

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“Efectos de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero civil

Presentado por:
Bach. Luis Miguel Soto Juscamayta

Asesor:
Msc. Ing. Jaime Leonardo Bendezú Prado

Ayacucho - Perú

2023

RESUMEN

El trabajo de investigación, para optar el título de ingeniero civil, tuvo como propósito evaluar el efecto de la adición de mucilago de Nopal al 1%, 1.5% y 2% en físicas mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para uso en pavimentos, con la intención de reducir el espesor de pavimento rígido en una vía de mediano tránsito. En la metodología se utilizó un estudio de tipo aplicada con nivel explicativo correlacional y un diseño de estudio experimental-cuasi-experimental, con 36 muestras de concreto, 9 sin porcentaje de adición y se han combinado 27 muestras, 7, 14 y 28 días para evaluar la resistencia a la compresión, y luego 12 vigas que se rompieron a los 28 días para evaluar la resistencia a la flexión, utilizando como instrumentos las fichas de laboratorio. Los resultados se evaluaron estadísticamente para determinar sus niveles de intensidad, concluyendo que: Se ha determinado que los efectos de la incorporación del mucilago de Nopal para un concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ son positivos porque mejoran las propiedades del concreto para el uso en pavimentos, con indicar que se presentan los mejores resultados para el tratamiento de 2% de mucilago de nopal, alcanzando en la prueba de slump un resultado de 2 plg, en la prueba de desgaste se alcanzó un resultado de 12%, para la compresión se obtuvo 445.3kg/cm^2 , en la prueba de flexión se tiene un M.R. de 55.27 kg/cm^2 y en el espesor de pavimento se alcanzó un espesor optimizado de 28.5 cm, un 21% menos que el diseño convencional.

Palabras clave: Mucilago de nopal, propiedades físicas, pavimento optimizado.

INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción de infraestructuras debido a su durabilidad y resistencia. En el ámbito de pavimentos rígidos, la calidad y el desempeño del concreto son aspectos fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de las vías de tránsito. Es por ello que, en la búsqueda constante de mejoras en las propiedades del interés concreto convencional, surge el en explorar el uso de aditivos naturales que pueden potenciar sus características físico-mecánicas.

En este contexto, el mucílago de nopal se presenta como un aditivo prometedor debido a sus propiedades viscosas y poliméricas. El nopal, una planta nativa de América Latina, ha sido ampliamente utilizado en la industria alimentaria y medicinal. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que el mucílago de nopal también puede ser aplicado en el mejoramiento de las propiedades del concreto convencional.

El presente estudio tiene como objetivo analizar los efectos de la adición de mucílago de nopal en las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional con una resistencia nominal de $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$, específicamente para su aplicación en pavimentos rígidos. La investigación se llevará a cabo en la región de Ayacucho, Perú, en el año 2022.

La investigación se enfocará en evaluar cómo el mucílago de nopal influye en la resistencia a la compresión, la absorción de agua, la durabilidad y otras propiedades clave del concreto. Los resultados obtenidos serán fundamentales para determinar si la adición de este aditivo natural puede potenciar el desempeño y la durabilidad del concreto utilizado en pavimentos rígidos.

DEDICATORIA

A Dios, que me acompaña y guía mi vida a diario, me regala las mejores oportunidades y me dota de sabiduría para lograr mis metas trazadas en la vida personal y profesional.

Mamá, gracias por ser mi consejera, por festejar mis logros como propios y por ser el eje de mi vida.

Papá, gracias por ser mi compañero, el mayor referente de lo que quiero llegar a ser, por regalarme los mejores consejos y por ser el guía de mi vida.

A mis Hermanos, gracias por contribuir de distintas formas en mi carácter y forjar a la persona que soy hoy en día.

Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, por acogerme en tan prestigiosa institución.

Gracias Ingeniero Jaime Leonardo Bendezu Prado, Asesor de esta tesis, por tomar el reto conmigo, brindarme sus conocimientos y alcanzar el objetivo.

Ing. Johnny Ccatamayo, gracias por la amistad, la confianza y apostar en mi persona para llevar a cabo muchos proyectos, por las grandes enseñanzas, por motivar este logro y sobre todo por ser el artifice de este propósito.

A todos los Ingenieros de la Facultad y Escuela de Ingeniería civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por su ayuda y tiempo.

En especial agradecer al laboratorio de suelos, rocas, concreto y asfalto CATA PERÚ INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C., por brindarme las facilidades para el desarrollo de esta tesis.

Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA

Índice general

PORTADA.....	i
RESUMEN	ii
INTRODUCCIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Índice general.....	vi
Índice figuras	ix
Índice de cuadros o tablas.....	xi
Glosario.....	xiii
Acronimos.....	xiv
Capítulo I	1
Planteamiento del problema.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Delimitación del problema.....	4
1.2.1. Espacial (geográfica).....	4
1.2.2. Temporal.....	5
1.2.3. Temática y unidad de análisis.....	5
1.3. Formulación del problema	6
1.3.1. Problema general	6
1.3.2. Problemas específicos.....	6
1.4. Justificación e importancia.....	7
1.5. Limitaciones de la investigación	9
1.6. Objetivos	9
1.6.1. Objetivo general	9
1.6.2. Objetivos específicos.....	9
CAPITULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes del problema	10
2.1.1 Antecedentes internacionales	10
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	11
2.2. Bases teóricas	15

2.2.1.	Concreto.....	15
2.2.2.	Composicion del concreto	16
2.2.2.3.1.	Clasificación	18
2.2.2.3.2.	Agregados finos (arenas)	20
2.2.2.3.3.	Agregado grueso	20
2.2.2.4.	Tipos de concreto.....	23
2.2.2.4.1.	Concreto simple	24
2.2.2.4.2.	Concreto ciclópeo	24
2.2.2.4.3.	Concreto armado.....	25
2.2.2.5.	Funciones del agregado en el concreto	25
2.2.3.1.	Razones de empleo de los aditivos en el concreto.....	26
2.2.4.	Propiedades del concreto.....	27
2.2.4.1.	Propiedades en estado fresco	29
2.2.4.2.	Propiedades de concreto en estado endurecido.....	30
2.2.4.2.1.	Resistencia.	30
2.2.6.	Diseño de mezclas de concreto.....	37
2.2.7.	Diseño de pavimentos.....	39
2.2.7.1.	Cargas de diseño	39
2.2.7.2.	Cargas vehiculares	39
2.2.7.3.	Método AASHTO 1986/1993.....	40
2.3.	Marco conceptual	40
CAPITULO III.....		42
METODO DE LA INVESTIGACION.....		42
3.1.	Enfoque	42
3.2.	Alcance.....	44
3.3.	Diseño de la investigación.....	45
3.4.	Población y muestra	46
3.5.	Hipotesis.....	47
3.5.1.	Hipotesis general	47
3.5.2.	Hipotesis especifica	47
3.6.	Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional	49
3.7.	Técnicas e instrumentos	50
3.8.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.	50

3.8.1. Equipos utilizados en la recolección de datos	51
3.9. Desarrollo de la investigación	53
3.9.1. Procesamiento del aditivo natural.....	53
3.9.1.1. Procesamiento del nopal	53
3.9.1.2. Extracción y tratamiento del nopal	54
3.9.2. Diseño de mezcla.....	56
3.9.2.1. Ensayos al agregado grueso y fino.....	56
3.9.2.2. Elaboración del diseño de mezcla.....	57
3.9.3. Determinación de la trabajabilidad del concreto en estado fresco	61
3.9.4. Elaboración y curado de especímenes de concreto	63
3.9.5. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto	66
CAPITULO IV.....	68
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
4.1. Contratacion de hipótesis	68
4.2. Analisis e interpretación.....	75
4.3. Discusión de resultados.....	101
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS	117
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	117
Anexo 2: Diseños de Mezcla	118
Anexo 3: Fichas de Validación.....	123
Anexo 4: Resultados de los ensayos	125
Resistencia a la compresión y flexion.....	125

Índice figuras

Tabla 1: Límite permisible para agua de mezcla y de curado según NTP 339.088.....	18
Tabla 2: Análisis del agua potable Ayacucho.....	18
Tabla 3: Asentamientos para tipos de construcción.....	39
Tabla 4: Tratamientos de dosificaciones de mucilago de cactus de nopal	45
Tabla 4: Número de especímenes por tipo de tratamiento y días de rotura.....	46
Tabla 6: Características de los componentes del concreto	58
Tabla 7: <i>Resumen de volumen de elementos sin considerar los agregados</i>	59
Tabla 8: Resumen de pesos y volumen de los elementos	60
Tabla 9: Resumen de la corrección de pesos debido al porcentaje de absorción y contenido de humedad presente en los agregados	61
Tabla 10: Tolerancias para rangos de asentamientos.....	63
Tabla 11: Moldes cilíndricos y moldes viga.....	64
Tabla 12: Diámetro máximo de espécimen de ensayo en relación al diámetro máximo de cara de la carga	67
Tabla 13: Tabla de tolerancias de tiempo permisibles para roturar probetas cilíndricas	67
Tabla 14: Prueba de normalidad de la variable trabajabilidad.....	68
Tabla 15: Prueba T para comparar muestras relacionadas en el slump del concreto	69
Tabla 16: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la abrasión del concreto	69
Tabla 17: Prueba T para comparar muestras relacionadas	70
Tabla 18: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la compresión concreto.....	71
Tabla 19: Prueba T para comparar muestras relacionadas	72
Tabla 20: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la flexión concreto	72
Tabla 21: Prueba T para comparar muestras relacionadas	73
Tabla 22: Prueba de normalidad de la variable espesor de losa de concreto.....	74
Tabla 23: Prueba T para comparar una muestra a un valor	74
Tabla 24: Resultados del SLUMP del tratamiento patrón y tratamientos con adiciones de mucilago de Nopal.	78
Tabla 25: Resultados del ensayo de abrasión del tratamiento patrón y tratamientos con adiciones de mucilago de Nopal.	80
Tabla 26: Resumen de promedios de la resistencia a la compresión del tratamiento control a los días de rotura.....	83
Tabla 27: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T0 – 0% de adición.	83
Tabla 28: Resumen de promedios de porcentajes de adición de mucilago de Nopal en proporciones de 1%.....	83
Tabla 29: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T1 – 1% de de mucilago de Nopal.....	84
Tabla 30: Resumen de promedios de porcentajes de adición del 1.5% de mucilago de Nopal..	85
Tabla 31: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T2 – 1.5% de de mucilago de Nopal en función a los días de rotura.....	85

Tabla 32: Resumen de promedios de porcentajes de adición del 2.0% de de mucilago de Nopal.	86
Tabla 33: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T3 – 2.0% de Mucilago de Nopal en función a los días de rotura.	86
Tabla 34: Comparación de la resistencia a la compresión con la muestra patrón	88
Tabla 35: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T0 – 0% de adición	88
Tabla 36: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T1 con la adición de 1% de mucilago de Nopal.	89
Tabla 37: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T2 con la adición de 1.5% de mucilago de Nopal.	89
Tabla 38: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T3 con la adición de 2% de mucilago de Nopal.	90
Tabla 39: Resumen de la comparación de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal.	90
Tabla 40: Resumen del calculo de esal para vehículos ligeros.	93
Tabla 41: Resumen del calculo de esal para bus.	93
Tabla 42: Resumen del calculo de esal para bus.	94
Tabla 33: Resumen del calculo de esal para semitrailer.	95
Tabla 44: Cálculo de W82	95
Tabla 45: Relación entre la resistencia a la compresión del concreto y el módulo de elasticidad	96
Tabla 46: Resumen del resultado de modulo de rotura	98
Tabla 47: Espesores calculados mediante la fórmula AASHTO para los diferentes proporcionamientos.	98
Tabla 48: Resumen de la comparación de costos de 1m ³ de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal.	100

Índice de cuadros o tablas

Figura 1: Mapa de ubicación Regional.....	4
Figura 2: Mapa de ubicación Provincial.....	5
Figura 3: Agregado fino (cantera – chillico).....	20
Figura 4: Agregado grueso (cantera – chillico).....	21
Figura 5: Propiedades físicas del concreto.	28
Figura 6: Propiedades mecánicas del concreto.....	28
Figura 7: Ensayo de slump.	30
Figura 8: Esquema de ensayo de resistencia a la compresión	32
Figura 9: Esquema de ensayo de resistencia a flexión con cargas en los puntos tercios ASTM C78.....	34
Figura 10: Ensayo de resistencia a la a flexión del concreto.....	35
Figura 11: Opuntia ficus-índica.....	36
Figura 12: Mucilago de nopal.....	37
Figura 13: Prensa para ensayos a la compresión	51
Figura 14: Ensayo de la trabajabilidad del concreto fresco.....	52
Figura 16: Tamizador para ensayo de granulometría de los agregados	53
Figura 17: Ubicación de la zona de extracción de nopal.	54
Figura 18: Extraccion del cactus de nopal desde la localidad de Quinua.....	54
Figura 19: Almacenamiento del cactus de nopal.....	55
Figura 21: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.	56
Figura 24: Curado estándar de probetas cilíndricas y vigas	66
Figura 25: Selección de la zona de procedencia del cactus de Nopal	76
Figura 27: SLUMP vs Tratamientos.....	79
Figura 28: Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de $T1 = T_0 + \text{Mucilago de cactus de Nopal al 1\%}$ en función a los días de rotura.....	84
Figura 29: Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% de mucilago de Nopal en función a los días de rotura.....	85
Figura 30: Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 2.0% de Mucilago de Nopal en función a los días de rotura.....	87
Figura 31: Comportamiento de la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto con adiciones de mucilago de Nopal a los 28 días de madurez.....	91
Figura 32: Curva densidad CRB realizada en la Avenida Javier perez de Cueññar cuadra 2.....	97

Figura 33: Comparación de los espesores de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal. 99

Figura 34: Comparación de los costos de 1m³ de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal..... 100

Glosario

Concreto Convencional: También conocido como concreto tradicional, es una mezcla de cemento, agregados (arena y grava) y agua que forma un material resistente y duradero utilizado en diversas construcciones, incluyendo pavimentos rígidos.

Mucílago de Nopal: Sustancia viscosa y gelatinosa extraída del interior de las hojas y tallos de la planta del nopal (*Opuntia ficus-indica*), que se utiliza como aditivo en el concreto para mejorar sus propiedades.

Propiedades Físico-Mecánicas: Características del concreto relacionado con su comportamiento y resistencia frente a las fuerzas físicas y mecánicas, como la resistencia a la compresión, tracción, permeabilidad, adherencia, trabajabilidad, entre otras.

Resistencia a la compresión: Capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión antes de alcanzar su punto de ruptura, medida en unidades de presión como kg/cm².

Pavimento Rígido: Tipo de pavimento compuesto por una losa de hormigón que distribuye las cargas vehiculares a través de su estructura, requiere una superficie duradera y resistente para el tráfico.

Trabajabilidad: Propiedad que se refiere a la facilidad con la que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado y compactado sin perder sus propiedades mecánicas.

Durabilidad: Capacidad del concreto para resistir los efectos del deterioro causados por agentes ambientales como la humedad, cambios de temperatura y agentes químicos.

Adherencia: Capacidad del concreto para unir reforzado a otras superficies, como las armaduras de refuerzo o el terreno.

Desempeño: Capacidad del concreto para cumplir con los requisitos específicos y expectativas establecidas para su aplicación en pavimentos rígidos.

Acronimos

F'C: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, medida en kg/cm².

kg/cm²: Kilogramo por centímetro cuadrado, unidad de medida de presión utilizada para la resistencia del concreto.

Nopal: Opuntia ficus-indica, planta de la cual se extrae el mucílago utilizado en el concreto.

PAS: Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto, aspectos relacionados con la resistencia y el comportamiento del material.

CEMEX: Compañía Mexicana de Cemento, una de las empresas productoras de materiales de construcción.

ASTM: American Society for Testing and Materials, organización que establece normas y estándares para materiales de construcción.

ONU: Organización de las Naciones Unidas, entidad que promueve el desarrollo sostenible y el uso responsable de recursos.

SD: Desarrollo Sostenible, enfoque que busca equilibrar el crecimiento económico, el bienestar social y la protección del medio ambiente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El concreto es considerado un material de vital importancia en la industria de la construcción debido a su alta trabajabilidad, versatilidad en formas y moldes, así como a sus numerosas propiedades físicas y mecánicas, que lo hacen apto para ser utilizado como elemento base de construcción. A lo largo de la historia, la tecnología del concreto siempre ha buscado mejorar este material. En la época romana, se utilizaban áridos mezclados con cal y puzolana para lograr mejores resultados en el concreto. Incluso se ha especulado que la sangre y las proteínas fueron de los primeros aditivos añadidos al concreto.

A nivel mundial, se ha desarrollado una amplia gama de concretos utilizando diversos materiales y aditivos. La correcta mezcla y dosificación de estos componentes permiten obtener concretos capaces de resistir condiciones ambientales extremas. Sin embargo, estudios realizados en los años 80 revelaron que la durabilidad del concreto pudo verse afectado por diversos factores. Se encontró que aproximadamente el 16,8% de los problemas en la durabilidad del concreto se encontraron a errores en los materiales utilizados, mientras que un 38,6% se atribuía a errores en el proceso constructivo. Además, más del 45% de los problemas estaban relacionados con errores de cálculo y diseño. Estas cifras demuestran la importancia de garantizar la calidad y precisión en todas las etapas de la elaboración del concreto. Para abordar estos problemas, se realizaron investigaciones posteriores que permitieron mejorar los procesos de mezcla y dosificación de los materiales. En la actualidad, se han introducido productos industriales como cenizas volantes, escorias de alto horno y aditivos químicos para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. (Ramírez, 2008, pp.2-3). En este sentido en tiempos mas actuales han

surgido a nivel mundial una corriente de investigación que buscan medir los efectos en la propiedades del concreto utilizando aditivos naturales, tales como la baba de cactus, mucilago de cacao, ceniza de palma, etc con el propósito de menguar el grado de impacto ambiental y reducir el uso de químicos conocidos por ser nocivos en la elaboración de concreto.

En el contexto de la industria de la construcción en el Perú, es común el empleo de aditivos químicos y productos industrializados para mejorar las características y propiedades del concreto. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes es el alto costo de importación de estos aditivos, lo que limita la competencia y encarece el proceso de elaboración del concreto. Por esta razón, se ha iniciado una búsqueda activa para identificar alternativas más viables y sostenibles. El enfoque se dirige hacia la identificación de aditivos naturales que están disponibles en el medio local y, al mismo tiempo, tienen la capacidad de mejorar las propiedades y características del concreto. (Carbajo y Valverde, 2016, p.18).

Hoy en día, la investigación en concreto ha avanzado significativamente, y se buscan constantemente nuevas formas de mejorar su rendimiento y sostenibilidad. Uno de los enfoques actuales es el estudio de la adición de mucílago de nopal en el concreto convencional, con el fin de analizar cómo influye en sus propiedades físico-mecánicas y su desempeño en el pavimento rígido de mediano tránsito. El uso de esta adición natural podría traer beneficios adicionales, como una mayor durabilidad, resistencia y reducción de costos, lo que lo convierte en un tema relevante y prometedor para la industria de la construcción. (Rivera, 2008).

En este contexto, el presente estudio se centra en la evaluación del mucílago de nopal como un posible aditivo natural para el concreto convencional con fines de pavimento rígido en Ayacucho. El nopal, una planta abundante y nativa en la región, representa una opción

prometedora para mejorar el desempeño del concreto sin depender de aditivos importados y costosos.

En los estudios realizados en nuestro país como antecedente se tiene que al adicionar el 1% de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en peso cemento, los resultados son positivos como la mejora de “la resistencia a la compresión en un 11% respecto a la muestra base, del mismo modo “la resistencia a la flexión se ha incrementado en un 9% respecto a la muestra base y con ello se ha podido reestructurar el diseño de mezclas, surgiendo así en esta investigación el interés de estudiar el comportamiento de este aditivo aplicado al concreto para estructuras de pavimento rígido de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

En la región Ayacucho se ha detectado que los pavimentos rígidos sufren un deterioro constante, causados por errores en el diseño del pavimento, en el diseño de mezclas de concreto y errores de índole técnico ingenieril, con esta investigación se pretende mejorar estas condiciones reducir el costo en el uso de aditivos industriales proponiendo el uso del mucilago de Nopal en el concreto y proponer un pavimento rígido con espesores menores a través de una metodología de optimización, sin afectar los requisitos de diseño, que cumplan las tres claves del éxito en la ejecución de pavimentos que sean eficientes, que sea un pavimento seguro y que sea un pavimento que cumpla con el tiempo de vida útil para que puedan satisfacer la necesidad social, por ello se realizó este estudio para mejorar los parámetros físicos y mecánicos del concreto al adicionar mucilago de nopal en distintas proporciones para evaluar al concreto en su estado fresco slump y su resistencia a la compresión, abrasión y flexión en su estado endurecido y, por tanto, determinar su impacto en la mejoría del pavimento y la prolongación de su vida útil.

Se espera con esta investigación mejorar las condiciones asociadas con el diseño de concreto con aditivos como el mucilago y aprovechar para las futuras construcciones de pavimentos rígidos en el departamento de Ayacucho, para crear concretos livianos y resistentes.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial (geográfica).

El proyecto propuesto se enmarca geográficamente dentro del departamento de Ayacucho, en la provincia de Huamanga en la Ciudad de Ayacucho, específicamente en el distrito de Ayacucho, de donde se obtiene los diseños de mezcla para la construcción del pavimento rígido con características de mediano tránsito.



Figura 1: Mapa de ubicación Regional



Figura 2: Mapa de ubicación Provincial

1.2.2. Temporal.

El presente trabajo de investigación se enfocará en el período comprendido entre 2022 y 2023, centrándose específicamente en la temática del diseño de concreto con aditivos naturales, en este caso, el mucílago de nopal. El objetivo principal será la optimización de este tipo de concreto para su aplicación en la construcción de pavimentos rígidos de mediano tránsito en el departamento de Ayacucho.

Durante este periodo de tiempo, se recolectarán y analizarán datos relevantes relacionados con el uso del mucílago de nopal como aditivo para el concreto. Se llevarán a cabo ensayos y pruebas de laboratorio para evaluar sus efectos en las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional con una resistencia característica de 210 kg/cm^2 y se diseñara un pavimento rígido de mediano tránsito optimizando los espesores de losa.

1.2.3. Temática y unidad de análisis.

Temática

La presente investigación tiene por enfoque fundamental estudiar al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, evaluando sus propiedades físico mecánicas en un laboratorio, utilizando como

elemento adicional el mucilago de nopal como aditivo natural para medir las mejoras que esta aporta al concreto y a su vez utilizar los resultados de esta mejora en el diseño de pavimento rígido optimizado para vias de mediano transito en la ciudad de Ayacucho.

Unidad de analisis

Especímenes cilíndricos de concreto de 6' de diámetro x 12' de alto según lo establece la norma ASTM C 31.

Viga prismática de dimensiones 6' x 6' x 24' según lo establece la norma NTP 339.033, norma ASTM C 31.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo la adición de mucilago de nopal influye en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- ❖ ¿Cuál es el efecto de la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades del concreto fresco $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022?
- ❖ ¿Como influye la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades compresión y flexión del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?
- ❖ ¿En qué medida se reduce del espesor del pavimento rígido con características de mediano tránsito con la adición optima de mucilago de nopal mediante la norma AASHTO?
- ❖ ¿Cuál es el costo de la adición de mucilago de nopal al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?

1.4. Justificación e importancia

Justificación teórica

Se justifica teóricamente la adición de mucilago de nopal en el concreto, mediante ensayos de laboratorio estandarizados: ensayos de slump, ensayo de resistencia a la abrasión, , compresión y flexión que se realizaran para cuantificar los resultados y así aportar conocimientos sobre los cambios que ocurren en las propiedades físico-mecánicas del concreto con la adición de mucilago de nopal y así demostrar la mejora del concreto hidráulico, lo cual garantizara un espesor de losa optimo en su aplicación al pavimentos rígidos de mediano transito corroborados mediante la norma AASHTO

Por otro lado también se justifica que los porcentajes de incorporación de mucilago de nopal en diferentes trabajos de investigación no se ha uniformizado los valores y únicamente realizaron para diferentes concentraciones de una variedad determinada, siendo así que según (Fuentes, 2014), manifiesta que se ha trabajado con concentraciones de mucílago de cactus 0,25%, 0,50%; 0,75% y 1.0%, del cual tuvo una mayor resistencia a la compresión del concreto con la concentración de 1% de mucilago de cactus a los 28 días de edad de concreto, del mismo en los trabajos de investigación recomiendan realizar trabajos de investigación con concentraciones iguales y superiores. Por lo que proponemos realizar el trabajo de investigación con adición de mucilago de nopal con concentraciones de 1%, 1.5% y 2% para su evaluación en propiedades físicas y mecánicas como en la consistencia, exudación, resistencia a la abrasión, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto y del mismo proponer la aplicación del concreto hidráulico con la adición de mucilago con el porcentaje adecuado en pavimentos rígidos de mediano transito en Ayacucho, 2022.

