO PATRÓN 210 Y 280
POR ENSAYO A RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.**



**4.3. ROTURA DE PROBETAS CONCRETO PATRÓN 210 Y 280 CON ADICIÓN DE
MUCÍLAGO DE NOPAL POR ENSAYO A RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
AXIAL**



4.4.- ROTURA DE PROBETAS CILÍNDRICAS POR ENSAYO A RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL - TRACCIÓN.



4.5.- ROTURA DE ESPECÍMENES PRISMÁTICOS POR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.



4.6.- MUESTRA DE ESPECÍMENES ACOPLADOS A LA MÁQUINA DE MÓDULO DE ELASTICIDAD EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.