Justificación práctica

La presente investigación contribuirá en analizar el efecto que tiene la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico y mecánicas del concreto, para su uso en los pavimentos rígidos de mediano transito en la ciudad de Ayacucho, la correcta dosificación de mucilago de nopal permitirá cuantificar la mejora propuesta en el concreto y así poder optimizar también los recursos en el diseño de la loza de pavimento rígido.

Justificación metodológica

La metodología a utilizar se basará en la recopilación de datos y la realización de ensayos de laboratorio para evaluar el comportamiento del concreto con la adición de mucílago de nopal. Se llevarán a cabo pruebas de resistencia, absorción de agua, durabilidad y otras propiedades relevantes para determinar el rendimiento del concreto en condiciones reales de uso en pavimentos rígidos.

Los resultados obtenidos a partir de esta investigación proporcionarán información valiosa para los ingenieros y profesionales de la construcción en Ayacucho, permitiéndoles tomar decisiones informadas y mejorar las prácticas constructivas, optimizando la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos y, a su vez, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

Importancia

La importancia de esta investigación radica en la contribución en el área de tecnología del concreto para investigaciones referentes a concretos de alta resistencia y por otro lado opartara conocimiento sobre la aplicabilidad partiendo de los resultados del diseño de mezclas en la optimización de los espesores de loza de pavimento rígido mediante mediante la norma AASHTO. Asimismo, servirá como fuente de referencia para otras investigaciones semejantes.

1.5. Limitaciones de la investigación

Esta investigación se limita a establecer los efectos asociadas con el diseño de concreto con aditivos naturales en este caso de mucilago de nopal y aprovechar para las futuras construcciones de pavimentos rígidos optimizadas en el departamento de Ayacucho.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar cómo la adición de mucilago de nopal influye en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.

1.6.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar cual es el efecto de la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades del concreto fresco $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.
- ❖ Determinar como influye la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades compresión y flexión del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.
- ❖ Determinar la influencia de la adición de mucilago de nopal en la reducción del espesor de pavimento rígido de mediano tránsito mediante la norma AASHTO.
- ❖ Evaluar el costo de la adición de mucilago de nopal al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

Pfeiffer & Cano, (2017). En su estudio, *“Efectos del extracto de baba de nopal y alga parda sobre el grado de hidratación de la pasta de cemento Portland simple”* (Artículo científico). Revista Nexo Científico. Nicaragua. Su objetivo era determinar los efectos de la baba de tuna y los extractos de algas marrones en el nivel de hidratación de la pasta de cemento Portland normal. Para ello, desarrolló estudios descriptivos utilizando diseños experimentales. Encontraron que el mortero de cemento con una relación agua/cemento del 30% que contenía aditivos orgánicos presentaba un alto grado de hidratación según el control, que era solo la pasta MP0.30. Para el mortero de cemento con un 60% de cemento y aditivos de tipo orgánico, el la humectabilidad fue mayor que el control. Porque estos tenían retrasos de hasta 56 días. El efecto retardador de la pulpa de aloe de tuna en el endurecimiento del cemento es una propiedad que debe explotarse en la producción de concreto en climas cálidos para lograr una trabajabilidad más prolongada.

Estrella, (2016) Para tentar el Título de Ingeniero Civil, presenta la tesis *“Evaluación del concreto con fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas del concreto reforzado”*. Con el propósito de implementar el uso de fibras naturales para reforzar el concreto. El tipo de investigación fue exploratoria - descriptiva, arrojando resultados de las resistencias a la compresión de 15.14 y 18.79 MPa. El tratamiento con PC-FRCM dio como resultado un aumento del 6 % con respecto al tratamiento de control. Los resultados de resistencia a la flexión fueron 3,34, 5,29, 4,16 y 6,45 MPa para los tratamientos con PC, PC-FRCM, CFRC y CFRC-FRCM. El soporte CRFC-FRCM fue el más duradero, con un aumento del 93%. En cuanto a las muestras

estándar. Concluimos que las muestras reforzadas con compuestos FRCM lograron una resistencia a la compresión superior al 6% y una mejora del 93% en la resistencia a la flexión en comparación con las muestras sin adiciones, en contraste con las muestras que contenían fibra de coco y compuestos FRCM adheridos.

Días, Menchaca, Rocabrano, & Uruchurtu, (2019) Publicación de la revista titulada *“Influencia del nopal en las propiedades del concreto”*. Con el fin de evaluar el efecto del mucílago de nopal en las propiedades electroquímicas del concreto. Para ello se usó el método experimental; se diseñaron tres concentraciones, siendo estas de 1:1, 1:2 y 1:3; obteniendo como resultados para la resistencia a la compresión, los valores obtenidos los 28 días 248.9, 223.5, 234.9, 246.5, 225.8, 234.6, 244.1 (kg/cm²).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Moreno, Alvarado & Vásquez, *“efectos del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural”* (artículo científico). Revista SCIÉENDO, 2018, en esta investigación presento el **objetivo** de analizar el efecto del aloe vera sobre el hormigón para determinar las proporciones óptimas y analizar la frescura y el endurecimiento. Para ello, desarrolló estudios descriptivos utilizando diseños experimentales. La relación de mezcla está diseñada según ACI 211 para 210 kg/cm² de hormigón. La cantidad de aloe vera representa del 0 al 6% del total del hormigón. Saca el máximo partido a tus plantas con corteza, gel de 2mm y 2% de aloína. Los principales resultados muestran que la depresión disminuyó linealmente, casi duplicando la ganancia del primer grupo y alrededor de 7,6 veces la ganancia del grupo final. La resistencia a la compresión alcanzó los 355 kg/cm² (41% de aumento sobre la resistencia estándar). 47,9 % menos de permeabilidad, 0,039 in/h menos permeabilidad y 32 % menos de absorción capilar (1,9 g/m² x seg) .

Huertas, (2019). Para optar el grado de doctor en ingeniería civil, realizó la investigación en su tesis *“uso de extracto de mucílago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto”*, en la ciudad de Caraz- Ancash. Con el **objetivo** para determinar la influencia del uso como aditivo del extracto de mucílago del cactus en la consistencia y la resistencia a la compresión del concreto, utilizando la **metodología** cuyo tipo de la investigación empleado es experimental aplicada-correlacional con un enfoque cuantitativa, con la muestra que constituyó por 96 probetas de pruebas, obteniendo el **resultado**, con la concentración de aditivos de mucílago de cactus al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.0% , observado el mejoramiento de sus consistencia (cm) fluidez, en las dosificaciones de 0.75% y 1.0% del aditivo natural se obtiene mayor significancia de consistencia y obteniendo la mayor resistencia a la compresión del concreto. Finalmente se **concluye**, el uso de extracto de mucílago de cactus como aditivo natural influye en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto.

Adrianzen & Chuquipiondo, (2021) en su tesis para optar el título profesional de ingeniería civil en la Universidad Cesar *Vallejo “Influencia de la adición del Echinopsis Pachanoi para mejorar la resistencia de un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, Moyobamba – 2021”* tuvo como **objetivo** mejorar la resistencia de compresión del concreto simple adicionando la influencia de Echinopsis Pachanoi en la mezcla, esta optó por una **metodología** experimental debido a que se podía manipular a los variables. Para la prueba se consideró una muestra de 30 probetas, en donde en 3 probetas no se añadió ninguna influencia y en los 27 restantes se añadió el Mucílago Echinopsis Pachanoi en porcentajes de 1%, 3% y 5%, las cuales fueron sometidos a ensayos de compresión y se analizó a los 7, 14 y 28 días de curado, de acuerdo a los **resultados** obtenidos una concentración de 3% logra mayor resistencia a la compresión del concreto y la concentración promedio de la diferencia es del 5%, y se **concluyó**, que durante los primeros 7 días de curado el valor máximo de

resistencia a la compresión es de $f'c = 160.56 \text{ kg/cm}^2$ con una adición de influencia de Echinopsis Pachanoi de 3%, para los 14 días de curado, la potencia máxima fue de $f'c = 171.78 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente a los 28 días alcanzo un máximo de $f'c = 189.05 \text{ kg/cm}^2$, superando la resistencia a la compresión de la mezcla estándar $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Oloya & Ponce (2019), para obtener el título profesional en ingeniería civil, sustentado en la Universidad Privado de Antenor Orrego, Trujillo, la tesis ***“Influencia del uso del mucilago de cactus como aditivo natural para evaluar la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la Ciudad de Trujillo”*** con el **objetivo**, determinar la influencia del aditivo Natural Mucilago de cactus Echinopsis Pachanoi en la resistencia a la compresión, consistencia y la permeabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Trujillo. Se utilizó la **metodología** experimental, para la prueba se utilizó 144 probetas, las pruebas de resistencia a la compresión indican que la resistividad de 03 especímenes cilíndricos hechos de la misma muestra de concreto y probados después de 28 días para determinar el diseño de la mezcla $f'c$ debe ser el promedio. Su producción fue en forma de probetas cilíndricas de (15cm x 30cm) de alto, también se fabricaron 12 probetas para cada tipo de concreto (concreto $f'c 210 \text{ Kg/cm}^2$, extracto de Echinopsis pachanoi baba de cactus añadida en proporciones variables), prueba los tiempos son 3 días, 7 días y 28 días. Según los resultados obtenidos. Los porcentajes elegidos para agregar baba de cactus Echinopsis Pachanoi como aditivo natural a la mezcla de concreto mostraron que agregar 1.5% de baba tuvo un efecto positivo, aumentando la resistencia a la compresión en 1.32%, la consistencia en 25% y aumentando la consistencia del concreto en 1.32 % Mejora la transparencia.

Martínez, (2019) en su tesis preparatoria para el título de ingeniero civil denominada: ***“influencia del tipo y porcentaje de fibras naturales sobre la compresión y flexión en adobes para construcciones de la libertad”***, apoyado por la Universidad Nacional de Trujillo, **el objetivo**

es mejorar las propiedades mecánicas del adobe, haciendo usos de fibras naturales, su **metodología** cuantitativa de tipo experimental, de tipo aplicado se procedió a preparar 51 muestras cúbicas de tamaño 5 cm x 5 cm x 5 cm para ensayo de compresión y 51 muestras rectangulares de tamaño 4 cm x 4 cm x 16 cm para ensayar a flexión, utilizando 4 tipos de fibras naturales, se realizan las pruebas pertinentes después del curado durante 3 semanas y cada prueba se repite 3 veces, para obtener **resultados** más precisos se utilizó una máquina CONTROLS genera fuerza y desplazamiento, los resultados a compresión; el valor más alto fue de patrón con 23.26 kg/cm² y para probetas con fibras los mejores resultados se obtuvieron con 1,00% del bagazo de caña con 20,70 kg/cm², se observa que las fibras no aumentan la resistencia a compresión más bien disminuyen y con los resultados a flexión el mejor resultado fue con fibra de bagazo de caña 1,00%, 15,77 kg/cm²; luego 1,00%, pajilla de arroz 10,17 kg/cm², junco 0,75% con 9,15 kg/cm², 1% ichu; 7,25 kg/cm² y termina con el patrón 8,02 kg/cm², muestra que las fibras naturales tienen un efecto positivo en el aumento de la resistencia a la flexión, pero las fibras de ichu la disminuyen. En conclusión, la mejor fibra a utilizar es el bagazo en peso 1,00%, ya que reduce la resistencia a la compresión, reduce en menor medida la resistencia a la compresión, un 11% en comparación con otras fibras. Se logra una resistencia a la flexión que alcanza el 97%. Recomendación, analizar química y biológicamente las fibras para determinar su degradación en el tiempo y de esta manera establecer su comportamiento en el adobe.

Bañez & Veramendi, (2021); en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, titulado *“Efectos en el ensayo a compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionando mucilago de penca de tuna y superplastificante Sika”* tuvo como **objetivo** principal dar a conocer la comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionando 1%, 3% y 6% de mucilago de penca de tuna y 1%,1.5% y 2% del

aditivo superplastificante Sika n290, obteniendo para la Resistencia a la Compresión con adición de mucilago de penca de tuna, se obtuvo una $f'c$ Patrón = 176.3 kg/cm², con adición de 1% ($f'c=177.7$ kg/cm²), con adición de 3% ($f'c=182.8$ kg/cm²) y con una adición de 6% se obtuvo ($f'c=188.5$ kg/cm²), se **concluyó**, que a los 28 días de curado las muestras con adiciones de 1%,3% y 6% de mucilago de penca de tuna y 1%,1.5% y 2% de Sika n290 superan en resistencia de 8% sobre la muestra del concreto patrón de $f'c= 175$ kg/cm².

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

El concreto es una piedra artificial compuesta de materiales heterogéneos, cuyo compuesto consta de fases continuas y discontinuas en estado endurecido, que teóricamente reacciona uniformemente al impacto. (Rivva, 2013) El hormigón se convierte en un material mixto hecho por el hombre en el que las partículas de un material llamado agregado se suspenden en una masa llamada aglomerante que se incrusta. Los aditivos se utilizan para mejorar la reología y la resistencia y la durabilidad del hormigón. (pp .42). Otra definición de concreto indica que es la combinación de cemento, agregado, líquido y sustancias especificadas por regulaciones particulares para lograr las características del propósito. El material para lograr este propósito se define como un Comité de Regulación Panamericana específica (Copant) y se conoce como un concreto que se utiliza como un estándar E.060. (Primo, 2014).

El concreto, según la norma ACI 211, es el resultado de una mezcla uniforme de materiales granulares, cemento y agua en proporciones óptimas. Esta versatilidad permite la incorporación de aditivos con fines específicos, tales como acelerar o retrasar el fraguado, mejorar la trabajabilidad de la mezcla o incorporar aire, entre otros.

El uso de aditivos en el concreto ha sido ampliamente estudiado y utilizado en la industria de la construcción. Estos aditivos juegan un papel fundamental en la optimización de las propiedades y características del concreto, adaptándolo a diversas condiciones de construcción y aplicaciones específicas.

El estudio e implementación de aditivos en el concreto sigue siendo un campo de investigación activo, con el objetivo de encontrar soluciones más eficientes y sostenibles para las construcciones modernas. La incorporación de aditivos naturales, como el mucílago de nopal mencionado en el tema de investigación propuesto, representa una alternativa prometedora para mejorar las propiedades del concreto sin dañar el medio ambiente y reducir costos.

Entonces se puede esquematizar al concreto como:

CONCRETO = CEMENTO + AGREGADOS + AGUA (ACTIVOS)+AIRE (PASIVO)
--

2.2.2. Composición del concreto

Habiendo comprendido los componentes del concreto, es posible definir cada uno de ellos:

2.2.2.1. Cemento

El cemento surge a partir de las rocas calcáreas y arcillosas, después de ser trituradas y calcinadas, hasta obtener el Clinker. Finalmente, este Clinker es enfriado y molido en molinos de bolas, conjuntamente con una pequeña cantidad de sulfato de calcio (yeso). (ACI PERÚ, 2015).

El cemento utilizado en la mezcla del concreto debe cumplir con los requisitos de las siguientes normas:

- a) El cemento Portland Tipo I, II o V respectivamente con las Normas NTP 334.009, o con las normas del ASTM C150.

- b) El cemento Portland puzolánico Tipo IP e IPM deberán cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.090, o con la norma ASTM C595.

2.2.2.2. El agua para el concreto

El agua en el concreto , es la sustancia importante para la reacción química del cemento. Esta debe cumplir ciertas obligaciones para cumplir su labor química, sin contener partículas extrañas que posiblemente dañen al concreto. Este líquido cumple tres funciones importantes; el primero es participar en la hidratación del cemento. Segundo actúa como lubricador para la trabajabilidad de la mezcla. Tercero generar vacíos en la pasta para que las sustancias de hidratado cuenten con espacio para desarrollarse. Siendo así, la cuantía de agua en la mezcla es por cuestiones de trabajabilidad. El agua de mezclado no debe presentar sustancias extrañas relacionado con su cantidad, que originan formaciones químicas que alteran la conducta adecuada de la pasta de cemento. (ACI PERÚ, 2015).

En la vida practica se cuenta con una norma empírica que, si determinada agua vale o no para utilizarse en la preparación de concreto, es determinar si es para uso humano, ya que lo que no afecta al humano no afecta al concreto. (Kosmatka, et al, 2004).

La NTP 339.088, presenta exigencias para agua de preparado y curado, que no son establecidas en el ACI ni el ASTM, que se indican en la Tabla 1: Los valores de dicha regla son moderados, que trabajan en la mayoría de los casos por experiencia. La Tabla 2 presenta datos del análisis de agua utilizada para elaboración de concreto de la presente investigación. (NTP 339.033, 2015).

Tabla 1: Límite permisible para agua de mezcla y de curado según NTP 339.088

Descripción	Límite permisible		
1. Sólidos en suspensión	5000	ppm	máximo
2. Materia orgánica	3	ppm	máximo
3. Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000	ppm	máximo
4. Sulfato (Ion SO ₄)	600	ppm	máximo
5. Cloruros (Ion Cr)	1000	ppm	máximo
6. Ph	5 a 8		

Tabla 2: Análisis del agua potable Ayacucho

Descripción	Contenido	
1. Sólidos en suspensión	42.6	ppm
2. Materia orgánica	0	ppm
3. Alcalinidad (NaHCO ₃)	15.9	ppm
4. Sulfato (Ion SO ₄)	1.9	ppm
5. Cloruros (Ion Cr)	49.7	ppm
6. Ph	6.04	

Fuente: (Laboratorio E.P. de Química – UNSCH, 2020)

En la presente investigación, tomamos el antecedente del análisis químico del agua potable de Ayacucho, mismo que es utilizado para la elaboración del concreto hidráulico en este proyecto.

2.2.2.3. Agregados para el concreto

2.2.2.3.1. Clasificación

Por su naturaleza

El árido es generalmente puede ser natural o artificial. Además, el agregado utilizado en el concreto se puede clasificar en agregado grueso, finos y agregados global.

Por su densidad

Se pueden dividir en agregados regulares con pesos específicos entre 2,50 y 2,75, agregados ligeros con pesos específicos por debajo de 2,5 y agregados pesados con pesos específicos por encima de 2,75.

Por el Origen, Forma y Textura Superficial

El agregado tiene una forma geométrica irregular compuesta de superficies y ángulos redondeados al azar. El formato agregado se puede describir de la siguiente manera: ∞ Angular: La arista está claramente definida y formada por intersección de la cara (plana). Además, hay poca evidencia de desgaste en caras y bordes.

Extremo inferior: Se aprecian signos de desgaste en la superficie y en el extremo, pero la superficie está intacta.

- ❖ Repasado: desgaste pesado en superficies y bordes.
- ❖ Redondeado: Casi sin bordes desgastados.
- ❖ Altamente redondeado: sin caras ni aristas

Respecto de la textura superficial estas pueden ser:

- ❖ Lisa
- ❖ Aspera
- ❖ Granular
- ❖ Vítrea
- ❖ Cristalina

El acabado superficial depende de la dureza, tamaño de grano y propiedades de la roca huésped. La forma y las propiedades de los materiales pueden afectar en gran medida la resistencia a la flexión del hormigón, y estas propiedades deben controlarse en el hormigón de alta resistencia.

Además, se puede decir que la forma y composición de la arena influye en los requisitos de humedad del hormigón. (Pasquel, 1998).

Por el Tamaño del Agregado

Según su tamaño, los agregados para concreto son clasificados en:

2.2.2.3.2. Agregados finos (arenas)

El agregado fino se define como el resultante de la trituración natural o artificial de roca que pasa a través de un tamiz NTP de 9,5 mm y cumple con los límites especificados en la Norma NTP 400.037.



Figura 3: Agregado fino (cantera – chillico)

2.2.2.3.3. Agregado grueso

Es el material retenido en el Tamiz NTP 4,75 mm (N°4) y cumple los límites establecidos en la norma NTP 400.037.



Figura 4: Agregado grueso (cantera – chillico)

Normas técnicas

N.T.P. 400.012 Agregados. Análisis granulométrico (ASTM C 136 – 96a)

Establece cómo determinar la distribución de granularidad de agregados finos, agregados gruesos mediante el tamiz. En esta prueba, la masa se recoge y se separa a través de una serie de tamices, se filtra gradualmente a través de una serie de tamices y determina la distribución del tamaño de partícula.

N.T.P. 400.017 Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados (ASTM C 29/C29M-07)

Este procedimiento se aplica a los áridos que no excedan el tamaño nominal máximo de 125 mm. El siguiente paso es apisonar. Esto implica llenar el recipiente hasta un tercio y alisar la superficie con el dedo. A continuación, apisonar la formación rocosa 25 veces con una varilla apisonadora. Llene el recipiente a dos tercios de su capacidad y siga el mismo procedimiento.

Finalmente, asegúrese de que el contenedor esté completamente lleno y el agregado se corra con una espátula o con los dedos siguiendo el mismo procedimiento.

N.T.P. 400.018 Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) por lavado en agregados. (ASTM C 117)

Especifica un método húmedo para determinar el contenido de polvo o material que pasa a través de un tamiz estándar de 75 μm (No. 200) en agregados usados en la fabricación de concreto y mortero. Las partículas de arcilla y otros agregados dispersos en agua y materiales solubles en agua deben eliminarse de los agregados durante la prueba. Para esta prueba se realizó el procedimiento de lavado con agua, Procedimiento A, especificado en la norma en cuestión, que establece agregar suficiente agua para cubrir la muestra. No agregue detergentes, dispersantes u otras sustancias al agua. Agite la muestra vigorosamente para separar completamente las partículas más finas que un tamiz estándar de 75 μm (#200) de las partículas gruesas y ponga el material fino en suspensión. Coloque la malla más gruesa encima y vierta el agua de lavado que contiene los sólidos disueltos y suspendidos sobre la malla. Añadir el agua de la segunda muestra al recipiente, agitar y decantar como antes. Repita esto hasta que el agua de lavado esté clara.

N.T.P. 400.021 Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C 127-88)

Esta norma técnica peruana especifica métodos para medir la gravedad específica seca, el peso del área superficial seca saturada, la gravedad específica aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. Una gravedad específica que se satura con el tiempo. Este método de ensayo no se aplica a los agregados livianos. En este método, se recolecta una muestra del

agregado, se remoja en agua durante aproximadamente 24 horas para llenar los poros. A continuación, retire el agua, el agua se seca de la superficie de las partículas y la pesa. A continuación, la muestra se sumerge en agua y se pesa. Finalmente, la muestra se seca en un horno y se pesa por tercera vez. Usando los pesos y las fórmulas de cálculo obtenidas de este método de prueba, se pueden calcular las gravedades específicas y las absorbancias de los tres tipos.

N.T.P. 400.022 Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. (ASTM C 128)

Esta Norma Técnica Peruana proporciona métodos para determinar la gravedad específica seca, la gravedad específica saturada superficial seca, la gravedad específica aparente y la absorbancia (después de 24 horas) de materiales agregados finos. Gravedad específica que se satura con el tiempo. Este método de ensayo no se aplica a los agregados livianos. El agregado se muestrea en agua durante 24 horas \pm 4 horas para llenar sustancialmente los poros. A continuación, las partículas se eliminan del agua, el agua de la superficie de las partículas se seca y se mide la masa. Luego, la muestra se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina gravimétrica o volumétricamente. Finalmente, se seca la muestra en un horno y se vuelve a medir la masa. Utilizando el valor de masa resultante y las fórmulas de este método de prueba, se pueden calcular la densidad, la gravedad específica (gravedad específica) y la absorbancia.

2.2.2.4. Tipos de concreto

Básicamente, hay tres tipos de concreto que se utilizan en la construcción civil, el concreto simple, el concreto ciclópeo y el concreto armado.

2.2.2.4.1. Concreto simple

Se trata de realizar una mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, este tipo de concreto no tiene refuerzo. Generalmente, se utiliza para construir aceras y carreteras pequeñas de poco tráfico, presas, edificaciones, canales de riego, cimentación, etc. Este tipo de concreto utiliza principalmente cemento multiusos para cumplir con las resistencias de este tipo de concreto.

Las ventajas del concreto son alta resistencia a fuerzas de compresión, bajo costo y larga duración (en condiciones normales, el concreto se fortalece con el tiempo). Se puede dar forma de muchas maneras y viene en una variedad de texturas y colores. La desventaja de este tipo de concreto es débil a la resistencia a torsión.

CONCRETO SIMPLE = CEMENTO + AGREGADO GRUESO + AGREGADO FINO + AGUA

2.2.2.4.2. Concreto ciclópeo

Este tipo de concreto, es la mezcla de ciertas cantidades de cemento, agregado, piedra mediana, piedra grande y agua, este concreto se utiliza en rellenos, bases, o algunos muros de contención en cimientos y sobrecimientos. Para las cimentaciones, la resistencia del concreto es $f'c = 100 \text{ kg / cm}^2 + 30\% \text{ P. G.}$, la relación de volumen es 1:10, C: H.

En caso de sobrecimiento, la resistencia del concreto es $f'c = 140 \text{ kg / cm}^2 + 25\% \text{ P.M.}$, la relación es 1: 8, C: H y la proporción de agua es necesaria para obtener una mezcla utilizable.

CONCRETO CICLÓPEO = CEMENTO + AGREGADO + PIEDRA MEDIANA + PIEDRA GRANDE + AGUA

2.2.2.4.3. Concreto armado

El hormigón tiene una resistencia a la compresión considerable, pero tiene una resistencia a la tracción muy limitada. Por esta razón, en las zonas donde se producen esfuerzos de tracción, el acero se incorpora a la masa de hormigón en forma de barras, creando un material conocido como 'hormigón armado' donde la resistencia a la compresión la proporciona el hormigón. Hay que tener en cuenta que si bien la resistencia a la tracción es heredada del acero armado, su uso no se limita estrictamente a este fin ya que también contribuye a la resistencia a la compresión de los elementos de refuerzo utilizados en las cimentaciones, viga de cimentación, columnas, vigas y losas aligeradas y su resistencia son variables $f'_c=(210, 245, 280, 315 \text{ y } 350)\text{kg/cm}^2$ y la proporción del volumen varía de acuerdo al tipo de resistencia del concreto y según su diseño de mezcla.

CONCRETO ARMADO = CEMENTO+ACERO+AGREGADO FINO +AGREGADO GRUESO +AGUA

2.2.2.5. Funciones del agregado en el concreto

Las tres funciones principales del conteo específico son las siguientes:

Dar a la pasta un amplio llenado y reduzca el contenido por unidad de volumen para reducir el costo por cúbico de concreto.

Proporcionar una masa de partículas que pueden resistir los efectos mecánicos, de abrasión o de intemperie que puede experimentar el concreto.

Reducción de cambios de volumen debido al fraguado y curado, humedad y secado. O calentar la pasta. (Paredes & Guillen, 2015).

2.2.3. Aditivos para el concreto

Enrique Rivva (2000) sostiene que:

Las mezclas están definidas tanto por la Comisión 116R del Instituto Americano del Concreto como por la ASTM C 125 como materiales que no sean agua, aglomerados, cemento hidráulico o fibras de refuerzo, que se usan como componente de mortero u hormigón y se agregan inmediatamente. mezcla.

Los aditivos son materiales que se utilizan como componentes del hormigón o del mortero, que se añaden al hormigón o al mortero durante la mezcla con el propósito de:

- ❖ Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados al trabajo que se está efectuando.
- ❖ Facilitar su colocación
- ❖ Reducir los costos de operación

Al decidir el uso de aditivos, se deben considerar los siguientes casos: Su uso puede ser la única alternativa para obtener el resultado deseado. Los objetivos deseados se pueden lograr de manera más económica y se pueden obtener mejores resultados cambiando la composición o proporción de la mezcla.

2.2.3.1. Razones de empleo de los aditivos en el concreto

Entre las principales razones de empleo de aditivos, para modificar las propiedades del concreto no endurecido; se puede mencionar:

- ❖ Reducción del agua de la mezcla.
- ❖ Incremento en la trabajabilidad; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- ❖ Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial.
- ❖ Mejora en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas.

2.2.4. Propiedades del concreto

Según (Sánchez , 2007), el hormigón tiene diferentes propiedades en el proceso de cambio. Esto se refleja en una disminución gradual de la liquidez y la capacidad de gestión. Hay tres etapas básicas y esenciales. En la primera etapa, cuando el concreto es un material blando y maleable, la segunda etapa es cuando el concreto se endurece o endurece, revelando un aumento gradual de la rigidez, y la tercera etapa conduce a la adquisición El desarrollo de propiedades mecánicas y otras que corresponden al endurecimiento suele estar representado por el desarrollo de la resistencia a la compresión.

Las propiedades físico-mecánicas del concreto son resultado de la combinación y características de sus componentes. Es fundamental seleccionar adecuadamente los agregados, el agua y el cemento para obtener un concreto de calidad y con las propiedades deseadas.

En el periodo fresco del concreto, se evalúa la trabajabilidad de la mezcla mediante el ensayo de asentamiento (Slump test). Este ensayo proporciona información sobre la plasticidad y fluidez del concreto, lo cual es crucial para su colocación y compactación en las obras de construcción. Una trabajabilidad adecuada asegura una distribución uniforme del concreto y facilita su colocación en moldes o encofrados, evitando la segregación y la formación de vacíos.

Por otro lado, en el estado endurecido del concreto se evalúa su resistencia a la compresión ya la flexión. La resistencia a la compresión es la capacidad del concreto para soportar cargas que actúan perpendicularmente a su superficie, mientras que la resistencia a la flexión se refiere a su capacidad para resistir cargas aplicadas de forma perpendicular a su eje longitudinal.

Estas propiedades mecánicas son fundamentales para asegurar la estabilidad y durabilidad de las estructuras de concreto, ya que determinan su capacidad para soportar las cargas de servicio y las fuerzas externas a lo largo del tiempo.

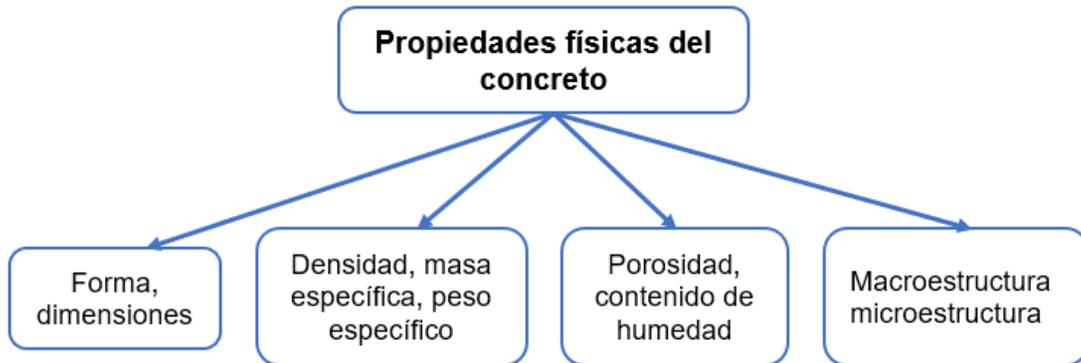


Figura 5: Propiedades físicas del concreto.

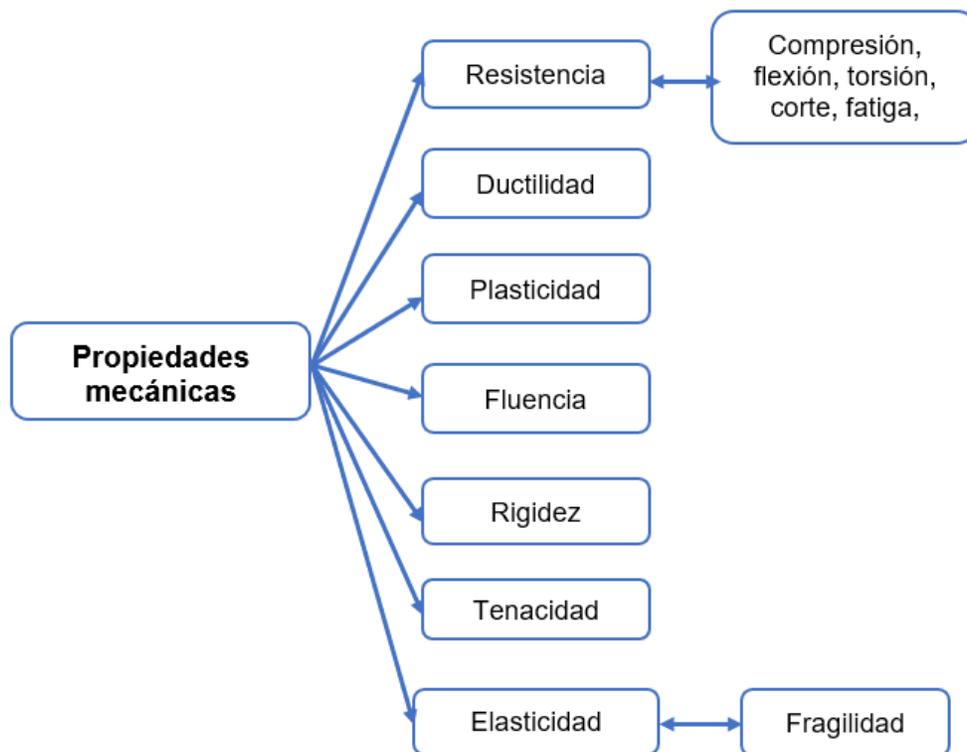


Figura 6: Propiedades mecánicas del concreto.

2.2.4.1. Propiedades en estado fresco

Trabajabilidad.

Se define de acuerdo a la dificultad de mezclar, transportar, colocar y compactar el concreto. Esta propiedad se mide mediante la prueba de asentamiento del cono de Abrams especificada en la norma ASTM C14312. Esta prueba mide la consistencia o fluidez de una mezcla cuando se encuentra en estado plástico

La trabajabilidad está relacionada con el contenido del cemento de la mezcla, características del tamaño granulométrico, de dicho agregado fino y grueso y densidad de agregado en la mezcla, la cantidad del agua, el aire en la mezcla con presencia de aditivos y condiciones ambientales. (Rivva, 2013, p .42).

Asentamiento (NTP 339.035- ASTM C 143)

Este ensayo es solo una manera de detectar cambios en la uniformidad de las mezclas en relación con la cantidad de agua y la granulometría, donde se observará la trabajabilidad del concreto en estado fresco durante la elaboración de los especímenes testigos, se realiza mediante el cono de abrams, es muy sencillo de realizar y de esa manera ayuda a controlar el slump y la manejabilidad de la mezcla a realizar, respecto a lo estipulado por la norma NTP 339.035 o ASTM C 143.

N.T.P 339.035 Concreto. Método de ensayo con el cono de Abrams. (ASTM C 143)

Esta norma técnica peruana especifica la determinación del asentamiento del concreto fresco, tanto en laboratorio como en campo. En esta prueba, una barra compactada de concreto premezclado se coloca en un molde troncocónico y el molde se levanta para mover el concreto

hacia abajo. La distancia entre las posiciones inicial y de turno, medida en el centro de la parte superior de hormigón, se informa como asentamiento. (Torre, 2004, p.82)



Figura 7: Ensayo de slump.

2.2.4.2. Propiedades de concreto en estado endurecido

El estado de endurecimiento del hormigón indica que es una piedra artificial que resiste la compresión, por lo que es elástica y estirable en el estudio de la mecánica de materiales. La resistencia evaluada en este estudio se muestra a continuación.

2.2.4.2.1. Resistencia.

La resistencia como propiedad natural del hormigón. (Pasquel Carbajal, 1998) establece: Son las propiedades de soporte las que le confieren una mejor función de compresión que de tracción debido a sus propiedades de adhesión a las pastas de cemento. Este determinante proviene de la concentración de pasta de cemento en base al peso agua/cemento. Este comportamiento está influenciado por los mismos factores que determinan la durabilidad de la pasta, como la temperatura y el tiempo. Estos factores, junto con otros elementos adicionales con propiedades de resistencia y calidad de los áridos, complementan la estructura del hormigón. El endurecimiento

afecta indirectamente la resistencia y es una ayuda para el proceso de hidratación, sin el endurecimiento, las propiedades de resistencia del concreto no pueden desarrollarse normalmente. El concreto típicamente logra resistencias a la compresión de 100-400 kg/cm², diseños mejorados sin el uso de aditivos adicionales, alcanzando resistencias superiores a los 700 kg/cm². Estas tecnologías utilizan polímeros con aglutinantes sintéticos añadidos a la mezcla para dar resistencias a la compresión de 1.500 kg/cm². El uso de estas técnicas en el futuro es claro, permitiendo alcanzar altos niveles de resistencia (p. 141 - 142).

Resistencia a compresión

La resistencia del concreto se define como un esfuerzo máximo que dicho material puede soportar cargas aplastantes sin romperse el concreto está destinado principalmente a esfuerzos de compresión, es una capacidad de medida para resistir esfuerzos, esto se utiliza como indicador de su calidad.

La resistencia es considerada como una de las propiedades más importantes del concreto endurecido, a menudo se utiliza para aceptarlo o rechazarlo.

La resistencia al concreto se determina dividiendo la carga máxima y la sección transversal de la muestra cilíndrica y se enumera como un esfuerzo expresando (kg/cm², MPa y libra/pulgada) definido por las normas NTP339,03 y ASTM C 39. (Rivva, , 2013, p .42).

De acuerdo con ASTM C39, esta prueba se usa para determinar cuándo el concreto puede soportar una cierta tensión generada por la carga antes de que ocurra cualquier tipo de falla. Es muy importante tener en cuenta que se debe seguir los requisitos y preparación de la muestra descritos en ASTM C31.

Los ensayos de la resistencia a compresión en probetas cilíndricas deben realizarse en condiciones húmedas, por lo que es importante que el cilindro esté protegido de la pérdida de humedad mediante cualquier método adecuado durante el periodo desde que se retira el refuerzo hasta el ensayo (NTP 339.034 p11).

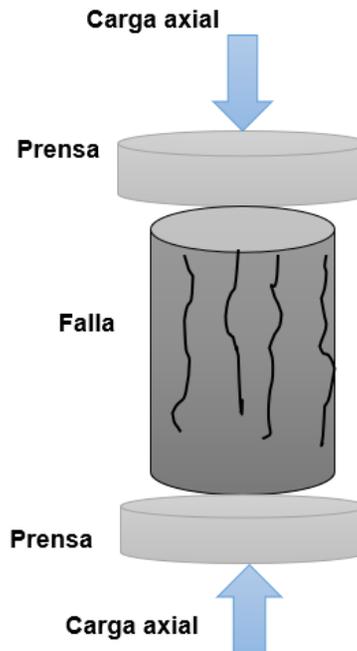


Figura 8: Esquema de ensayo de resistencia a la compresión

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área promedio del cilindro}}$$

Resistencia a flexión

La resistencia a la flexión es la capacidad que tiene el concreto para soportar una carga sin que esta cause deformación hasta que alcance el punto de falla, el punto de ruptura es aquel punto máximo donde el concreto tiene dirección a romperse debido al momento de la viga o el concreto

no consolidado con acero. La resistencia a flexión es un factor determinante en la calidad del concreto para pavimentos duros. Está regulado por el estándar NTP 339.07821.

La resistencia a la flexión juega un papel aún más importante que la resistencia a la compresión en el diseño de carreteras rígidas. Esto se debe a que la fuerza transmitida a la superficie tiene poco efecto sobre la compresión. Como estas cargas son transmitidas por el vehículo, solo tienen valores aproximados (5 o 6 kg/cm²), por lo que cargas de esta magnitud producen un esfuerzo muy bajo. El hormigón varía entre 150 y 350 kg/cm² según normativa, por lo que en cuanto a la resistencia para la que está diseñado el hormigón. (Rivva, 2013,p.133).

Para poder realizar un ensayo de flexión, se utilizará una probeta prismática de viga cuya luz debe ser mínimo 3 veces su altura y esta elaboración debe estar de acuerdo a lo escrito en la norma ASTM C31.

Donde se realiza de acuerdo con la norma ASTM 293, esta prueba se realiza aplicando una carga en el centro de la luz de la muestra, y ASTM C78, si dicha carga es aplicada en los extremos del tercio medio y es similar con la NTP 339. 078.Esta norma nos describe que el módulo de rotura toma un valor entre el 10% al 20% de la resistencia a compresión.

La muestra que se va a ensayar se debe llevar a cabo inmediatamente después de haber retirado del lugar donde se hizo el curado. Durante dicho ensayo, la probeta prismática de viga se debe localizar de manera correcta en los apoyos para posteriormente aplicar una carga con una velocidad creciente, esta carga se debe aplicar hasta que la viga llegue a romperse.

El módulo de rotura es el punto máximo de resistencia que ofrecen un espécimen con una determinada sección, ante un esfuerzo que será aplicado durante el ensayo.

- ❖ ASTM C78. Son las cargas en los puntos tercios, la mitad de la carga es aplicada en cada tercio de la luz. El módulo de rotura es más bajo que en el caso de la carga en el punto medio. La tensión máxima en el tercio medio de la viga.
- ❖ ASTM C293. Son cargas en el punto medio. Todas las cargas se colocan en el centro de la luz, ya que el módulo de rotura será mayor en caso de la carga en los puntos tercios y la tensión máxima solo en el centro de la viga.

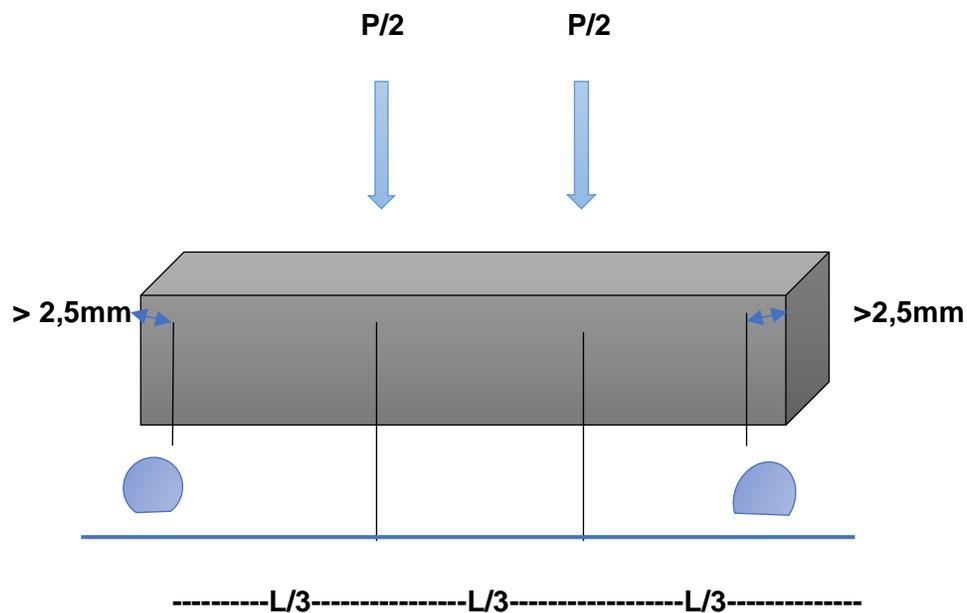


Figura 9: Esquema de ensayo de resistencia a flexión con cargas en los puntos tercios ASTM C78.

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

R= módulo de rotura (Mpa)

P=carga máxima aplicada(N)

L =distancia entre los apoyos(mm)

A = luz libre de apoyos (mm)

b = ancho promedio del espécimen en la fractura (mm)

d = altura promedio del espécimen en el lugar de la fractura(mm)



Figura 10: Ensayo de resistencia a la flexión del concreto

2.2.5. Nopal

El nopal o tuna (*Opuntia ficus-índica*) es una planta perteneciente al género *Opuntia* ya la familia de las cactáceas, conocida por sus tallos en forma de segmentos elípticos aplanados y desprovistos de espinas (Figura 12). Estas plantas tienen funciones básicas que se realizan a través de sus tallos, y son originarias de diversos ambientes, desde zonas áridas al nivel del mar hasta territorios de gran altura como los Andes del Perú.

En el contexto del Perú, el nopal (*Opuntia ficus-índica*) tiene una gran importancia en los sistemas agropastoriles de los Andes, y se encuentra distribuido en los valles interandinos, donde

ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento y crecimiento (Goldstein, citado por Torres et al., 2010). Esta planta ha sido utilizada a lo largo del tiempo por sus múltiples beneficios, tanto en la alimentación humana como en la alimentación del ganado, y también se ha explorado su potencial en diversos usos industriales y farmacéuticos.

En el campo de la construcción, se ha despertado un interés creciente en el uso del mucílago de nopal, que se obtiene de sus tallos, como aditivo natural para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional. La búsqueda de alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente ha llevado a investigar el potencial de este aditivo en la mejora del desempeño del concreto, especialmente en aplicaciones de pavimentos rígidos. (Castro et al., citado por Primo 2014).

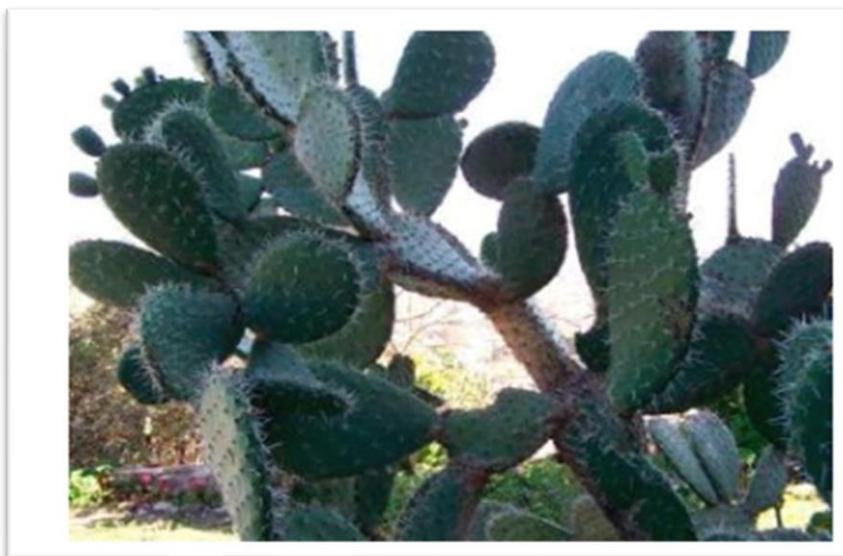


Figura 11: *Opuntia ficus-índica*

2.2.5.1. Mucilago de Nopal

El mucílago es una sustancia viscosa (Figura 3) que contienen las pencas de nopal. Entre las propiedades más importantes del nopal, está el de conservar el agua incluso bajo condiciones climáticas desfavorables, debido a la presencia de mucílagos que al formar redes moleculares

tridimensionales son capaces de retener grandes cantidades de agua (Cárdenas et al., citado por Julián 2008). Por debajo de la cutícula que cubre una penca u hoja de nopal, se encuentra una sustancia en forma de pulpa (gel) (Chandra et al., citado por Julián 2008).

Este componente está presente tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones. Investigaciones realizadas por (Saenz & Sepulveda, 1993) indican que el rendimiento en ambos casos es bajo: 0.5 % en la cáscara y 1.2 % en los cladodios (Silva, 2017).



Figura 12: Mucilago de nopal

2.2.6. Diseño de mezclas de concreto

Son métodos que utilizan procedimientos algorítmicos que se emplean para obtener el balance adecuado en base a las propiedades de sus constituyentes para obtener la resistencia del concreto en estado endurecido en base a los requerimientos de las especificaciones técnicas. Podemos concluir de lo expresado en (Pasquel, 1998) advirtiendo que: Antes de finalizar el procedimiento, se debe advertir sobre el período de diseño de la aleación de hormigón. Esto representa el comienzo de la prueba más maleable. Una aleación de caso especial propuesta,

ninguno de los diseños propuestos comprometió el uso del modelo en condiciones reales y pruebas finales, incluida la fidelidad en el campo (p.173).

2.2.6.1. Diseño de mezclas por el método del ACI.

Basado en la información presentada por (Pasquel, 1998), este enfoque se aplica en el contexto del concreto convencional y se refiere al proceso de definir las proporciones de los componentes del concreto. Para garantizar una manejabilidad adecuada y durabilidad del concreto, es esencial llevar a cabo una selección cuidadosa de los materiales. Una vez se ha realizado esta selección, el siguiente paso es la dosificación, que se fundamenta en los datos recopilados en el laboratorio, tal como señala (Kosmatka, 2016).

El método ACI presenta las directrices para la elección de proporciones en las mezclas que utilizan agregados de densidad normal o alta. Su propósito radica en proporcionar un enfoque inicial que, posteriormente, deberá ser sometido a una comprobación y ajuste en el entorno de laboratorio. El propósito es alcanzar un equilibrio óptimo entre aspectos económicos, resistencia, durabilidad, densidad y apariencia del concreto, como establece el ACI 211.1-91 (2002).

En su composición, el concreto se basa principalmente en agregados, un cemento portland o compuesto, y agua. Puede incluir también otros materiales cementantes y aditivos químicos. Este compuesto contendrá cierto aire atrapado, y la cantidad puede incluso incorporar deliberadamente aire arrastrado mediante la utilización de una mezcla aireada o mediante el empleo de un cemento con aire incorporado. Los aditivos químicos se utilizan con frecuencia para acelerar o retrasar el proceso, mejorar la manejabilidad, reducir los requisitos de agua en la mezcla, aumentar la resistencia o alterar otras propiedades del concreto, como indica el ACI 211.1-91 (2002).

Tabla 3: Asentamientos para tipos de construcción

Construcción de concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Fuente: Kosmatka (2016)

2.2.7. Diseño de pavimentos

Los pavimentos de concreto pueden ser modelados como estructuras elásticas de multicapa sobre una cimentación elástica o viscoelástica. Los pavimentos de concreto con juntas con los que mejor se aplican en la realidad nacional debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean. El método de diseño más apropiado para la aplicación de pavimentos de concreto con juntas es la metodología de diseño AASHTO 93 (MTC, 2013).

2.2.7.1. Cargas de diseño

El tránsito de vehículos es el factor más importante en el diseño cargas de pavimentos rígidos. Este factor genera magnitudes, combinaciones de cargas debido a efectos de tránsito tales como el tránsito fijo, vehículo fijo y tránsito de vehículos variables (Yang H. Huang, 2003)

2.2.7.2. Cargas vehiculares

Se considera vehículos pesados a los camiones, maquinaria pesada, monta cargas, etc. En el diseño de pavimentos es necesario las especificaciones de los vehículos para hallar la carga por eje (Papagiannakis, 2008).

2.2.7.3. Método AASHTO 1986/1993

El diseño del espesor de pavimentos rígidos involucra diversos factores necesarios para predecir un comportamiento confiable. Este método introduce el concepto de serviciabilidad como medida para brindar un pavimento adecuado para los usuarios (Papagiannakis, 2008).

2.3. Marco conceptual

Agregado: Son materiales granulares como arena, grava y piedra triturada en combinación de diferentes tamaños.

Curado de Concreto: Son procesos que permiten prevenir el secado prematuro del concreto.

Dosificación: Graduar la proporción de los materiales para una mezcla de concreto.

Granulometría: Es la disposición de los variados tamaños que presentan los agregados a través del tamizado conforme normas técnicas.

Relación A/C: Se puede definir como la razón agua cemento, que es un parámetro importante en la constitución del concreto.

Mucílago de Nopal: Sustancia viscosa y gelatinosa obtenida de las plantas de nopal (*Opuntia spp.*), que se investiga como posible aditivo en el concreto debido a sus propiedades reológicas y potencial para mejorar la manejabilidad y otras características.

Concreto Convencional: Mezcla de cemento Portland, agregados, agua y posiblemente aditivos, utilizados ampliamente en la construcción para crear estructuras sólidas y duraderas.

Resistencia a la Compresión: Medida de la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión sin fallar, indicando su fuerza y estabilidad.

Durabilidad: Capacidad del concreto para resistir los efectos adversos del ambiente, incluyendo condiciones climáticas, químicas y mecánicas, a lo largo del tiempo.

Manejabilidad: Característica que se refiere a la facilidad con la que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado y compactado durante la construcción.

Pavimento Rígido: Capa de concreto utilizado en la construcción de carreteras y pavimentos, diseñado para soportar cargas vehiculares y proporcionar una superficie duradera y resistente.

Aditivo: Sustancia añadida en pequeñas cantidades al concreto para modificar sus propiedades físicas, químicas o mecánicas, con el fin de lograr características específicas.

Microestructura: Organización de partículas y materiales a una escala muy pequeña, que influye en las propiedades del concreto a nivel microscópico.

Viabilidad: Evaluación de la practicidad y eficacia de la implementación de una idea, técnica o solución en un contexto específico.

Sostenibilidad: En el contexto de la construcción, se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Opuntia spp.: Género de plantas que incluye diferentes especies de nopales, conocidas por su adaptabilidad a ambientes áridos y por la producción de mucílago en sus tallos.

CAPITULO III

METODO DE LA INVESTIGACION

Para el desarrollo de esta investigación se obtuvieron datos sobre las propiedades de los materiales utilizados para el diseño de mezclas. El tipo de cemento que fue Tipo I en nuestro estudio. Agregado probado para tamaño de partícula, contenido de agua, absorción de agua, módulo de fineza, etc. Ya que estos son parte integral del desarrollo de nuestros diseños de mezcla. Se consiguió el Nopal en la zona de Quinoa - Ayacucho. La abundancia de este material se pudo observar durante las visitas de campo, ya que los recursos están fácilmente disponibles en la zona. Estos fueron procesados antes de ser incluidos en el diseño de la mezcla.

Para el diseño de la mezcla se utilizó el método ACI con $f'c=210\text{kg/cm}^2$, y se adicionó 1%, 1.5% y 2% de mucilago de nopal de acuerdo a la cantidad de cemento obtenido al final. diseño.

Se realizaron pruebas en concreto patron y el adiconado a través de 36 especímenes cilíndricos y 24 vigas. Se realizo el ensayo de asentamiento para evaluar la trabajabilidad del concreto en ambas condiciones. Terminadas estas pruebas, se colocaron en probetas y vigas, las muestras se trasladaron a un área de curado, y se rompieron posteriormente a los 7, 14, 28 días para probetas y 28 días para vigas. A partir de esto, se obtuvieron sus resultados de resistencia a la compresión y a la flexión y se tabularon los resultados finales, finalmente y con los resultados obtenidos se procedio a diseñar el nuevo pavimento optimizado reduciendo el espesor de losa.

3.1. Enfoque

La presente investigación es de tipo aplicado, con un enfoque cuantitativo, ya que se utiliza un diseño secuencial y se plantean hipótesis de que serán comprobadas mediante el análisis

estadístico inferencial. El propósito de este estudio es demostrar las mejoras en la resistencia a la compresión y flexión del concreto mediante la incorporación del aditivo de mucílago de nopal y con estos resultados se procederá a diseñar un pavimento optimizando los espesores de losa. Para lograr este objetivo, se llevará a cabo la fabricación y ensayo de probetas de concreto, así como el análisis de laboratorio correspondiente.

La investigación busca obtener resultados cuantificables y medibles para comprobar la eficacia del mucílago de nopal como aditivo en el concreto, y cómo esta reducción incide en el diseño optimizado de pavimentos rígidos de mediano tránsito en la región de Ayacucho. Para ello, se realizarán pruebas de resistencia y flexibilidad en las probetas, y se compararán los resultados con muestras de concreto convencional sin el aditivo.

El enfoque permitirá obtener datos numéricos y precisos, que serán sometidos a análisis estadísticos para evaluar la significancia de las diferencias entre los concretos con y sin el aditivo. Además, se refuerza un diseño secuencial, lo que implica una metodología ordenada y progresiva en la obtención de datos y resultados, lo cual garantiza la rigurosidad y validez de la investigación.

El uso de mucílago de nopal como aditivo en el concreto representa una alternativa natural y sostenible para mejorar sus propiedades físico-mecánicas, y esto podría tener un impacto positivo en la industria de la construcción, especialmente en la pavimentación de carreteras y vías en Ayacucho. Los hallazgos de este estudio podrían contribuir al desarrollo de prácticas más ecoamigables y eficientes en la construcción de pavimentos rígidos, promoviendo así el uso responsable de recursos naturales locales y reducir la dependencia de aditivos químicos importados, lo cual a su vez puede tener un impacto económico y ambiental positivo para la región.

3.2. Alcance

Según (Hernández , Fernández, & Baptista, 2010), La clasificación de niveles en la encuesta es esencial para determinar el enfoque y los objetivos de la investigación. A continuación, se describen los cuatro niveles presentados en la encuesta:

Nivel Exploratorio: Este nivel corresponde a estudios iniciales con poca información disponible sobre el tema de investigación. El objetivo principal es explorar y recopilar datos preliminares para comprender mejor el fenómeno o las variables involucradas. La investigación exploratoria se utiliza cuando hay poca investigación previa sobre el tema y se busca obtener una visión más amplia y general del problema en cuestión. Nivel de Descripción: En este nivel, el objetivo es proporcionar una explicación clara y detallada de los conceptos o variables involucradas en la investigación. Se enfoca en definir y describir con precisión los aspectos relevantes del tema de estudio. La investigación descriptiva se centra en exponer y comprender las características fundamentales del fenómeno o las variables para obtener una imagen más completa de ellos. Nivel de Correlación: Este nivel se enfoca en establecer relaciones entre dos o más categorías o variables en un contexto específico. La investigación de mejora busca identificar si existe una asociación o interdependencia entre las variables, lo que permite comprender mejor cómo se influyen los factores. Sin embargo, no se adentra en la explicación por qué ocurre la coincidencia. Nivel Explicativo: Este nivel va más allá de describir y establecer relaciones entre variables. La investigación explicativa tiene como objetivo principal responder a las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se centra en comprender por qué ocurre un fenómeno específico y bajo qué condiciones se manifiestan. En este nivel, se busca explicar las relaciones de causa y efecto entre las variables para obtener una comprensión más profunda del fenómeno estudiado.

3.3. Diseño de la investigación

Según Hurtado, los estudios experimentales se realizan con control consciente sobre variables independientes y se analizan en forma de investigación.

En este caso, las variables X e Y están interrelacionadas, lo que hace que el diseño del estudio sea cuasi-experimental. Además, las muestras no se extraen al azar, sino que se analizan todas. Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer los posibles efectos de una causa manipulada y se deben establecer las variables a utilizar para llevar a cabo el diseño de estudio elegido. En este caso, el suplemento de mucilago de cactus Nopal utiliza 1%, 1.5% y 2% como aditivos para mejorar la resistencia a la compresión y flexión del concreto, así como su trabajabilidad en estado fresco. También debemos considerar el grado de relación, ya que uno afecta directamente el resultado del otro. Estos son más visibles y lo ayudan a detectar patrones. (Hernández , Fernández, & Baptista, 2010).

Ge	O	X	O2
Gc	O	---	O3

Tratamientos:

Tabla 4: Tratamientos de dosificaciones de mucilago de cactus de nopal

Tratamientos aplicados en la investigación			
T_0	O +	O_1
T_1	O +	Adición de mucilago de nopal al 1.0%	O_2
T_2	O +	Adición de mucilago de nopal al 1.5%	O_3
T_3	O +	Adición de mucilago de nopal al 2.0%	O_4

3.4. Población y muestra

Población

Es un conjunto de unidades que comparten algunas o muchas características que se desea estudiar. (Hernández, 2001, p. 127)

En el caso de la presente investigación, se trata de probetas de concreto elaboradas en un laboratorio de ingeniería de concreto debidamente acreditado de acuerdo a las normas NTP 339.033 y ASTM C 3 para ensayos de compresión y flexión respectivamente.

Muestra

Según González, debido a que esta es una porción representativa de la población, los resultados obtenidos en la muestra se pueden generalizar a lo que constituye esta población en primer lugar.

En esta investigación, la muestra estará conformada por:

- ❖ 36 probetas 9 probetas que respondela al grupo control y 27 probetas con adición de mucilago de notal, el denominado grupo experimental
- ❖ 36 viguetas 9 probetas que respondela al grupo control y 27 viguetas con adición de mucilago de notal, el denominado grupo experimental

Tabla 5: Número de especímenes por tipo de tratamiento y días de rotura

Tratamiento	N° de Probetas y Viguteas por dias de rotura		
	7 días de curado	14 días de curado	28 días de curado
Diseño Patrón	3 probetas y 3 viguetas sin porcentaje de aditivo natural	3 probetas y 3 viguetas sin porcentaje de aditivo natural	3 probetas y 3 viguetas sin porcentaje de aditivo natural

Diseño Patrón + 1.0% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 1.0% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 1.0% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 1.0% de mucilago de nopal
Diseño Patrón + 1.5% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 1.5% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 1.5% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 1.5% de mucilago de nopal
Diseño Patrón + 2.0% de mucilago de nopal		3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 2.0% de mucilago de nopal	3 probetas y 3 viguetas con porcentaje de aditivo natural al 2.0% de mucilago de nopal

3.5. Hipotesis

3.5.1. Hipotesis general

La adición de mucilago de nopal influye de forma positiva en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.

3.5.2. Hipotesis especifica

- ❖ El efecto de la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% es positivo y significativo en las propiedades del concreto fresco $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

- ❖ La adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% influye significativamente y positivamente en las propiedades de compresión y flexión del concreto convencional $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.
- ❖ La adición de mucilago de nopal en el concreto reduce el espesor de pavimentos de mediano tránsito significativamente.
- ❖ El costo de la adición de mucilago de nopal al concreto convencional $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022 será menor y óptimo.

3.6. Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional

TIPO DE VARIABLE	MARCO CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDAS	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Mucilago de Nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2%	El mucilago de nopal es una sustancia viscosa y gelatinosa que se extrae de las plantas de nopal, pertenecientes al género Opuntia.	Se adicionará en cada diseño de mezclas 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de nopal para medir los efectos en el concreto f'x=210kg/cm2	% de adición de mucilago de nopal	%	cuantitativa %máximos %mínimos
VARIABLE DEPENDIENTE	Propiedades físico – mecánicas del concreto convencional f'c=210kg/cm2 con fines de pavimento rígido	Las propiedades físico-mecánicas, diseñadas con el propósito de pavimento rígido, son fundamentales para asegurar la durabilidad, capacidad de carga y desempeño satisfactorio de las superficies de pavimentación.	Se evaluara la resistencia de las probetas a los ensayos de compresión, flexión y resistencia al desgaste	Asentamiento Ensayo a la compresión Ensayo a la flexión Ensayo a la durabilidad	Pulg Kg/cm2 Kg/cm2 Kg/cm2	Cuantitativa 3" - 4" Cuantitativa Fc= 210 kg/cm2 Cuantitativa Mr= 40 Mpa Cuantitativa Mr= 210 kg/cm2

3.7. Técnicas e instrumentos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de investigación representan el conjunto de pasos, cuyo objetivo es operativizar el proceso investigativo. (Hernández , Fernández, & Baptista, 2010).

La técnica que se empleo es la observación directa realizando el proceso de la dosificación del aditivo natural que es el mucilago de nopal al concreto hasta realizar su análisis después en laboratorio y en función a ello diseñar el espesor de loza optimizada para pavimento rigido de mediano transito con la metodología ASSTHO.

Instrumento

El instrumento que se utilizo responde a las fichas estandarizadas de los ensayos de resistencia a la compresión, flexion y durabilidad del concreto los cuales registran los resultados de los ensayos de cada una de las probetas y viguetas tratados previamente determinada (Hernández , Fernández, & Baptista, 2010).

3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.

Comenzamos con un análisis estadístico que nos permite examinar los efectos de la adición de mucílago del nopal en porcentajes de 0%, 1,0%, 1,5% y 2,0% respecto al peso del cemento. Para evaluar, primero proponemos una prueba de hipótesis.

Después de confirmar la normalización de los datos, se realiza una prueba t de Student para evaluar la homogeneidad de la varianza entre los tratamientos estándar y otros después de 28 días de maduración. Si es similar, se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencia en las varianzas de ambos grupos si el valor p de la prueba t es menor que 0.05.

3.8.1. Equipos utilizados en la recolección de datos

Se llevó a cabo actividades de recopilación de datos en el entorno de laboratorio, donde se empleó una prensa para evaluar la resistencia a la compresión. Esta prensa requiere una calibración anual y debe cumplir con los estándares establecidos por la norma ASTM E 4, tal como se ilustra en la figura 14.



Figura 13: Prensa para ensayos a la compresión

Fuente: CATA PERÚ INGENIERIA & GEOTECNIA SAC.

La evaluación de la resistencia a la flexión del concreto en su estado endurecido se lleva a cabo utilizando el mismo equipo, aunque la carga se distribuye en un tercio de la longitud del tramo, como se representa en el esquema siguiente. Para obtener los resultados de la prueba de trabajabilidad, se procedió a realizar una evaluación mediante el método de sedimentación del concreto fresco utilizando un cono Abrams, siguiendo las pautas establecidas en la norma NTP 339.035 y ASTM C 143, a fin de validar el diseño. Con el propósito de cumplir con los requisitos de seleccionar, se utilizar conos Abrams, varillas de compactación y un flexómetro como instrumento de medición, como se visualiza en la figura subsiguiente.



Figura 14: Ensayo de la trabajabilidad del concreto fresco

Fuente: CATA PERÚ INGENIERIA & GEOTECNIA SAC.

Previo al inicio del proceso de diseño de la formulación, es esencial realizar la caracterización de los agregados, identificar el tipo de cemento, seleccionar los aditivos naturales a emplear y determinar la cantidad de agua. En cuanto a los agregados, su perfil se establece a través de pruebas que abarcan aspectos como el contenido de humedad, granulometría, gravedad específica, peso unitario en estado suelto y compactado, tal como se exhibe en la ilustración que sigue.

El peso unitario en esta prueba es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente que lo contiene. Dado que todos los agregados tienen diferentes proporciones de peso unitario compactado a peso unitario suelto, esta prueba determina el grado de compactación que un material puede exhibir en su estado natural.

$$P. U. C._2 = \frac{\text{peso del material compactado}}{\text{volumen del recipiente}}$$

El análisis de tamaño de partículas es una representación numérica de la distribución de volumen de partículas por tamaño, tamizando las partículas a través de una serie de mallas con aberturas estandarizadas, pesando el material y expresándolo como un porcentaje del peso total.

Los tamices estándar utilizados para determinar la clasificación de agregados finos son los tamices #4, #8, #16, #30, #50 y #100.



Figura 15: Tamizador para ensayo de granulometría de los agregados

Fuente: CATA PERÚ INGENIERIA & GEOTECNIA SAC.

3.9. Desarrollo de la investigación

Se llevo acabo una serie de procesos que permitieron obtener el aditivo natural planteado, que es el mucilago de nopal, previa evaluacion de los antecedentes, la caracterización de los agregados además de los materiales que fueron parte del diseño de mezcla.

3.9.1. Procesamiento del aditivo natural

3.9.1.1. Procesamiento del nopal

Para la obtención del aditivo natural se pasó por dos procesos antes de utilizar en el concreto, primeramente se extrae el nopal y luego se realizo los procedimientos y tratamientos para convertirlo en pasta o mucilago para luego utilizarlo en trabajos de concreto de la investigación.

3.9.1.2. Extracción y tratamiento del nopal

El nopal se extrajo del distrito de Quinua, , provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

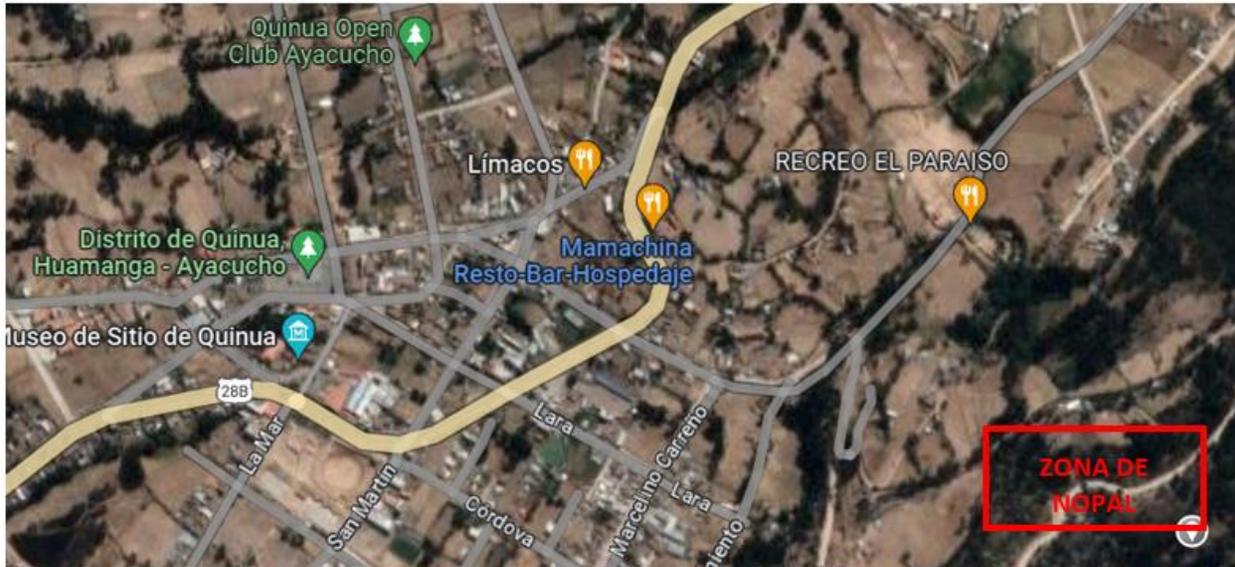


Figura 16: Ubicación de la zona de extracción de nopal.

Fuente: Google Earth, fecha 08/011/2022.



Figura 17: Extracción del cactus de nopal desde la localidad de Quinua.

Procesamiento para su posterior adición al concreto

En esta etapa se ha procesado el cactus para su uso en los cuatro tratamientos propuestos por el estudio. Para ello se utilizaron las siguientes herramientas:

Cuchillo. - Para cortar el cactus de nopal.

Recipiente con agua. - Para llenar los trozos de el cactus de nopal.

Extractora. - Para poder extraer mucilago del cactus de nopal.

Botellas de plástico. - Para almacenar el extracto del cactus de nopal.

Benzoato de Sodio. - Para mantener las propiedades del mucilago del cactus de nopal.

Para iniciar el acceso a los aditivos a base de nopal Nopal se ha hecho lo siguiente:

Primero, cada una de las pencas de cactus Nopal resultantes se lavó y luego se cortó en rodajas de aproximadamente 3-4 cm de grosor para facilitar su manejo, como se muestra en las Figuras 19 y 20. Las muestras se colocaron en un recipiente con agua durante aproximadamente 5 minutos para enjuagarlas.



Figura 18: Almacenamiento del cactus de nopal

Luego de realizado todo el procedimiento descrito, se agregó este aditivo natural en proporciones de 1%, 1.5% y 2% dependiendo del peso de cemento del diseño de la formulación.

3.9.2. Diseño de mezcla

3.9.2.1. Ensayos al agregado grueso y fino

Granulometría

De acuerdo a la (NTP 400.012, 2013) el agregado seco, es separada a través de una serie de tamices de, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.



Figura 19: Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso.

Contenido de Humedad

De acuerdo a la NTP 339.185 (NTP 339.18, 2013) “Este método consiste en una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Este método es lo suficientemente exacto”.

Peso Unitario y vacíos en los agregados

De acuerdo a la NTP 400.017: (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, permite calcular los vacíos entre partículas en agregados finos o gruesos.

Densidad, Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

De acuerdo con la (NTP 400.021, 2013), las muestras de agregados se sumergen en agua durante 24 horas \pm 4 horas. Luego se seca el agua en la superficie de las partículas y se mide la masa. Luego mida el volumen de la muestra utilizando el método de desplazamiento de agua. Finalmente, la muestra se seca en un horno y se pesa. Usando el valor de masa resultante y las fórmulas de este método de prueba, se pueden calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorbancia.

Densidad, Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

De acuerdo con la NTP 400.022: Las muestras a granel se remojan en agua durante 24 horas \pm 4 horas para llenar sustancialmente los poros. Luego retírelo del agua, seque el agua en la superficie de la partícula y mida la masa. A continuación, la muestra (o parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina gravimétrica o volumétricamente. Finalmente, la muestra se seca en un horno y se vuelve a pesar. Utilizando el valor de masa resultante y las fórmulas de este método de prueba, se pueden calcular la densidad, la gravedad específica (gravedad específica) y la absorbancia. (NTP 400.022, 2013)

3.9.2.2. Elaboración del diseño de mezcla

Para la elaboración del diseño de la mezcla, se aplicó el método ACI con el propósito de controlar la relación agua-cemento y lograr una configuración más optimizada. Inicialmente, se optó por un valor de asentamiento (slump) de 3 a 4 pulgadas, los cuales se derivan de las referencias de concretos de consistencia plástica enlistados en la Tabla 8 del método ACI 211. En cuanto al tipo de cemento, se empleó CEMENTO ANDINO TIPO I, el cual posee un peso específico de 3.120 kg/m³ según se detalla en la ficha técnica.

El diseño propuesto estipuló una resistencia objetivo de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, resultando en un tamaño nominal de agregado de 1 pulgada y un tamaño nominal máximo de 3/4 de pulgada. Los datos siguientes se presentan de manera concisa en la Tabla 6. Dicha tabla sintetiza las características inherentes a cada elemento involucrado en el proceso de diseño de la mezcla.

Tabla 6: Características de los componentes del concreto

ELEMENTOS	P. esp Kg/m ³	P.U.C Kg/m ³	MF%	Absorción%	Contenido de humedad %
CEMENTO	3120				
AGREGADO FINO	2750	1840	3.03	1.38	0.3
AGREGADO GRUESO	2597	1677	6.66	0.62	0.2
AGUA	1000				
ADITIVO		dosis variable en % del peso del cemento			
		Sin aire incorporado			

Nota: P.U.C: peso unitario compactado; MF: Módulo de fineza

Comenzando con el diseño, primero se estimó la cantidad de agua y aire según la Tabla 9 para producir 205 L de agua, según el TMN (3/4 de pulgada) del agregado grueso y el asentamiento deseado (4 pulgadas). Defina la relación A/C (agua/cemento) con base en el F_{cr} maquinado utilizando la Tabla 10 del manual de diseño ACI 211. Esto garantiza alrededor del grado que se deben diseñar F'_c , que es la relación de diseño, y F'_{cr} , que incluye el factor de seguridad.

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

De la tabla definimos la relación agua cemento en función al F'_{cr} de diseño.

250	0.62
294	A/C
300	0.55

Si se encuentra una F^{cr} de diseño entre valores de 250 y 300, se realiza una interpolación para dar la relación agua-cemento utilizada en el diseño. En este caso se utilizó una relación de 0,56 a/c.

Calculamos el peso del cemento y su volumen

$$\text{Peso del cemento} = \frac{P_{H2O}}{\text{Relacion A/C}}$$

$$\text{Peso del cemento} = 366.07 \text{ kg}$$

$$\text{Vol del cemento} = \frac{P \text{ del cemento}}{P \text{ específico de cemento}}$$

$$\text{Vol del cemento} = 0.1162 \text{ m}^3$$

Para determinar el volumen del agregado, se utilizó la Tabla 12, del manual ACI que da el volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto por la relación del tamaño máximo del agregado grueso al factor de finura del agregado fino. La Tabla 7 muestra la cantidad de agregado requerida para completar 1 m³ de concreto.

Tabla 7: Resumen de volumen de elementos sin considerar los agregados

ELEMENTO	PESO	VOLUMEN
Agua	205.000	0.2050
Cemento	366.071	0.1162
Aire		0.0200
Balance Vol		0.3412

Entonces el volumen de agregado sería: $\text{Vol de agregados} = 1 - 0.3412 = 0.6588$

Para establecer el porcentaje de intervención de agregado grueso y agregado fino recurrimos a la siguiente tabla 12, donde obtenemos un factor de 0.58 con el finalmente hallamos el peso y volumen del agregado grueso que es de 0.375m³.

$$\text{Peso de agregado grueso} = \text{factor de la tabla} * P \text{ unitario piedra}$$

$$\text{Peso de agregado grueso} = 0.58 * 1677$$

$$\text{Peso de agregado grueso} = 972.66 \text{ kg}$$

$$\text{Vol de agregado grueso} = \frac{P \text{ de agregado grueso}}{P \text{ específico agregado grueso}}$$

$$\text{Vol de agregado grueso} = 0.375\text{m}^3$$

Como siguiente paso, hallamos el peso y volumen del agregado fino en función al volumen restante después de la obtención del volumen de agregado grueso requerido que es de 781.7kg.

$$\text{Peso de agregado fino} = \text{Vol abs de agregado fino} * P \text{ específico de agregado fino}$$

$$\text{Vol de agregado fino} = 1 - 0.716\text{m}^3$$

$$\text{Vol de agregado fino} = 0.284\text{m}^3$$

$$\text{Peso de agregado fino} = 781.7\text{kg}$$

Finalmente, obtenemos la siguiente tabla que resume el peso y el volumen de cada elemento involucrado en el diseño de la mezcla. La Tabla 8 no representa el diseño final ya que se deben hacer correcciones por contenido de humedad, absorción, etc.

Tabla 8: Resumen de pesos y volumen de los elementos

ELEMENTOS	PESO	VOLUMEN
Agua	205.000	0.2050
Cemento	366.071	0.1162
Aire		0.0200
Agregado grueso	972.660	0.3745
Agregado fino	781.700	0.2843
TOTAL	2325.432	1.000

Finalmente, es importante hacer correcciones por absorción y humedad. Esto se debe a que pueden cambiar debido a que elementos como los agregados tienen una porosidad definida que absorbe la humedad en la mezcla. relación A/C, pero estos también están influenciados por el ambiente, hay humedad natural, la relación de humedad cambia, la cantidad de agua en la mezcla aumenta, la relación A/C C aumenta, la mezcla funcionará mejor Es flexible, pero al mismo tiempo

reduce la resistencia. Por lo tanto, se proporcionan ajustes para estas condiciones. Estos resultados se presentan en la Tabla 9, junto con un resumen de los pesos de cada elemento presente en el diseño de la mezcla y sus correcciones.

Tabla 9: Resumen de la corrección de pesos debido al porcentaje de absorción y contenido de humedad presente en los agregados

ELEMENTOS	PESO	% ABSORCION	% CONTENIDO HUMEDAD	PESO CORREGIDO	
Agua	205.0			218	Kg
Cemento	366.1			366	Kg
Aire					Kg
Agregado grueso	972.7	6.030	1.95	975	Kg
Agregado fino	781.7	10.787	2.35	784	Kg
TOTAL	2325.43	16.818	4.29	2342	Kg
				1m3	

3.9.3. Determinación de la trabajabilidad del concreto en estado fresco

Después de que la mezcla homogénea estuvo lista para el trompito, el hormigón se descargó en un carro para determinar el asentamiento y estimar la trabajabilidad fresca del concreto

Para comenzar a construir, primero debe humedecer la lámina y el cono de metal y colocarlos sobre una superficie plana no absorbente como se muestra en la imagen a continuación.

El llenado del cono debe realizarse en tres estratos, cada uno ocupando aproximadamente un tercio del volumen total del molde. La altura alcanzada hasta la segunda capa es de alrededor de 15,5 cm, y en la tercera capa se vierte el hormigón. En cada una de las capas, es necesario aplicar 25 pasadas de compactación utilizando una varilla lisa de extremos redondeados con un diámetro de 16 mm y una longitud de 60 cm. Estas varillas deben ser descargadas en distintos puntos de la superficie con el fin de asegurar una compresión efectiva.

Es importante destacar que mientras el grosor de la primera capa está comprimido, tanto la segunda como la tercera capa deben penetrar la capa inmediatamente inferior. En general, la tercera capa tiende a ser ligeramente sobrepoblada, ya que el concreto tiende a asentarse bajo el encofrado durante el proceso de compactación.

Es relevante notar que esta evaluación se llevó a cabo en un lapso de 5 minutos luego de la obtención de la muestra, y se completó en aproximadamente 2,5 minutos, un período recomendado para garantizar resultados precisos. La disparidad entre la altura del encofrado y la medida de la altura desde el centro del hormigón vertido se emplea para determinar el asentamiento. Se aplicarán los mismos procedimientos y consideración a todos los tratamientos y muestras estándar con el fin de evaluar la viabilidad del concreto.

Tras realizar las mediciones, se procede a cotejar los resultados obtenidos con las tablas de consistencia y sedimentación propuestas para el diseño de la formulación. Esto permite evaluar qué tan cercanos o dentro del rango sugerido se encuentran los resultados. Además, es esencial referirse a la Tabla 10, la cual establece las tolerancias admisibles de hundimiento basadas en el asentamiento de diseño.

Tabla 10: Tolerancias para rangos de asentamientos

ESPECIFICACIONES		TOLERANCIAS
Asentamiento Nominal	2" (50 mm) a menos	±1/2" (15 mm)
	2" a 4" (50 mm a 100 mm)	±1" (25 mm)
	Más de 4" (100 mm)	±1 1/2" (40 mm)
Asentamiento "máximo" o "no debe exceder"	3" (75 mm) o menos	En exceso: 0" (0 mm) En defecto: 1 1/2" (40 mm)
	Más que 3" (75 mm)	En exceso: 0" (0 mm) En defecto: 2 1/2" (65 mm) ±1/2" (15 mm)
Tiempo de conservación en estos rangos (responsabilidad productor)		30 minutos desde llegada a obra

Nota: Tomada de ASTM C94 / C94M

3.9.4. Elaboración y curado de especímenes de concreto

Siguiendo las directrices establecidas en la norma técnica peruana (NTP 339.033, 2015), el propósito esencial es "preparar y curar muestras representativas de concreto fresco en forma de cilindros y vigas". Este procedimiento se encuentra detallado en la Tabla 11.

Tabla 11: Moldes cilíndricos y moldes viga

MOLDES CILÍNDRICOS Y VIGUETAS	
Según la (NTP 339.033, 2015): "Los moldes para los especímenes o los elementos de cierre en contacto con el concreto, serán de acero, fierro fundido u otro material no absorbente que no reaccione con el concreto de Cemento Portland u otros cementos hidráulicos"	
MOLDES CILÍNDRICOS	MOLDES VIGA
"Los moldes para preparar probetas de concreto deberán cumplir con la NTP 339.209."	"La superficie interior de los moldes deberá ser lisa. Los lados, fondo y extremos deberán estar en ángulo recto entre ellos y serán planos sin deformación."
	

Nota: Adaptado de la NTP 339.033-2015

Es esencial contar con una barra de compresión para dar forma a la muestra. Esta barra posee un "extremo de compresión, o ambos extremos, que terminan en una punta hemisférica con el mismo diámetro que la varilla". De acuerdo con la norma NTP 339.033, se emplea un martillo con cabeza de material caucho o cuero, de un peso de $0,6 \pm 0,2$ kg. Asimismo, se utilizan otros instrumentos como palas, paletas, espátulas y hierros.

Por último, en relación a las medidas de hundimiento, se requiere el uso de dispositivos de medición específicos, los cuales deben cumplir con los requisitos estipulados en la norma NTP 339.035.

Proceso de Moldeo de Especímenes:

Ubicación de Moldeo: El moldeo se lleva a cabo en las instalaciones del laboratorio de CATA PERÚ SAC, en proximidad a las piscinas de almacenamiento y curado.

Consolidación: El método de consolidación empleado es el apisonamiento. Este procedimiento se desarrolla de la siguiente manera: Cada capa se compacta mediante el extremo hemisférico de la varilla de apisonamiento, aplicando el número preestablecido de golpes. En la primera capa, la varilla debe penetrar su propia altura hasta el fondo de la capa. Durante la compactación de las capas, se debe tener cuidado para evitar dañar el fondo del molde. Se debe de manera uniforme la acción de la barra a lo largo de la sección transversal del molde.

Para las capas superiores, la varilla de apisonamiento debe atravesar toda la altura de la capa. Esto permitirá que la varilla penetre en la capa previa aproximadamente 25 mm. Después de que cada capa se aguarde, se procede a golpear las paredes del molde con un martillo entre 10 a 15 veces para eliminar cualquier vacío o burbuja de aire atrapado. El cilindro desechable, que es susceptible a dañarse con el martilleo, se golpea con la mano abierta.

Una vez golpeados los lados del encofrado, cada capa de concreto se distribuye a lo largo de los bordes del encofrado cilíndrico y el borde del encofrado de vigas mediante el uso de una paleta u otra herramienta apropiada. Es importante tener en cuenta los espacios en el encofrado que no se llenaron completamente con el concreto durante la consolidación de la capa superior. Eventual exceso de concreto debe ser retirado del encofrado. (NTP 339.033, 2015).

Curado: El procedimiento utilizado es un procedimiento de recocado estándar en el que se mantiene agua libre en las superficies de probetas cilíndricas y vigas a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ según NTP 334.077 después del decapado.



Figura 20: Curado estándar de probetas cilíndricas y vigas

3.9.5. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto

El procedimiento para evaluar la resistencia a la compresión implica someter a una muestra preparada a una carga de compresión axial a una velocidad específica hasta que se produzca su fractura (59 p. 1). Estos resultados se emplean para el control de calidad en la preparación y vertido del hormigón, así como para evaluar la eficacia de las mezclas y aditivos utilizados en el diseño. La instrumentación necesaria para obtener estos resultados consiste en una prensa de prueba de compresión equipada con dos bloques de carga de acero, cada uno con dos superficies resistentes. Es esencial calibrar esta instrumentación de manera regular, con una frecuencia anual. Es importante tener en cuenta que los valores máximos permitidos para los dos bloques utilizados en el proceso de prueba no deben exceder los límites indicados en la Tabla 12.

Tabla 12: Diámetro máximo de espécimen de ensayo en relación al diámetro máximo de cara de la carga

<i>DIÁMETRO DEL ESPECIMEN DE ENSAYO (MM)</i>	<i>DIÁMETRO MÁXIMO DE LA CARA DE CARGA (MM)</i>
51	102
76	127
102	165
152	254
203	279

Fuente: MTC E 704-2000

Procedimiento:

Es necesario llevar a cabo la prueba de compresión de forma inmediata después de extraer las muestras curadas de la cámara de curado, ya que es crucial que se sometan a la prueba en un entorno húmedo. El intervalo de tiempo en el que ocurre la fractura debe ajustarse a los valores aceptables especificados en la Tabla 13.

Tabla 13: Tabla de tolerancias de tiempo permisibles para roturar probetas cilíndricas

<i>Edad de ensayo</i>	<i>Tolerancia permisible</i>
24	± 0.5 horas a 2.1 %
3	2 horas a 2.8 %
7	6 horas a 3.1 %
28	20 horas a 3.0 %
90	2 días a 2.2%

Fuente: MTC E 704-2000

Inicialmente, ubique la muestra entre los bloques de carga, asegurándose de colocarla en la plataforma del dispositivo de prueba. Previo a esto, proceda a limpiar tanto la superficie superior como la inferior de la muestra. Antes de aplicar cualquier carga, es esencial verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero. A lo largo de la segunda mitad de la fase de precarga, es fundamental mantener una tasa constante de incremento de carga. Para evitar la imposición de cargas impactantes sobre la muestra, administre una tasa de carga elevada pero controlada.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Contratacion de hipótesis

Los resultados de la evaluación del efecto del 0%, 1%, 1.5% y 2.0% de mucílago de nopal sobre la trabajabilidad del concreto, la resistencia a la abrasión del concreto, la resistencia a la compresión del concreto y la resistencia a la compresión y espesor de pavimento se evalúan para el análisis estadístico.

Contratación de la hipótesis 2: La adición de mucílago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la trabajabilidad del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 14: Prueba de normalidad de la variable trabajabilidad

Estadístico	Shapiro-Wilk	
	gl	Sig.
0,964	3	0,637
0,750	3	0,500
0,964	3	0,637
1,000	3	1,000

Conclusión: se acepta la hipótesis nula, los niveles de significación asintótica bilateral (0.637, 0.500 y 0.637 y 1.00) obtenidos son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). por lo tanto: La distribución de la variable trabajabilidad no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H0: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% no influye significativamente en la trabajabilidad del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

H1: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la trabajabilidad del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 15: Prueba T para comparar muestras relacionadas en el slump del concreto

Pruebas de diseño	t	gl	Sig. (bilateral)
D PATRON	-21,053	2	0,003
T1+0.5% MN	-11,693	2	0,013
T1+1%MN	-20,321	2	0,003
T1+2%MN	-20,000	2	0,003

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: el slump disminuye entre los concretos elaborados incorporando mucilago de nopal con respecto a la muestra de concreto patrón o muestra de referencia en su estado fresco.

Contrastación de la hipótesis 3: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la resistencia a la abrasión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 16: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la abrasión del concreto

Estadístico	Shapiro-Wilk	
	gl	Sig.
0,874	3	0,621
0,850	3	0,651
0,994	3	0,747
1,000	3	0.921

Conclusión: se acepta H_0 porque los niveles de significación asintótica bilateral (0.621, 0.651, 0.747 y 0.921) obtenidos son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la variable resistencia a la abrasión del concreto no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H_0 : La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% no influye significativamente en la resistencia a la abrasión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

H_1 : La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la resistencia a la abrasión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 17: Prueba T para comparar muestras relacionadas

Pruebas de diseño	t	gl	Sig. (bilateral)
D PATRON	-14,154	2	0,01
T1+1% MN	-14,873	2	0,033
T1+1.5%MN	-10,221	2	0,017
T1+2%MN	-10,000	2	0,027

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: la resistencia a la abrasión del concreto se incrementa entre los concretos elaborados incorporando mucilago de nopal en la muestra de concreto patrón o muestra de referencia.

Contrastación de la hipótesis 4: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 18: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la compresión concreto

Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.
0,764	3	0,901
0,830	3	0,571
0,984	3	0,687
1,000	3	0.681

Conclusión: se acepta H_0 porque los niveles de significación asintótica bilateral (0.901, 0.571, 0.687 y 0.681) obtenidos son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H_0 : La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% no influye significativamente y de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

H1: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente y de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 19: Prueba T para comparar muestras relacionadas

Pruebas de diseño	t	gl	Sig. (bilateral)
D PATRON	-22,044	2	0,001
T1+1% MN	-12,961	2	0,025
T1+1.5%MN	-19,147	2	0,007
T1+2%MC	-19,000	2	0,009

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: la resistencia a la compresion del concreto aumenta entre los concretos elaborados incorporando mucilago de nopal en la muestra de concreto patrón o muestra de referencia.

Contrastación de la hipótesis 5: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la resistencia a la flexion del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 20: Prueba de normalidad de la variable resistencia a la flexion concreto

Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.
0,704	3	0,522
0,740	3	0,611
0,814	3	0,744
1,000	3	0.844

Conclusión: se acepta H_0 porque los niveles de significación asintótica bilateral (0.522, 0.611, 0.744 y 0.844) obtenidos son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la variable resistencia a la flexion del concreto no se

desvía de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H0: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% no influye significativamente en la resistencia a la flexion del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

H1: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en la resistencia a la flexion del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Tabla 21: Prueba T para comparar muestras relacionadas

Pruebas de diseño	t	gl	Sig. (bilateral)
D PATRON	-13,020	2	0,004
T1+1% MN	-10,210	2	0,002
T1+1.5%MN	-17,554	2	0,041
T1+2%MN	-17,000	2	0,035

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: la resistencia a la flexion del concreto incrementa entre los concretos elaborados incorporando mucilago de nopal, con respecto a la muestra de concreto patrón o muestra de referencia.

Contrastación de la hipótesis 6: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en el espesor de losa del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 22: Prueba de normalidad de la variable espesor de losa de concreto

Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.
0,647	2	0,625
0,582	2	0,811
0,857	2	0,589
1,000	2	0,932

Conclusión: se acepta H0 porque los niveles de significación asintótica bilateral (0.625, 0.811, 0.589 y 0.932) obtenidos son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la variable espesor de losa no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H0: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% no influye significativamente en el espesor de losa de concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$.

H1: La adición de mucilago de nopal al 0%, 1%, 1.5% y 2% influye significativamente en el espesor de losa de concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 23: Prueba T para comparar una muestra a un valor

Pruebas de diseño	t	gl	Sig. (bilateral)
D PATRON	-16,003	2	0,008
T1+0.5% MN	-11,113	2	0,006
T1+1%MN	-16,442	2	0,005
T1+2%MN	-16,000	2	0,003

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: el espesor de losa de pavimento disminuye entre los concretos elaborados incorporando mucilago de nopal en la muestra de concreto patrón o muestra de referencia en su estado fresco.

4.2. Análisis e interpretación

El concreto con una resistencia nominal $F'c=210$ kg/cm² ha sido desarrollado siguiendo el método ACI 211, el cual es ampliamente utilizado en el contexto peruano. Este método se apoya en tablas que hacen uso del principio del módulo de finura y selecciona los agregados según la norma ASTM C-33. Tras la ejecución de las pruebas pertinentes al agregado fino, se ha calculado un módulo de finura de 3.2, lo que cumple con las especificaciones técnicas establecidas en la norma NTP 400.012. Respecto al contenido de humedad, la norma NTP 339.185 establece un tope máximo del 8% para el agregado fino. Nuestros análisis han reflejado un valor de 4,84%, el cual se encuentra dentro de los parámetros recomendados. En el caso del agregado grueso, hemos obtenido un resultado de 2.53%, cumpliendo con los requisitos especificados por la norma ya que el valor máximo sugerido es del 4%. Ambos tipos de agregados satisfacen las exigencias estipuladas en el diseño del concreto.

4.2.1. Procedimiento para la obtencion del mucilago de cactus de Nopal para la adicion al concreto $f'c=210$ kg/cm² para su aplicación en pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

No existe una técnica estandarizada para extraer el mucilago de cactus de Nopal, esto se debe a que el método depende de la fuente (pericarpio o fruto) y de la parte específica de la

planta (piel, pulpa o semilla). Los métodos de extracción de mucílago reportados en varios estudios realizados van desde métodos muy simples como (Vargas & Ramos, 2003) hasta métodos más complejos como Habibi, et.al., (2005). El método depende de la fuente del mucílago (piel o fruto) y de la parte específica de donde se extrae el hidrocoloide (piel, pulpa o semilla). Realice las modificaciones necesarias al procedimiento simple de acuerdo con lo anterior y la pureza deseada.

- Se buscaron cactus de Nopal con una edad entre 2 – 3 años, procedentes del distrito de Quinua, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

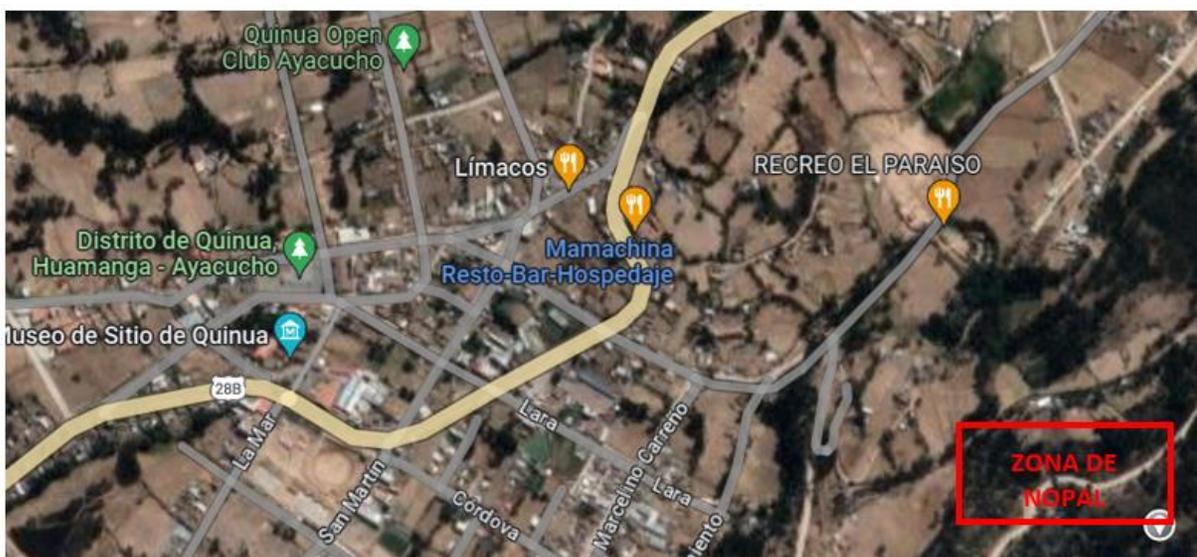


Figura 21: Selección de la zona de procedencia del cactus de Nopal

Trabajo de laboratorio

Extracción del mucílago de cactus de Nopal, se realizó el siguiente procedimiento:

A. Acondicionado de los cactus

Se lavó con agua potable la parte del cactus a utilizar y se cepilló para retirar restos de espinas facilitando su manipulación.

B. Extracción

Se realizaron cortes circulares de espesor variable entre los 50 y 70 mm, se procedió al despojó de la epidermis del cactus con la ayuda de un cuchillo.

Se mezclan 2.5 kg de las rodajas de cactus previamente pelada con 1 litro de agua destilada para facilitar la molienda, para facilitar la extracción de principios activos.

C. Extracción de la pasta

Se sometió a la muestra a la extracción sólido-líquida, Considerando ciertos factores como Relación Penca/Agua, Temperatura y tiempo.

4.2.2. Resultados de la influencia de la adición de mucilago de Nopal al 1%, 1.5% y 2% en la trabajabilidad del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Por medio de la prueba del SLUMP se busco determinar la influencia de la adición de mucilago de cactus de Nopal al 1%, 1.5% y 2% en el tipo de asentamiento que exhibe el concreto cuando está fresco, idealmente con el objetivo de estar en el rango de 3 pulgadas a 4 pulgadas, lo que indica la consistencia de los plásticos según lo definido por las normas ASTM C 143 y NTP 339.035.

Tabla 24: Resultados del SLUMP del tratamiento patron y tratamientos con adiciones de mucilago de Nopal.

Tratamientos utilizados			Slump	Variación
T_0	0 +	3.5 plg	0.00%
T_1	0 +	Mucilago de nopal 1.0%	3.0 plg	14.52%
T_2	0 +	Mucilago de nopal 1.5%	2.5 plg	28.57%
T_3	0 +	Mucilago de nopal 2.0%	2.0 plg	42.86%

Interpretación:

En la Tabla 26 se puede observar que el diseño patrón del concreto se encuentra en el rango plástico, con un asentamiento de 3" a 4", cumpliendo con lo especificado en el diseño de mezcla. Por otro lado, los tratamientos adicionales muestran una consistencia que varía entre 3.5, 3, 2.5 y 2 pulgadas de asentamiento, dependiendo de las adiciones de 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de nopal.

De acuerdo con los parámetros establecidos en la norma NTP 339.114 y ASTM C 94 / C94M, los diseños de SLUMP de 3.5, 3, 2.5 y 2 pulgadas de asentamiento para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente, se consideran tolerantes dentro del rango de ± 1 ", lo cual es aceptable para estos tratamientos. Esto demuestra que la adición de mucilago de nopal no afecta significativamente la trabajabilidad del concreto y este se encuentra dentro de los límites aceptables para su aplicación en la construcción de pavimentos rígidos en Ayacucho, donde la norma indica que para pavimentos el slump de diseño puede estar en el rango de 2 pulgadas.

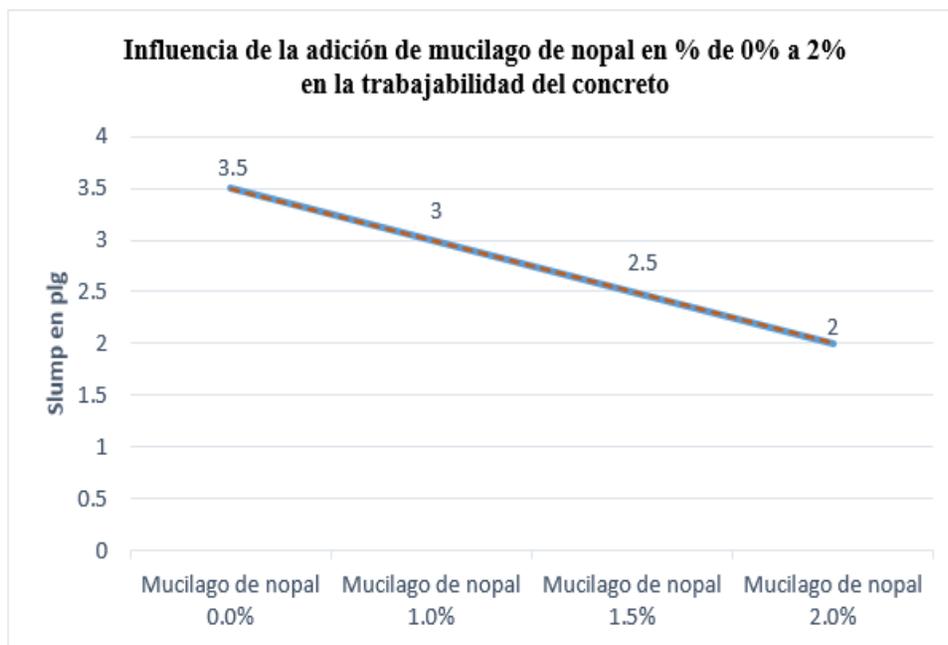


Figura 22: SLUMP vs Tratamientos

En la Figura 27, se puede observar una relación directamente proporcional, ya que el aumento de aditivos naturales como el mucílago de cactus de nopal resulta en una disminución desfavorable en el asentamiento. Esto significa que a medida que se incrementa la cantidad de mucílago de nopal en la mezcla de concreto, la trabajabilidad y fluidez de la mezcla se ven afectadas negativamente, lo que se refleja en un menor asentamiento. Es importante tener en cuenta este aspecto al utilizar el mucílago de nopal como aditivo, ya que podría requerirse ajustar la dosificación para obtener la consistencia deseada en la mezcla de concreto.

4.2.3. Resultados de la influencia de la adición de mucilago de Nopal al 1%, 1.5% y 2% en la resistencia a la abrasión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígidos, Ayacucho, 2022.

Mediante el ensayo de abrasión, se ha buscado evaluar la influencia de la adición de mucílago de cactus de nopal en concentraciones del 1%, 1.5% y 2% en la resistencia a la abrasión que presentan los concretos en estado endurecido. El objetivo principal es asegurar que los concretos cumplan con los parámetros establecidos por la norma ASTM C944-C44M, la cual mide la resistencia al desgaste de la capa de rodadura.

El ensayo de abrasión es fundamental para garantizar que el concreto con aditivos naturales de mucílago de cactus de nopal sea lo suficientemente resistente y duradero para soportar las condiciones de desgaste a las que estará expuesto en su aplicación final como pavimento rígido. Los resultados obtenidos en este ensayo proporcionarán información valiosa sobre el comportamiento del concreto modificado con aditivos naturales, lo que permitirá tomar decisiones informadas y realizar ajustes en la dosificación para asegurar que el pavimento cumpla con los estándares de calidad y resistencia requeridos por la norma. De esta manera, se busca optimizar el diseño del concreto con aditivos de mucílago de cactus de nopal para su aplicación en pavimentos rígidos en el departamento de Ayacucho en el año 2022.

Tabla 25: Resultados del ensayo de abrasión del tratamiento patron y tratamientos con adiciones de mucilago de Nopal.

Tratamiento	Testigo	% de desgaste	Promedio
T0= Diseño patron($f'c=210\text{kg/cm}^2$)	Muestra 1	28.00%	27.00%
	Muestra 2	26.00%	
T1= Diseño patron + 1% de mucilago de nopal	Muestra 1	23.00%	22.00%
	Muestra 2	21.00%	
T2= Diseño patron + 1.5% de mucilago de nopal	Muestra 1	20.00%	19.00%
	Muestra 2	18.00%	
	Muestra 1	14.00%	

T2= Diseño patron + 2% de mucilago de nopal	Muestra 2	12.00%
---	-----------	--------

Interpretación:

En la tabla 15, se puede observar que el diseño patrón presenta un promedio de desgaste por abrasión del 27%. Sin embargo, a medida que se incrementa el porcentaje de mucílago de cactus de Nopal, este índice de abrasión muestra una tendencia decreciente en función del porcentaje de aumento. Los valores promedio obtenidos a los 28 días son de 22%, 19% y 13% para los diversos diseños con la adición de mucílago de cactus de Nopal en un concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm².

Estos resultados indican que la incorporación de mucílago de cactus de Nopal en el concreto conduce a una mejora en la resistencia al desgaste por abrasión. A medida que se aumenta el porcentaje de ampliaciones, el concreto tiende a volverse menos susceptible al desgaste, lo cual es un aspecto mejorado para su uso como pavimento rígido en la zona de Ayacucho en el año 2022.

El ensayo realizado proporciona una indicación importante de la resistencia al desgaste relativo del mortero y concreto, y se basa en pruebas a núcleos o especímenes fabricados de acuerdo con las normas ASTM C418 o C779. Estos resultados son relevantes para el diseño y optimización del concreto con aditivos de mucílago de Nopal, ajustar las proporciones para obtener un pavimento con una resistencia al desgaste adecuada según los estándares establecidos.

4.2.4. Resultados del efecto de la adición de mucilago de Nopal al 1%, 1.5% y 2% en la resistencia a la compresion del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Los resultados de resistencia a la compresión se obtuvieron mediante la aplicación de una carga de compresión axial continua sobre cilindros de concreto. Este procedimiento se realizó siguiendo las especificaciones de la norma técnica NTP 339.034 - 2015. Para calcular la resistencia a la compresión, se dividió la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal de la sonda.

Es importante destacar que estos valores de resistencia a la compresión son influenciados por varios factores, como el tamaño y la forma de la probeta, la dosificación y mezcla de los materiales, la edad del concreto, las condiciones de temperatura durante el proceso de curado, entre otros.

Los resultados obtenidos a partir de estos ensayos proporcionaron información crucial sobre la calidad y capacidad del concreto diseñado con la mejora de mucílago de Nopal. Estos datos son fundamentales para evaluar si el concreto cumple con los requisitos de resistencia necesarios para su uso como pavimento rígido en el departamento de Ayacucho en el año 2022.

Al conocer los valores de resistencia a la compresión de cada diseño con diferentes porcentajes de aumento de mucílago de Nopal, se podrá determinar la influencia directa que este aditivo natural tiene en las propiedades mecánicas del concreto, obteniendo así su formulación para alcanzar los estándares requeridos en la construcción de pavimentos rígidos en la mencionada zona.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² – del tratamiento control.

Tabla 26: Resumen de promedios de la resistencia a la compresión del tratamiento control a los días de rotura

PORCENTAJE DE ADICIÓN	EDAD (DÍAS)	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIAMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA		
					RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	PROMEDIO (Kgf/cm ²)	% RESISTENCIA DE TESTIGO
T0- 0% Mucilago de Nopal	7 DÍAS	Testigo 1	33.970	15.22	195.8	180.5	93.24
		Testigo 2	35.520	15.22	189.25		90.12
		Testigo 3	35.256	15.22	156.35		74.45
	14 DÍAS	Testigo 1	49.760	15.22	202.07	205.7	96.22
		Testigo 2	49.880	15.22	208.45		99.26
		Testigo 3	49.856	15.22	206.47		98.32
	28 DÍAS	Testigo 1	57.145	15.22	290.05	293.4	138.12
		Testigo 2	57.895	15.22	292.05		139.07
		Testigo 3	58.145	15.22	298.03		141.92

Tabla 27: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y resistencia mínima esperada del T0 – 0% de adición.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% RESISTENCIA DE TESTIGO
T0- 0%	7 DÍAS	180.5	147	85.95
Mucilago de Nopal	14 DÍAS	205.7	184	97.95
	28 DÍAS	293.4	210	139.71

En la tabla 17, se observa el comportamiento normal de un concreto convencional ya que la resistencia a la compresión del T0 (muestra patrón sin adición de mucilago de Nopal) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de mucilago de cactus de Nopal en proporciones de 1%.

Tabla 28: Resumen de promedios de porcentajes de adición de mucilago de Nopal en proporciones de 1%.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	EDAD (DÍAS)	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIAMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	% RESISTENCIA DE TESTIGO
T1= To + Mucilago de cactus de Nopal al 1%	7 DÍAS	Testigo 1	39.080	15.22	213.5	223.17	101.7
		Testigo 2	42.740	15.22	235.8		112.3
		Testigo 3	40.056	15.22	220.2		104.8
	14 DÍAS	Testigo 1	53.680	15.22	295.8	297.40	140.9
		Testigo 2	54.480	15.22	299.6		142.7
		Testigo 3	54.025	15.22	296.7		141.3
	28 DÍAS	Testigo 1	61.258	15.22	336.7	341.23	160.3
		Testigo 2	62.475	15.22	342.3		163.0
		Testigo 3	63.415	15.22	344.7		164.1

Tabla 29: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y resistencia mínima esperada del T1 – 1% de de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 kg/cm ²
T1= To + Mucilago de cactus de San Pedro al 1%	7 DÍAS	223.17	147	106.3%
	14 DÍAS	297.40	184	141.6%
	28 DÍAS	341.23	210	162.5%

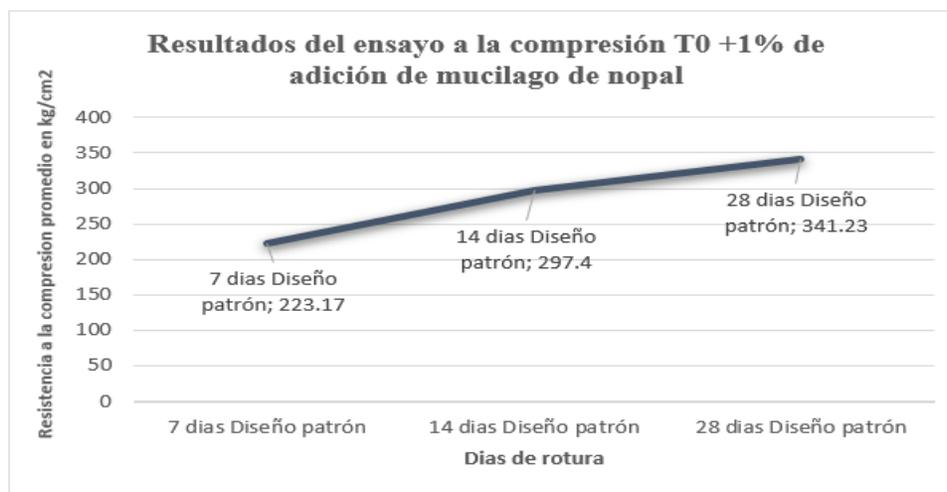


Figura 23: Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de T1= To + Mucilago de cactus de Nopal al 1% en función a los días de rotura.

En la figura 28, se observa también el comportamiento normal del concreto ya que la resistencia a la compresión del tratamiento T1 (muestra con adición de 1% de Mucilago de Nopal) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de Mucilago de Nopal al 1.5%

Tabla 30: Resumen de promedios de porcentajes de adición del 1.5% de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	EDAD (DÍAS)	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIAMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	% RESISTENCIA DE TESTIGO
T2= To + Mucilago de cactus de Nopal al 1.5%	7 DÍAS	Testigo 1	47.870	15.22	262.9	270.5	125.2
		Testigo 2	50.160	15.22	275.3		131.1
		Testigo 3	49.854	15.22	273.3		130.1
	14 DÍAS	Testigo 1	60.640	15.22	332.0	339.47	158.1
		Testigo 2	62.670	15.22	343.8		163.7
		Testigo 3	62.415	15.22	342.6		163.1
	28 DÍAS	Testigo 1	69.584	15.22	381.0	376.73	181.4
		Testigo 2	69.145	15.22	380.5		181.2
		Testigo 3	67.254	15.22	368.7		175.6

Tabla 31: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y resistencia mínima esperada del T2 – 1.5% de de mucilago de Nopal en función a los días de rotura.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 kg/cm ²
T1= To + Mucilago de cactus de San Pedro al 1.5%	7 DÍAS	270.5	147	128.8%
	14 DÍAS	339.47	184	161.6%
	28 DÍAS	376.73	210	179.4%

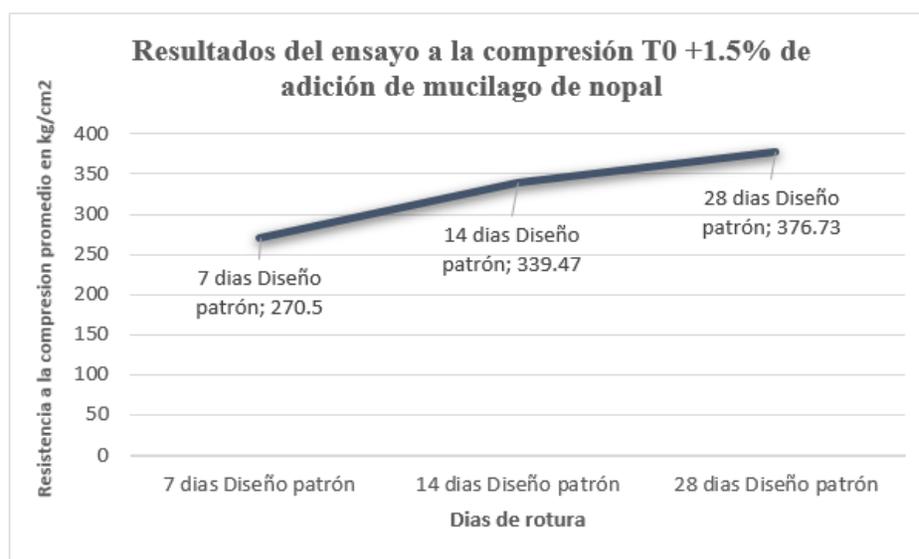


Figura 24: Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% de mucilago de Nopal en función a los días de rotura

En la figura 29, de igual manera se observa el comportamiento normal del concreto ya que la resistencia a la compresión para el T2 (muestra con adición de 1.5% de de mucilago de Nopal) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura.

Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de de mucilago de cactus de Nopal al 2%.

Tabla 32: Resumen de promedios de porcentajes de adición del 2.0% de de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	EDAD (DÍAS)	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIAMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA IA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA IA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	% RESISTENCIA IA DE TESTIGO
T2= To + Mucilago de cactus de Nopal al 1.5%	7 DÍAS	Testigo 1	53.790	15.22	295.7	280.6	140.8
		Testigo 2	50.400	15.22	276.1		131.5
		Testigo 3	49.254	15.22	270.0		128.6
	14 DÍAS	Testigo 1	62.720	15.22	344.7	348.2	164.2
		Testigo 2	64.590	15.22	353.6		168.4
		Testigo 3	63.415	15.22	346.3		164.9
	28 DÍAS	Testigo 1	71.526	15.22	393.7	395.0	187.5
		Testigo 2	72.256	15.22	397.9		189.5
		Testigo 3	71.485	15.22	393.4		187.3

Tabla 33: Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y resistencia mínima esperada del T3 – 2.0% de Mucilago de Nopal en función a los días de rotura.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210$ kg/cm ²
T3= To + Mucilago de cactus de San Pedro al 2%	7 DÍAS	280.6	147	133.6%
	14 DÍAS	348.2	184	165.8%
	28 DÍAS	395.0	210	188.1%

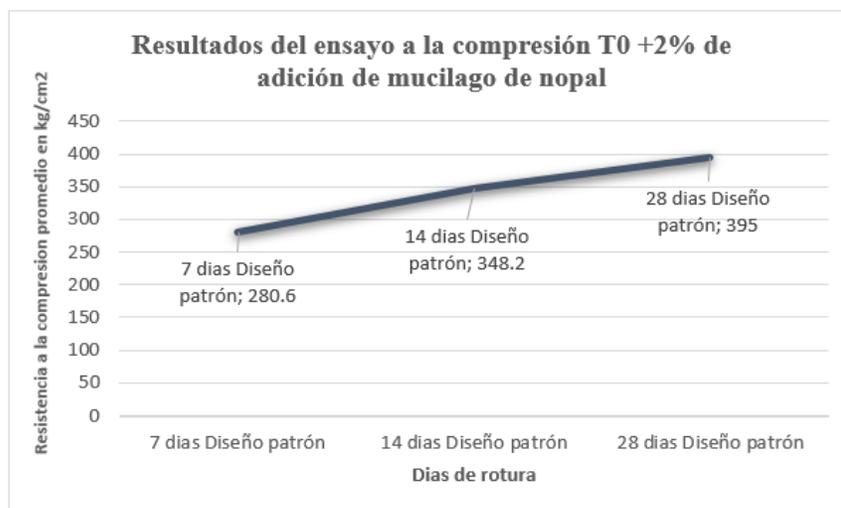


Figura 25: Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 2.0% de Mucilago de Nopal en función a los días de rotura

En la figura 30, se observa también el comportamiento normal del concreto ya que la resistencia a la compresión en el tratamiento T3 (muestra con adición de 2.0% de Mucilago de Nopal) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de testigos de concreto a los 7, 14 y 28 días con adiciones de 0%, 1%, 1.5% - 2.0% de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	TESTIGO	7 DIAS	PROMEDIO	14 DIAS	PROMEDIO	28 DIAS	PROMEDIO
T0	Testigo 1	195.8		202.07		290.05	
	Testigo 2	189.25	180.5	208.45	205.70	292.05	293.4
	Testigo 3	156.35		208.07		298.03	
T1	Testigo 1	213.5		295.8		336.7	
	Testigo 2	235.8	223.17	299.6	297.40	342.3	341.23
	Testigo 3	220.2		296.7		344.7	
T2	Testigo 1	262.9		332.0		381.0	
	Testigo 2	275.3	270.5	343.8	339.47	380.5	395.0
	Testigo 3	273.3		342.6		368.7	
T3	Testigo 1	295.7		394.7		445.7	
	Testigo 2	310.1	315.27	383.6	388.20	439.9	445.3
	Testigo 3	340.0		386.3		450.4	

En la tabla anterior se observa que el tratamiento T3 en las edades de 7, 14 y 28 días obtuvo las resistencias más altas de compresión con valores a los 7 días de 280.6 kgf/cm², del mismo modo a los 14 días el resultado fue de 348.2 kgf/cm² y a los 28 días los resultados muestran un valor de 395kgf/cm², todos ellos por encima del valor de diseño.

Tabla 34: Comparación de la resistencia a la compresión con la muestra patrón

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍAS DE ROTURA		
	7	14	28
T0 - 0% De Adición	0.00%	0.00%	0.00%
T1 - 1% Mucilago Nopal	6.3%	32.6%	6.46%
T2 - 1.5% Mucilago De Nopal	23.27%	13.55%	15.03%
T3 - 2.0% Mucilago De Nopal	37.97%	21.59%	23.78%

4.2.5. Resultados del efecto de la adición de mucilago de Nopal al 1%, 1.5% y 2% en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

Se presentan los resultados luego de aplicar una carga en los tercios de luz de la viga hasta que se produzca la falla de acuerdo a la NTP 339.078 – 2012.

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ – del tratamiento control.

Tabla 35: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T0 – 0% de adición

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)
T0 - 0% DE ADICIÓN	28 DÍAS	Vigueta 1	2920	55.05	15.02	15.11	46.88	46.57
		Vigueta 2	2930	55.07	15.18	15.20	46.01	
		Vigueta 3	2942	55.10	15.10	15.14	46.83	

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de mucilago de cactus de Nopal en proporciones al 1%.

Tabla 36: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T1 con la adición de 1% de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)
T1 - 1% MUCILAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO	28 DÍAS	Vigueta 1	3030	55.30	15.40	15.14	47.47	48.66
		Vigueta 2	3095	55.25	15.12	15.14	49.34	
		Vigueta 3	3075	55.20	15.12	15.11	49.17	

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de con la adición de 1.5% de mucilago de Nopal.

Tabla 37: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T2 con la adición de 1.5% de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)
T2 - 1.5% MUCILAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO	28 DÍAS	Vigueta 1	3412	55.40	15.11	15.42	52.61	53.03
		Vigueta 2	3403	55.28	15.14	15.43	52.19	
		Vigueta 3	3399	55.14	15.14	15.10	54.29	

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de 2% de mucilago de Nopal .

Tabla 38: Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T3 con la adición de 2% de mucilago de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)
T3 – 2% MUCILAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO	28 DÍAS	Vigueta 1	3545	55.10	15.12	15.10	56.66	55.27
		Vigueta 2	3502	55.12	15.20	15.14	55.40	
		Vigueta 3	3415	55.10	15.15	15.20	53.76	

- Comparación de la resistencia a la flexión de viguetas de concreto con adiciones de mucilago de Nopal de 0%, 1%, 1.5% y 2.0% en combinaciones a los 28 días de madurez.

Tabla 39: Resumen de la comparación de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	TESTIGO	28 DIAS	PROMEDIO
T0	Viga 1	46.88	46.57
	Viga 2	46.01	
	Viga 3	46.83	
T1	Viga 1	47.47	48.66
	Viga 2	49.34	
	Viga 3	49.17	
T2	Viga 1	52.61	53.03
	Viga 2	52.19	
	Viga 3	54.29	
T3	Viga 1	56.66	55.27
	Viga 2	55.40	
	Viga 3	53.76	

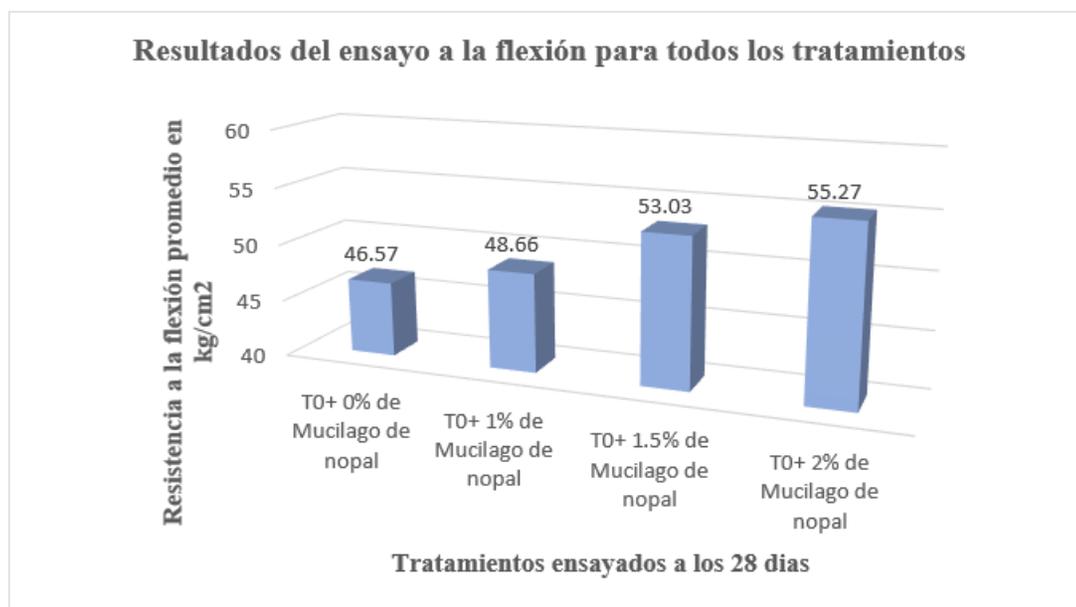


Figura 26: Comportamiento de la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto con adiciones de mucilago de Nopal a los 28 días de madurez.

En la figura 31 se observa que a la edad de veintiocho días se obtuvieron valores de módulos de ruptura de 46.57 Mod. Rup. (Kgf/cm²) para un diseño sin adición de mucilago de cactus de Nopal, 48.66 Mod. Rup. (Kgf/cm²) para un diseño con adición de 1% de mucilago de cactus de Nopal, 53.03 Mod. Rup. (Kgf/cm²) para un diseño con adición de 1.5% de mucilago de cactus de Nopal y 55.27 Mod. Rup. (Kgf/cm²) para un diseño con adición de 2% de mucilago de cactus de Nopal.

A partir de estos resultados se puede interpretar que con el T3 donde se adiciona 2.0% de mucilago de cactus de Nopal se obtienen los porcentajes más óptimos de estos aditivos naturales para alcanzar mayores resistencias a flexión en comparación a los demás tratamientos.

4.2.6. Resultados del calculo el espesor de la losa a partir de los resultados de la resistencia a la compresion y flexion para el concreto hidráulico $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos de mediano transito con la metodología ASSTHO, Ayacucho, 2022.

Teniendo como resultados previos las nuevas consideraciones de un diseño de concreto de alta resistencia y conociendo que este un factor determinate en la construcción de diversas obras de concreto se tienen las siguientes consideraciones para demostrar la influencia del mucilago de nopal en el concreto.

Considere las resistencias a compresiones del concreto de 28 días con $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, el mejor resultado con la adición de 2% de mucilago de nopal

Para responder el tercer objetivo y encontrar el espesor de un pavimento ideal en base a los resultados anteriores es necesario diseñar un pavimento tomando en consideración las fórmulas utilizadas en el diseño con la metodología ASSTHO.

4.2.6.1. Cálculo de carga de tránsito (W_{82})

Se realizó el conteo vehicular de la Avenida Javier Perez de Cuellar Cdra 2 para determinar el ESAL de diseño, en la tabla 30 se presenta el cálculo ESAL para vehículo ligeros.

Tabla 40: Resumen del calculo de esal para vehículos ligeros

Tipo de Vehículo	Vehículos ligeros							
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros	
	delante	post.	delante	post.	delante	post.	delante	post.
Carga	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3
Lx (kips)	2.2059	1.7647	2.6471	3.3089	3.3089	4.4118	4.4118	6.6177
IMD	16316	16316	0	0	885.00	885	1457	1457
r%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Gt	-0.0792	0.0792	-0.0792	0.0792	-0.0792	0.0792	-0.0792	0.0792
L2	1	1	1	1	1	1	1	1
B18	1	1	1	1	1	1	1	1
βx	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.5704	3.8674	3.3117	2.9771	2.9771	2.5198	2.5198	1.8338
G = Wt/Wtx	0.0003	0.0001	0.0005	0.0011	0.0011	0.003	0.003	0.0147
G Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870
ESAL	20098	10141	0	0	3660	10490	17270	83805
Total	145463.4991							

En la tabla 31 se presenta la determinación del ESAL para bus.

Tabla 41: Resumen del calculo de esal para bus.

Tipo de Vehículo	Bus			
	2E		3E	
	delante	post.	delante	post.
Carga	7	11	7	16
Lx (kips)	15.4413	24.2649	15.4413	35.2944
IMD	0	0	424	424
r%	0.03	0.03	0.03	0.03
Gt	-0.079181	-0.079181	-0.079181	-0.079181
L2	1	1	1	2
B18	1	1	1	1
βx	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	0.2902166	-0.57179	0.2902166	-0.365774
G = Wt/Wtx	0.5126057	3.7306938	0.5126057	2.3215258
G Y	26.870	26.870	26.870	26.870
ESAL	0	0	852659.87	3861588.2
Total	4714248.039			

En la tabla 42 se presenta la determinación del ESAL para camiones unitarios.

Tabla 42: Resumen del calculo de esal para bus.

Tipo de Vehículo	Camiones unitarios					
	2E		3E		4E	
	delante	post.	delante	post.	delante	post.
Carga	7	11	7	18	7	23
Lx (kips)	15.4413	24.2649	15.4413	39.7062	15.4413	50.7357
IMD	0	0	242	242	0	0
r%	0.03	0.03	0.045	0.045	0.04	0.04
Gt	-0.079181	-0.079181	-0.079181	-0.079181	-0.079181	-0.079181
L2	1	1	1	2	1	3
B18	1	1	1	1	1	1
β_x	1	1	1	1	1	1
$\log(W_{tx}/W_t)$	0.2902166	-0.57179	0.2902166	-0.590107	0.2902166	-0.521015
$G = W_t/W_{tx}$	0.5126057	3.7306938	0.5126057	3.8914087	0.5126057	3.3190615
G Y	26.870	26.870	31.371	31.371	29.778	29.778
ESAL	0	0	568179.86	4313296.2	0	0
Total	4881476.093					

Para finalizar, en la tabla 43 se presenta el cálculo de ESAL para vehículos de tipo semitrailer.

Tabla 43: Resumen del calculo de esal para semitrailer.

Tipo de Vehículo	Semitrailer											
	2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3		
	delante	centr.	post.	delante	centr.	post.	delante	centr.	post.	delante	centr.	post.
Carga	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25
Lx (kips)	15.441	24.265	39.706	15.441	24.265	55.148	15.441	39.706	39.706	15.441	39.706	55.148
IMD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Gt	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792	-0.0792
L2	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
βx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	0.2902	-0.5718	-0.5901	0.2902	-0.5718	-0.6793	0.2902	-0.5901	-0.5901	0.2902	-0.5901	-0.6793
G = Wt/Wtx	0.5126	3.7307	3.8914	0.5126	3.7307	4.779	0.5126	3.8914	3.8914	0.5126	3.8914	4.779
G Y	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870
ESAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0											

Para la obtención de la carga total (W82) ejercida por el tránsito en el pavimento se realiza la sumatoria de todos los tipos de vehículos contados para el estudio (ver tabla 44).

Tabla 44: Cálculo de W82

Tipo de vehículo	W ₈₂
Vehículos ligeros	145463.4991
Bus	4714248.039
Camiones unitarios	4881476.093
Semitrailer	0
Total	9741187.631

4.2.6.2. Cálculo de serviciabilidad (ΔPSI)

Seguidamente se realizó el cálculo de la serviciabilidad de acuerdo a la ecuación:

$$\Delta PSI = 4.5 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.5$$

4.2.6.3. Cálculo de coeficiente de drenaje (Cd)

$$Cd = 1$$

4.2.6.4. Cálculo de coeficiente de transferencia de cargas (J)

$$J = 3$$

4.2.6.5. Cálculo de módulo de elasticidad (Ec)

En la tabla 45 se presenta la relación obtenida entre la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.

Tabla 45: Relación entre la resistencia a la compresión del concreto y el módulo de elasticidad

Códigos	f_c (kg/cm ²)	E_c (MPa)
CS	360.41	28159.08
FMZ-35mm - 20kg/m ³	378.96	28874.72
FMZ-35mm - 30kg/m ³	365.69	28364.48
FMZ-60mm - 20kg/m ³	369.88	28526.82
FMZ-60mm - 30kg/m ³	370.23	28540.10

4.2.6.6. Cálculo de módulo de reacción de la subrasante (k)

Para el cálculo del CBR fue necesario acudir a un laboratorio de suelos para ensayar el suelo en donde se proyecta el caso de estudio, para lo cual se empleó la figura 32.

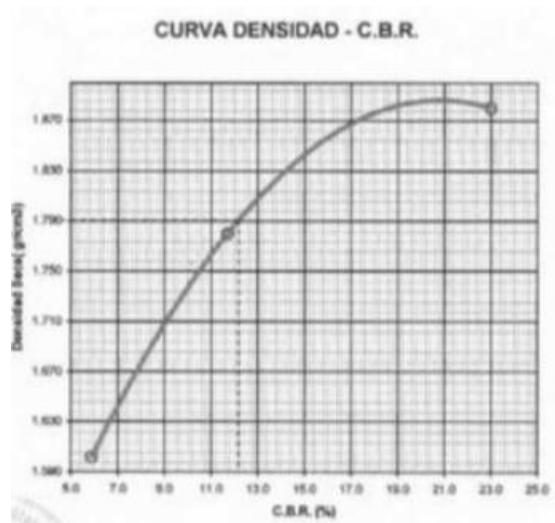


Figura 27: Curva densidad CRB realizada en la Avenida Javier perez de Cueññar cuadra 2

Fuente: Ingeomax S.AC. (2019)

De este modo se obtiene que el CBR es 12%. Según la clasificación del MTC es un resultado “subrasante buena”.

$$\text{Coeficiente de reacción de la sub base } (k_1) = 46 + 9.08[\text{Log}(12)] \text{ 4.34}$$

$$\text{Coeficiente de reacción de la sub base } (k_1) = 58.6 \text{ MPa}$$

$$\text{Coeficiente de reacción de la subrasante } (k_2) = 46 + 9.08[\text{Log}(12)] \text{ 4.34}$$

$$\text{Coeficiente de reacción de la subrasante } (k_2) = 58.6 \text{ MPa}$$

$$\text{Coeficiente de reacción combinado } (k) = \left[1 + \left(\frac{20}{38} \right)^2 * \left(\frac{58.6}{58.6} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{0.5} * 58.6$$

$$\text{Coeficiente de reacción combinado } (k) = 66.26 \text{ MPa/m}$$

4.2.6.7. Cálculo de resistencia a la flexotracción del concreto (MR)

Estos valores fueron obtenidos de los ensayos bajo las normas NTP previamente descritas, los cálculos se obtienen transformando las unidades de kg/cm² a MPa debido a que esa es la unidad con la cual la fórmula AASHTO trabaja (ver tabla 46).

Tabla 46: Resumen del resultado de modulo de rotura

PORCENTAJE DE ADICIÓN	MR PROMEDIO Kg/cm ²	MR PROMEDIO Mpa
T0 + 0% Mucilago	46.57	4.66
T1 + 1% Mucilago	48.66	4.87
T2 + 1.5% Mucilago	53.03	5.3
T3 + 2% Mucilago	55.27	5.53

4.2.6.8. Cálculo del espesor (D)

El espesor se obtiene haciendo interacciones con los valores previamente descritos de tal modo que lo valores de expresión de la izquierda sea lo más próxima a la expresión de la derecha utilizando la fórmula 4. De este modo se obtienen los valores del espesor del pavimento, los cuales se pueden observar en la tabla 47.

Tabla 47: Espesores calculados mediante la fórmula AASHTO para los diferentes proporcionamientos.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	Espesor(mm)	Reducción %
T0 + 0% Mucilago	359	0%
T1 + 1% Mucilago	316	12%
T2 + 1.5% Mucilago	325	9%
T3 + 2% Mucilago	285	21%

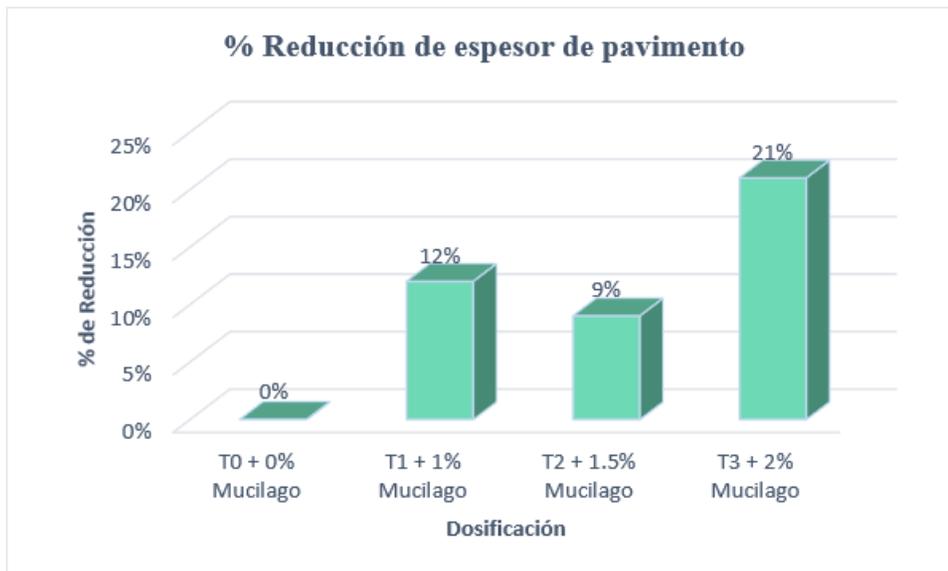


Figura 28: Comparación de los espesores de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal.

Los resultados muestran que, la adición de mucilago de nopal aporta una reducción del 21% en el espesor de pavimentos rígidos. Asimismo, se afirma que a mayor proporción de mucilago de nopal existe una mayor reducción en el espesor de pavimento. El porcentaje óptimo necesario para un pavimento rígido en las condiciones presentadas es la de 2%.

4.2.7. Resultados del costo de la adición de mucilago de de Nopal al concreto hidráulico

$f'c=210\text{kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.

- Comparación de los costos de 1m^3 de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de Nopal.

Tabla 48: Resumen de la comparación de costos de 1m3 de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal.

PORCENTAJE DE ADICIÓN	MATERIAL	UNID	CANT	PRECIO S/	PARCIAL S/	TOTAL S/
T0	Cemento	Kg	372.7	220.00	220.00	267.60
	Agregado G.	Kg	897	28.00	28.00	
	Agregado F.	Kg	837	19.00	19.00	
	Agua	Kg	205	0.60	0.60	
T1	Cemento	Kg	372.7	220.00	220.00	271.50
	Agregado G.	Kg	897	28.00	28.00	
	Agregado F.	Kg	826.7	18.40	18.40	
	Agua	Kg	205	0.60	0.60	
T2	Mucilago a 1%	Kg	3.7	4.50	4.50	273.75
	Cemento	Kg	372.7	220.00	220.00	
	Agregado G.	Kg	897	28.00	28.00	
	Agregado F.	Kg	821.6	18.20	18.20	
	Agua	Kg	205	0.60	0.60	
T3	Mucilago a 1.5%	Kg	5.6	6.75	6.75	276.00
	Cemento	Kg	372.7	220.00	220.00	
	Agregado G.	Kg	897	28.00	28.00	
	Agregado F.	Kg	816.5	18.10	18.10	
	Agua	Kg	205	0.60	0.60	
	Mucilago a 2%	Kg	7.5	9.00	9.00	

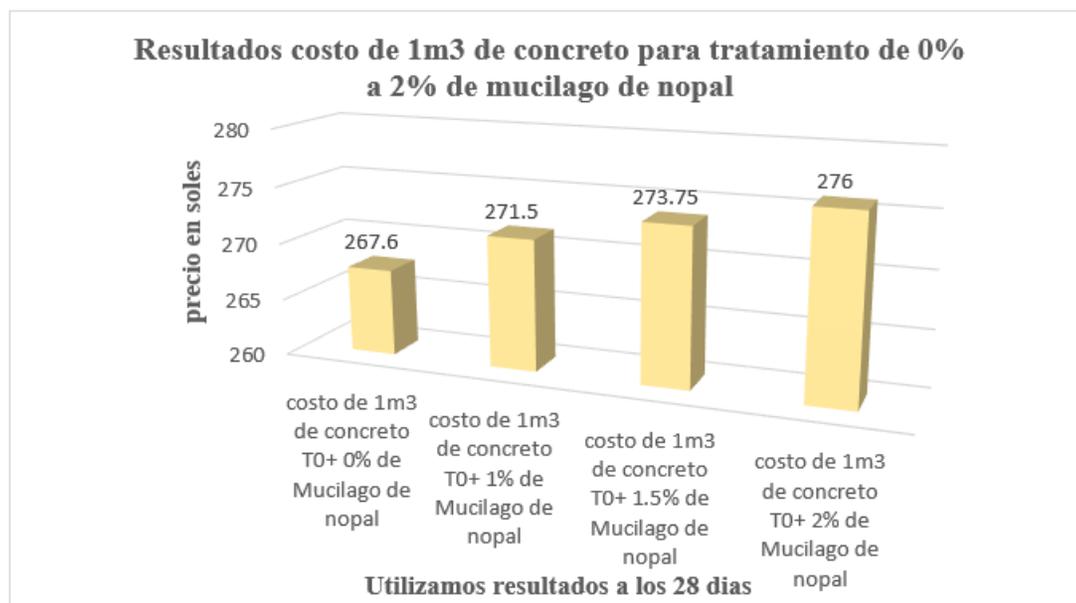


Figura 29: Comparación de los costos de 1m3 de concreto con adiciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% de mucilago de cactus de Nopal.

4.3. **Discusión de resultados**

En base a los resultados encontrados, se puede mencionar que la adición de baba de nopal Nopal demuestra que mejora significativamente las propiedades del concreto $f'c=210$ Kg/Cm², debido a que se pueden entender con mayor detalle las propiedades físicas y mecánicas de la aplicación.

Indicador 1: Procedimiento de obtención del mucilago de Nopal

Para la obtención del mucilago de cactus de Nopal, aditivo natural se pasó por dos procesos antes de utilizar en el concreto, primeramente se extrae el cactus de nopal y luego se realizo los procedimientos y tratamientos para luego utilizarlo en trabajos de concreto de la investigación. El procedimiento utilizado para la extracción partes de cactus de nopal se utilizo herramientas para cortar, medios de transporte para movilizar y del mismo guardar para el siguiente procedimiento: Acondicionado de los cactus. Se lavó con agua potable la parte del cactus a utilizar y se cepilló para retirar restos de espinas facilitando su manipulación. Extracción Se realizaron cortes circulares de espesor variable entre los 50 y 70 mm, se procedio al despojó de la epidermis del cactuscon la ayuda de un cuchillo. Extracción de la pasta. Se sometio a la muestra a la extracción solido-líquida, Considerando ciertos factores como Relación Penca/Agua, Temperatura y tiempo.

Estos resultados, aunque en realidad no existe un método estandarizado para la extracción del mucílago del cactus Nopal, ya que el método varía según la fuente (hojas o frutos) y la parte específica de la planta (piel, pulpa o semilla). Los métodos de extracción de moco reportados en diferentes estudios varían ampliamente, desde métodos muy simples como los reportados por (Vargas & Ramos, 2003).El método varía según la fuente del mucílago (hojas o frutos) y la parte específica (corteza, pulpa o semilla) de donde se obtiene el hidrocoloide.

Dependiendo de lo anterior y del grado de pureza deseado, habrá cambios en el método simple a seguir. Se proporciona una tabla resumen de las etapas de extracción del mucílago del cactus Nopal para resumir la información.

Indicador 2: Trabajabilidad

La trabajabilidad del concreto, al adicionar mucilago de cactus de Nopal, resulta un valor de 3.5 pulgadas para un tratamiento patron, sin adición de ningún material. Para un tratamiento adicionando mucilago de cactus de Nopal en un porcentaje de 1%, se obtuvo un slump de 2.5 pulgadas, para un porcentaje de 1.5%, se obtuvo un slump de 2 pulgadas y para un porcentaje de 2% el slump obtenido fue de 1.5 pulgadas, determinando que se reduce la manipulación (trabajabilidad) de la mezcla de concreto, siendo el resultado mas critico cuando se utiliza un tratamiento con adición de 2% de mucilago de Nopal, resultando una reducción de 57.14% con respecto al diseño patrón.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen FRANCISCO, E.; PFEIFFER, H. y CANO, P., (2017). En su trabajo de investigación titulado: “Influencia del mucilago de nopal y extracto de algas cafés en el grado de hidratación de pastas de Cemento Portland ordinario”. Cuyo objetivo fue determinar la Influencia del mucilago de nopal y extracto de algas cafés en el grado de trabajabilidad de pastas de Cemento Portland ordinario. Concluyeron que, los morteros hechos de cemento con relación agua/cemento igual a 30 por ciento conteniendo adiciones orgánicas, tienen un grado de trabajabilidad superior según el control, pero únicamente en las pastas MP0.30. El efecto retardante de la pulpa del aloe de nopal sobre el fraguado del cemento, es una propiedad que debe ser aprovechada en la elaboración de concreto en climas cálidos para conseguir una trabajabilidad durante un mayor tiempo.

Los resultados de la presente investigación son diferentes a los del antecedente porque se utiliza proporciones distintas.

Indicador 3: Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión en muestras con adición de mucilago de Nopal, se vio beneficiada obteniendo menor desgaste de acuerdo con los resultados plasmados en la tabla numero

Con respecto a este indicador, no se han encontrado antecedentes, sin embargo, se puede afirmar que las mejoras respecto al coeficiente de abrasión son significativamente positivas.

Indicador 4: Resistencia a la compresión

Para la resistencia a compresión del concreto, al adicionar mucilago de cactus de Nopal, se vio beneficiada obteniendo incrementos significativos conforme la adición del mucilago de cactus de Nopal, iba incrementando la resistencia obtenida era mayor.

Para un tratamiento adicionando mucilago de cactus de Nopal en un porcentaje de 1%, se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 341.23 kg/cm², para un porcentaje de 1.5%, se obtuvo un valor superior ubicado en 376.73 kg/cm², y para un porcentaje de 2% la resistencia promedio obtenida a los 28 días fue de 395.00 kg/cm², determinando que a mayor adición de mucilago de Nopal tenemos mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión, siendo el resultado más favorable cuando se utiliza un tratamiento con adición de 2% de mucilago de Nopal, resultando un incremento de 23.78% con un $f'c$ de 395.00kg/cm² con respecto al diseño patrón, mismo que resulto en un $f'c$ de 319.00kg/cm² .

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen OLOYA, R.,PONCE, G. (2019), en su tesis “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” con el **objetivo**, determinar la influencia del aditivo Natural Mucilago de cactus Echinopsis Pachanoi en la resistencia a la compresión, consistencia y la permeabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Trujillo. De acuerdo a los **resultados** obtenidos. Los porcentajes elegidos para adicionar el Mucilago de cactus echinopsis pachanoi a la mezcla de concreto, como aditivo natural influye de manera positiva con la adición de 1.5 % de mucilago, mejorando la resistencia a la compresión en 1.32 %, consistencia en 25% y en la permeabilidad del concreto.

Los resultados de la presente investigación son diferentes a los del antecedente porque se utiliza proporciones distintas.

Indicador 5: Resistencia a la flexión

Para la resistencia a la flexion del concreto, al adicionar mucilago de cactus de Nopal, se vio beneficiada obteniendo incrementos significativos conforme la adición del mucilago de cactus de Nopal, iba incrementando la resistencia obtenida era mayor.

Para un tratamiento adicionando mucilago de cactus de Nopal en un porcentaje de 1%, se obtuvo una resistencia del modulo de rotura promedio a los 28 dias de 48.66 kgf/cm², para un porcentaje de 1.5%, se obtuvo un valor superior ubicado en 53.03 kgf/cm² y para un porcentaje de 2% la resistencia promedio obtenida a los 28 dias fue de 55.27 kgf/cm², determinando que a mayor adición de mucilago de Nopal tenemos mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión, siendo el resultado mas favorable cuando se utiliza un tratamiento con adición de 2% de mucilago de Nopal, resultando un incremento de 15.74% con un modulo de rotura de 55.27kgf/cm² con respecto al diseño patrón, mismo que resulto en un modulo de rotura de 46.57kgf/cm².

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene ESTRELLA S. (2016) Con el objetivo de utilizar las fibras naturales para reforzar elementos de concreto obteniendo como resultados las resistencias a la flexión los valores obtenidos fueron 3,34, 5,29, 4,16 y 6,45 MPa para los tratamientos PC, PC-FRCM, CFRC, CFRC-FRCM, respectivamente, y la viga CRFC-FRCM presentó la mayor capacidad portante en comparación con la muestra patrón. La conclusión final fue que la resistencia a la flexión de las probetas reforzadas con compuestos FRCM aumentó en un 93%.

Indicador 6: Espesor de la losa

El espesor de losa del concreto, al adicionar mucilago de cactus de Nopal, resulta un valor de 21.1 cm para un tratamiento patrón, sin adición de ningún material. Para un tratamiento adicionando mucilago de cactus de Nopal en un porcentaje de 1%, se obtuvo un espesor de losa de 20.4 cm, para un porcentaje de 1.5%, se obtuvo un espesor de losa de 19.4 cm y para un porcentaje de 2% el espesor de losa obtenido fue de 18.4 cm, determinando que se reduce el espesor de losa de concreto, siendo el resultado más favorable cuando se utiliza un tratamiento con adición de 2% de mucilago de Nopal, resultando una reducción de 12.80% con respecto al diseño patrón.

Con respecto a este indicador, no se han encontrado antecedentes, sin embargo, se puede afirmar que las mejoras respecto al espesor de losa son significativamente positivas.

Indicador 7: Costo del concreto

El costo del concreto, al adicionar mucilago de cactus de Nopal, resulta un valor de 267.60 soles para un tratamiento patrón, sin adición de ningún material. Para un tratamiento adicionando mucilago de cactus de Nopal en un porcentaje de 1%, se obtuvo un costo de 285.50 soles, para un porcentaje de 1.5%, se obtuvo un costo de 295.00 soles y para un porcentaje de

2% el costo obtenido fue de 304.00 soles, determinando que se el mayor costo se da cuando se utiliza un tratamiento con adición de 2% de mucilago de Nopal, resultado que se vuelve insignificante, comparado con las mejoras que se obtienen versus incorporación de otro tipo de aditivos, que ofrecen características parecidas, por ejemplo el chema fume.

Con respecto a este indicador, no se han encontrado antecedentes, sin embargo, se puede afirmar que las mejoras respecto al espesor de losa son significativamente positivas.

CONCLUSIONES

La adición de mucílago de nopal en diferentes porcentajes (1%, 1.5% y 2%) en el concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido en Ayacucho, ha demostrado tener un efecto significativo en las propiedades físico-mecánicas del concreto. Los resultados obtenidos muestran que a mayor porcentaje de mucílago de nopal, se observa una mejora en la trabajabilidad del concreto fresco, lo cual es mejora para su manejo durante la colocación en la obra.

Se ha comprobado que la adición de mucílago de nopal al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ influyó de manera positiva en las propiedades de compresión y flexión del material.

Los ensayos de resistencia mecánica han arrojado valores superiores en las mezclas con aditivos naturales, lo que indica que el mucílago de nopal contribuye al incremento de la resistencia del hormigón, lo cual es especialmente relevante para pavimentos rígidos sujetos a cargas de tráfico pesado.

Los resultados obtenidos permiten establecer el espesor óptimo de la losa de pavimento rígido utilizando la metodología TCP (Tráfico, Condiciones y Propiedades) con base en los datos de las propiedades físico-mecánicas del concreto con aumento de mucílago de nopal. Esto es de gran importancia para asegurar la durabilidad y estabilidad del pavimento, optimizando el uso de materiales y recursos.

La evaluación de costos ha demostrado que la adición de mucílago de nopal al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ representa una opción económica y sostenible en comparación con otros aditivos químicos utilizados en la industria de la construcción. Esta alternativa puede reducir los costos asociados a la adquisición

de aditivos comerciales y, al mismo tiempo, contribuir a la promoción de prácticas más amigables con el medio ambiente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar análisis adicionales para evaluar la viabilidad de la adición de mucílago de nopal en otras mezclas de concreto con diferentes resistencias, con el fin de determinar si los efectos observados se mantienen consistentes en distintas especificaciones de concreto.

Se sugiere realizar pruebas de durabilidad y resistencia a largo plazo en las mezclas de concreto con mucílago de nopal, para conocer su comportamiento a lo largo del tiempo y asegurar que mantengan sus propiedades físico-mecánicas durante la vida útil del pavimento rígido.

Es recomendable evaluar la factibilidad de utilizar otras fuentes de mucílago de nopal disponibles en la región, con el objetivo de analizar su efecto en el concreto y verificar si existen variaciones en sus propiedades físico-mecánicas.

Se sugiere investigar el impacto ambiental de la adición de mucílago de nopal al concreto, considerando aspectos como la reducción de emisiones de CO₂ y la disminución del uso de aditivos químicos, con el fin de promover prácticas más sostenibles en la construcción.

Se recomienda comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones previas que hayan empleado aditivos naturales similares en el concreto, con el fin de enriquecer el conocimiento sobre la influencia de las adiciones orgánicas en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Es importante llevar a cabo un análisis económico detallado para determinar la relación costo-beneficio de la mejora de mucílago de nopal en el concreto, considerando tanto el costo del aditivo como las posibles ventajas en términos de

mejora en las propiedades del concreto y su desempeño en pavimentos rígidos. Esto permitirá tomar decisiones informadas en cuanto a la viabilidad de su implementación a gran escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HARMSSEN, T. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Peru: Fondo Editorial PUCP.
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- ABURTO MORENO, Z., ALVARADO QUINTANA, H., & VASQUEZ ALFARO, I. (2018). Influencia del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructura. Obtenido de <https://1library.co/document/6qmgk4wq-influencia-resistencia-compresion-infiltracion-absorcion-fraguado-asentamiento-estructural.html>
- ACI PERÚ. (2015). *Concreto al día*. 04-15.
- ADRIANZEN CHUQUIZUTA, A., & CHUQUIPIONDO GUERRA, M. (2021). "Influencia de la adición del *Echinopsis pachanoi* para mejorar la resistencia de un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, Moyobamba – 2021". Repositorio institucional UCV, Moyobamba. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69618/Adrianzen_CAP-Chuquipiondo_GMR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Babilonia Escallón, I., & Urango Rojas, S. P. (2015). *Uso de aditivos de origen natural integral a masas de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido*. Cartagena de Indias D T. Y C: Universidad de Cartagena.
- Bañez Vega, C. M., & Veramendi Gomez, E. G. (2021). 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: Universidad Cesar Vallejo.
- Bañez Vega, C. M., & Veramendi Gomez, E. G. (2021). *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*.
- Bismarck, A., Aranberri, J., Springer, K., Mohanty, A., Misra, M., Hinrichsenand, G., & Czaplá, S. (2001). *Surface characterization of natural fibers; surface properties and the water up-take behavior of modified sisal and coir fibers*. Green Chemistry.
- Carbajo, A., & Valverde, H. (2013). *Resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con adición del 2% del mucílago de tuna, en relación al curado con el uso del agua de mar y agua residual agrícola*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- Carrillo, J., Aperador, W., & González, G. (2013). Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. *14*(3).

- Condori Yalli, J. D., & Carlos Herrera, D. Q. (2016). *Propiedades mecánicas de los materiales*. Universidad Nacional de ingeniería.
- Díaz Blanco, Y., Menchaca Campos, E. C., Rocabrano Valdés, C. I., & Uruchurtu Chavarín, J. (2019). *Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto*. Cuernavaca: ALCONPAT.
- Diaz, Menchaca, Rocabrano, & Uchururtu. (2019). *Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto*. Mexico, Mexico, Mexico. doi:<http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.429>
- Duarte, Queiroz, Sanches, Vicentini, & Dedini. (2012). *Ethnobotant of Natural Fibres-Bactris setosa (tucum) in a Traditional Rural Community*. Poland: Fibres & Textiles in Eastern Europe.
- Espinoza Carvajal, M. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azucar*. Cuenca: UNiversidad de c.
- Estrella, S. A. (2016). *Estudio de un material compuesto a base de fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas de elementos de concreto reforzado*. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- FERNANDEZ GOMEZ, J. A. (2010). Investigación experimental sobre los modelos normativos de fisuración en piezas de hormigón armado sometidas a flexión pura. 62(12).
- Francisco Hernández, E., Pfeiffer Perea, H., & de Jesús Cano Barrita, P. F. (2017). "Influencia del micílago de nopal y extracto de algas cafés en el grado de hidratación de pastas de cemento portland ordinario". 30(02).
- Gomez Palacios, S. A. (2009). *Diseño, Experimentación y evaluación del sistema constructivo Sam (sistema de bloques fibrorreforzados con fibra del desecho del fruto del coco, para la construcción de vivienda)*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2996_C.pdf
- GONZALES DELGADO, P. Y., & MENDOZA RODRÍGUEZ, I. (2016). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO CON EL USO DE LAS CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*. Arequipa: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA.
- González Moreno, H. R., Marín-Muñiz, J. L., & Baltazar Zamora, M. Á. (2018). *Evaluación de resistencia a la compresión de concretos sustentables*. Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz.
- Granados-Sánchez, D., & López-Ríos, G. (2002). Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. 8(1).

- Gutierrez, A. (19 de Mayo de 2014). *Fibra de coco utilizada en la construcción*. Recuperado el 19 de Agosto de 2021, de <https://www.nuevamujer.com/lifestyle/2014/05/19/fibra-de-coco-utilizada-en-la-construccion.html>
- H. Kosmatka, S., Kerkhoff, B., C. Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. México: Portland Cement Association.
- HERNANDÉZ, S., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: Jesús Mares Chacón.
- HUERTA MAZA, M. (2019). *uso de extracto de mucílago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto*". Repositorio institucional Universidad Alas Peruanas, Lima. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6905/EI%20uso_Extracto%20del%20muc%20adlago_Cactus_Aditivo%20natural.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huerta, M. A. (2020). *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: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Huerto Espinoza, W. M. (2018). *"Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento*. Huaraz: Universidad San Pedro.
- INGA JULCA, T. (2019). *Influencia de la adición de mucílago de nopal Influencia de la adición de mucílago de nopal concreto permeable*. Repositorio institucional Universidad Peruana Unión, Lima. Obtenido de file:///C:/Users/Omen/Downloads/Thalia_Tesis_Licenciatura_2019.pdf
- Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois: Portland Cement Association.
- Lara Dávila, L. I. (2020). *"Concreto con adición de fibras de agave americana L. y su influencia en la resistencia a esfuerzos axiales en San Carlos - Huancayo*. Huancayo: Universidad Continental.
- Lorena Vargas-Rodríguez, & o. (2016). *Propiedades físicas del mucílago de nopal*. 26(8).
- MARTINEZ MEDINA, M. (2019). *"influencia del tipo y porcentaje de fibras naturales sobre la compresión y flexión en adobes para construcciones de la libertad"*. Repositorio institucional UNT, Trujillo. Obtenido de <file:///C:/Users/Omen/Downloads/MARTINEZ%20MEDINA,%20Manuel%20Wilfredo.pdf>
- Masias Mogollon, K. A. (2018). *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Piura: Universidad de Piura.
- Miranda Ramos, L. M. (2012). *"BIOSORCION DE PLOMO (II), PRESENTE EN SOLUCIONES ACUOSAS, CON CASCARA DE TUNA (Opuntia ficus - indica)*. Obtenido de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6447/FSMmiralm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mohanty, A., Misra, M., T Drazal, L., & Selke, S. (2005). *NATURAL FIBERS, BIOPOLYMERS, AND BIOCOSCOMPOSITES*.

MORA TORRES, J. A. (2017). *ANÁLISIS MÉCANICO DE UN CONCRETO CON ADICIÓN DEL 2 % DE FIBRA NATURAL DE CÁÑAMO*. BOGOTÁ: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.

MORATAYA, L. J. (2014). *GRIETAS EN EL CONCRETO REFORZADO DEL CANAL DE. guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*.

Mujica, & Trujillo. (2017). *Evaluación de la variación y desarrollo de la resistencia a compresión del concreto de calidad $f'c$ 210 kg/cm² curado con aloe vera con respecto a curados usuales, usando agregados de las canteras de Vicho y Cunyac*. Repositorio institucional UAC, Cusco. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/988/RESUMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Neville, A. (2001). *Maintenance and durability of concrete structures*. London, UK: Concrete International.

Norma técnica peruana. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima: INACAL.

Norma técnica peruana. (2015). *Resistencia a la compresión testigos cilindricos*. Lima: INACAL.

NRMCA. (2015). Prueba de resistencia a la compresión del concreto. 20.

NTP 339.033. (2015). *Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Lima: INACAL.

NTP 339.18. (2013). *Agregado. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: INDECOPI.

NTP 400.01. (2011). *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso unitario") y los vacíos en los agregados*. Lima: INDECOPI.

NTP 400.012. (2013). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima: INDECOPI.

NTP 400.021. (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima: INDECOPI.

NTP 400.022. (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima: INDECOPI.

- Olaya, R., & Ponce, G. V. (2019). *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: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Pacheco Flores, L. M. (2017). *PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO*. Moquegua: UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI.
- PAREDES CARRASCO, A., & GUILLEN HERRERA, E. (2015). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO USANDO AGREGADO FINO MARGINAL EN EL PROYECTO REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LACARRETERA DV. IMPERIAL – PAMPA*. Repositorio institucional Universidad Ricardo palma, Lima. Obtenido de file:///C:/Users/Omen/Downloads/paredes_ae-guillen_er.pdf
- Paricaguán Morales, B. M. (2015). *CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECANICO Y FISICOQUIMICO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS NATURALES DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR PARA SU USO EN CONSTRUCCION*. Valencia, Venezuela.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de tecnología de concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Piña Lujan, I. (1981). Observaciones sobre la grana y sus nopales hospederos en el Perú. *Cactáceas y suculentas mexicanas*, 10-15.
- Primo, C. (2014). *Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto*. Repositorio institucional Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2846554>
- Quintero García, S. L., & González Salcedo, L. O. (2006). Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *I(20)*.
- RAMIREZ ARELLANES, S. (2008). *Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo micilago de nopal como aditivo natural*. Oaxaca: Instituto Politecnico Nacional.
- RAMIREZ, S. (2008). *Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo micilago de nopal como aditivo natural*. Oaxaca: Instituto Politecnico Nacional.
- Rivera, G. (2008). *Tecnología del concreto y mortero*. Cauca. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>
- Rodríguez Henao, Y. C. (2017). *Evaluación del mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (Passiflora edulis)*. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/>

- Rojas Torres, A. M. (2015). *Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión*. Ambato, Ecuador.
- Rojas Velázquez, C. A. (2021). *Manual para la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia.
- SÁNCHEZ, D. (15 de Marzo de 2007). *Durabilidad del concreto*. Colombia: Asocreto. Recuperado el 25 de Junio de 2019, de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/durabilidad-del-concreto-definiendo-la-frase>
- Solís Carcaño, R., I. Moreno, E., & Chuc Echeverría, N. (2016). *EVALUACIÓN DEL CONCRETO CON REDUCTOR DE AGUA EN CLIMA CÁLIDO*. Costa Rica: REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.
- Sotomayor Cruz, C. (2020). *Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto*. Lima: consultcreto.
- Vela Requejo, L. G., & Yovera León, R. E. (2016). *Evaluación de la propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- Villegas Girón, N. H., & Vélez Cervantes, R. P. (julio de 2007). *Elaboración de módulos estructurales a base de fibra de estopa de coco para viviendas de bajo costo*. Obtenido de Repositorio Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1650>
- Villegas Z, V., & Corrales P, M. (2014). Resistencias y costos unitarios de concretos fabricados con agregados de la cantera Tacllán, curados con agua y antisol s. *Revista Aporte Santiaguino*.
- VITERVO, R. (14 de Abril de 2015). *Métodos para la dosificación del concreto*. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Recuperado el 25 de Junio de 2019, de <http://tecnologia17118.blogspot.com/p/la-dosificacion-del-concreto.html>
- Yuan, Q., Shi, C., De Schutter, G., Audenaert, K., & Deng, D. (Enero de 2009). *Chloride binding of cement-based materials subjected to external chloride environment*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006180800055X>
- Zaragoza Arcega, J. L. (2013). *PROPUESTAS TECNOLÓGICAS POST COSECHA PARA UN APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL COCO*. Iquitos.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variable	Indicadores	Metodología
¿Cómo la adición de mucilago de nopal influye en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?	Evaluar cómo la adición de mucilago de nopal influye en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	La adición de mucilago de nopal influye de forma positiva en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	Mucilago de nopal	1% 1.5% 2%	Ámbito: Temporal: 2022 - 2023 Espacial : Ayacucho Tipo de investigación Aplicada Nivel de investigación Explicativo Método de investigación General: Científico Específico: Inductivo–deductivo Diseño de estudio Cuasi Experimental Instrumento y técnica ficha técnica de ensayos de laboratorio / Observación Procesamiento Presentación descriptiva con tablas de frecuencia, gráficos y estadística inferencial.
¿Cuál es el efecto de la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades del concreto fresco $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022?	Determinar cual es el efecto de la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades del concreto fresco $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.	El efecto de la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% es positivo y significativo en las propiedades del concreto fresco $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimentos rígidos, Ayacucho, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> Trabajabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> asentamiento 	
¿Como influye la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades compresión y flexión del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?	Determinar como influye la adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% en las propiedades compresión y flexión del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	La adición de mucilago de nopal al 1%, 1.5% y 2% influye significativamente y positivamente en las propiedades compresión y flexión del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión 	<ul style="list-style-type: none"> Ensayo a la compresión Ensayo a la flexión 	
¿Cuál es el espesor de la losa optimizada con la metodología TCP a partir de los resultados de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?	Establecer el espesor de la losa optimizada con la metodología TCP a partir de los resultados de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	El espesor de la losa optimizada con la metodología TCP sera menor a un diseño convencional a partir de los resultados de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> Optimo diseño de losa 	<ul style="list-style-type: none"> Espesor de losa 	
¿Cuál es el costo de la adición de mucilago de nopal al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022?	Evaluar el costo de la adición de mucilago de nopal al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022.	El costo de la adición de mucilago de nopal al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho, 2022 será menor y optimo.	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación económica 	<ul style="list-style-type: none"> Costo 	

Anexo 2: Diseños de Mezcla



CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA

		Tesis: EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022*		CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA																																				
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'c=210kg/cm2, CON CEMENTO TIPO I METODO DEL COMITÉ 211 del A.C.I.																																								
FECHA: 07-11-2022		OBSERVACIÓN:																																						
PROYECTO DE TESIS:		*EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022*																																						
SOLICITANTE:		BACH. Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA																																						
DISEÑO:		f'c=210KG/CM2 - Diseño Patrón																																						
1. DISEÑO																																								
A) MATERIALES																																								
1.0 Cemento		2.0 Agregado Fino:		3.0 Agregado Grueso																																				
Andino Tipo I	3.11 gr/cc	Peso específico BULK	2.7 gr/cc	Tamaño Máximo Nominal	3/4" pulg.																																			
Peso Especifico		Absorción	3.80%	Peso Especifico BULK	2.6 gr/cc																																			
		Humedad:	4.84%	Peso Unitario Suelto	1361kg/m3																																			
		Módulo de Fineza	3.2	Peso Unitario Compactado	1545kg/m3																																			
		Peso Unitario Suelto	1597kg/m3	Absorción	0.0253																																			
		Peso Unitario Compactado	1745kg/m3	Humedad:	0.0135																																			
				Módulo de Fineza	7.35																																			
B) CONDICIONES DE DISEÑO																																								
1.0 Resistencia Promedio para Diseño																																								
$f'c \text{ ESF} = 210 \text{ kg/cm}^2$																																								
$f'c \text{ DISEÑO} = 294 \text{ kg/cm}^2$																																								
2.0 Slump - Asentamiento																																								
SLUMP= 3" a 4"																																								
3.0 Aire incorporado																																								
Sin aire incorporado																																								
4.0 Grado de Exposición a las Condiciones Climáticas																																								
Normal																																								
C) DISEÑO																																								
Volumen unitario de agua = 205 litros																																								
Aire incorporado = 2%																																								
Relación agua / cemento = 0.55																																								
Cemento = 372.7 kg																																								
Agregado Grueso = 0.345 m3																																								
D) CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS																																								
Cemento = 0.12 m3																																								
Agregado grueso = 0.345 m3																																								
Agregado fino = 0.31 m3																																								
Agua = 0.205 m3																																								
Aire = 0.020 m3																																								
E) CALCULO DE PESOS DE MEZCLA CON AGREGADOS SECOS																																								
Cemento = 372.7 kg																																								
Agregado grueso = 897.0 kg																																								
Agregado fino = 837.0 kg																																								
Agua = 205.0 kg																																								
F) CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD DE AGREGADOS																																								
1.0 Pesos húmedos																																								
Agregado grueso = 909.1 kg																																								
Agregado fino = 877.5 kg																																								
2.0 Humedad superficial																																								
Agregado grueso = -1.18%																																								
Agregado fino = 1.04%																																								
3.0 Aportes de agua por los agregados																																								
Agregado grueso = -10.6 Lt/m3																																								
Agregado fino = 8.7 Lt/m3																																								
Aporte Global = -1.9 Lt/m3																																								
Agua efectiva = 206.9 Lt/m3																																								
G) VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS																																								
Cemento = 372.7 kg																																								
Agregado grueso = 909.1 kg																																								
Agregado fino = 877.5 kg																																								
Agua = 206.9 kg																																								
Aire =																																								
H) PROPORCIÓN DE LA MEZCLA																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición</th> <th>Cemento</th> <th>Ag. Fino</th> <th>Ag. Grueso</th> <th>Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>23 Lt/saco</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.4</td> <td>2.4</td> <td>24 Lt/saco</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>23 Lt/saco</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>24 Lt/saco</td> </tr> <tr> <td>Proporción por Bolsa de Cemento</td> <td>1 bolsa</td> <td>0.058m3 102kg</td> <td>0.076m3 102kg</td> <td>24 Lt/saco</td> </tr> <tr> <td>Proporción para 1m3 de concreto colocado</td> <td>9 bolsas</td> <td>0.53 m3</td> <td>0.69 m3</td> <td>0.207 m3</td> </tr> </tbody> </table>						Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 102kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.53 m3	0.69 m3	0.207 m3
Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua																																				
Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco																																				
Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco																																				
Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco																																				
Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco																																				
Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 102kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco																																				
Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.53 m3	0.69 m3	0.207 m3																																				
2. APROBACIÓN																																								
<p> CATA PERÚ INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD Ing. Johnny Henry CcaTamayo Barrios CIP N°142961 JEFE DE LABORATORIO </p>																																								



CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA

		Tesis: "EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RIGIDO, AYACUCHO, 2022"		CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA																																											
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c=210kg/cm2, CON CEMENTO TIPO I METODO DEL COMITÉ 211 del A.C.I.																																															
FECHA: 07-11-2022		OBSERVACIÓN:																																													
PROYECTO DE TESIS: "EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RIGIDO, AYACUCHO, 2022"																																															
SOLICITANTE: BACH, Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA																																															
DISEÑO: F'c=210KG/CM2 + 2.0% DE MUCILAGO DE NOPAL																																															
1. DISEÑO																																															
A) MATERIALES																																															
1.0 Cemento Andino Tipo I Peso Especifico 2.0 Mucilago de nopal Peso Especifico		2.0 Agregado Fino: Peso especifico BULK Absorción Humedad: Módulo de Fineza Peso Unitario Suelto Peso Unitario Compactado		3.0 Agregado Grueso Tamaño Máximo Nominal Peso Especifico BULK Peso Unitario Suelto Peso Unitario Compactado Absorción Humedad: Módulo de Fineza																																											
3.11 gr/cc		2.7 gr/cc		3/4" pulg.																																											
		3.80%		2.6 gr/cc																																											
		4.84%		1361kg/m3																																											
980 kg/m3		3.2		1545kg/m3																																											
		1597kg/m3		0.0253																																											
		1745kg/m3		0.0135																																											
				7.35																																											
B) CONDICIONES DE DISEÑO			F) CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD DE AGREGADOS																																												
1.0 Resistencia Promedio para Diseño f'c ESF= 210kg/cm2 f'cr DISEÑO= 294kg/cm3			1.0 Pesos húmedos Agregado grueso = 909.1 kg Agregado fino = 866.7 kg																																												
2.0 Slump - Asentamiento SLUMP= 3" a 4"			2.0 Humedad superficial Agregado grueso = -1.18% Agregado fino = 1.04%																																												
3.0 Aire incorporado Sin aire incorporado			3.0 Aportes de agua por los agregados Agregado grueso = -10.6 Lt/m3 Agregado fino = 8.6 Lt/m3 Aporte Global = -2.0 Lt/m3 Agua efectiva = 207.0 Lt/m3																																												
4.0 Grado de Exposición a las Condiciones Climáticas Normal			G) VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS Cemento = 372.7 kg Agregado grueso = 909.1 kg Agregado fino = 856.0 kg Agua = 207.1 kg Aire = ----- Mucilago de Nopal = 3.7 kg																																												
C) DISEÑO Volumen unitario de agua = 205 litros Aire incorporado = 2% Relación agua / cemento = 0.55 Cemento = 372.7 kg Agregado Grueso = 0.345 m3 Mucilago de Nopal = 3.727 kg			H) PROPORCIÓN DE LA MEZCLA																																												
D) CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS Cemento = 0.12 m3 Agregado grueso = 0.345 m3 Agregado fino = 0.306 m3 Agua = 0.205 m3 Aire = 0.020 m3 Mucilago de Nopal = 0.008 m3			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición</th> <th>Cemento</th> <th>Ag. Fino</th> <th>Ag. Grueso</th> <th>Agua</th> <th>Mucilago</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>23 Lt/saco</td> <td>0.425 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.4</td> <td>2.4</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.425 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>23 Lt/saco</td> <td>0.425 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.425 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporción por Bolsa de Cemento</td> <td>1 bolsa</td> <td>0.058m3 97.75kg</td> <td>0.076m3 102kg</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.425 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporción para 1m3 de concreto colocado</td> <td>9 bolsas</td> <td>0.51 m3</td> <td>0.69 m3</td> <td>0.207 m3</td> <td>0.004 m3</td> </tr> </tbody> </table>			Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Mucilago	Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	0.425 kg	Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	0.425 kg	Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	0.425 kg	Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	0.425 kg	Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 97.75kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	0.425 kg	Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.51 m3	0.69 m3	0.207 m3	0.004 m3
Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Mucilago																																										
Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	0.425 kg																																										
Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	0.425 kg																																										
Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	0.425 kg																																										
Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	0.425 kg																																										
Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 97.75kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	0.425 kg																																										
Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.51 m3	0.69 m3	0.207 m3	0.004 m3																																										
E) CALCULO DE PESOS DE MEZCLA CON AGREGADOS SECOS Cemento = 372.7 kg Agregado grueso = 897.0 kg Agregado fino = 826.7 kg Agua = 205.0 kg Mucilago de Nopal = 3.7 kg																																															
2. APROBACIÓN																																															
 CATA PERÚ INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD Ing. Johnny Henry Ccatamayo Barrios CIP N°142981 JEFE DE LABORATORIO																																															


CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA

		Tesis: "EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RIGIDO, AYACUCHO, 2022"		CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA																																											
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'c=210kg/cm2, CON CEMENTO TIPO I METODO DEL COMITÉ 211 del A.C.I.																																															
FECHA: 07-11-2022		OBSERVACIÓN:																																													
PROYECTO DE TESIS:		"EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RIGIDO, AYACUCHO, 2022"																																													
SOLICITANTE:		BACH. Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA																																													
DISEÑO:		F'c=210KG/CM2 + 1.5% DE MUCILAGO DE NOPAL																																													
1. DISEÑO																																															
A) MATERIALES																																															
1.0 Cemento		2.0 Agregado Fino:		3.0 Agregado Grueso																																											
Andino Tipo I	3.11 gr/cc	Peso específico BULK	2.7 gr/cc	Tamaño Máximo Nominal	3/4" pulg.																																										
Peso Especifico		Absorción	3.80%	Peso Especifico BULK	2.6 gr/cc																																										
2.0 Mucilago de nopal		Humedad:		Peso Unitario Suelto																																											
Peso Especifico	980 kg/m3	Módulo de Fineza	4.84%	Peso Unitario Compactado	1361kg/m3																																										
		Peso Unitario Suelto	3.2	Absorción	1545kg/m3																																										
		Peso Unitario Compactado	1597kg/m3	Humedad:	0.0253																																										
			1745kg/m3	Módulo de Fineza	0.0135																																										
					7.35																																										
B) CONDICIONES DE DISEÑO																																															
1.0 Resistencia Promedio para Diseño																																															
f'c ESf= 210kg/cm2		f'cr DISEÑO= 294kg/cm3																																													
2.0 Slump - Asentamiento																																															
SLUMP= 3" a 4"																																															
3.0 Aire incorporado																																															
Sin aire incorporado																																															
4.0 Grado de Exposición a las Condiciones Climáticas																																															
Normal																																															
C) DISEÑO																																															
Volumen unitario de agua = 205 litros																																															
Aire incorporado = 2%																																															
Relación agua / cemento = 0.55																																															
Cemento = 372.7 kg																																															
Agregado Grueso = 0.345 m3																																															
Mucilago de Nopal = 5.591 kg																																															
D) CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS																																															
Cemento = 0.12 m3																																															
Agregado grueso = 0.345 m3																																															
Agregado fino = 0.304 m3																																															
Agua = 0.205 m3																																															
Aire = 0.020 m3																																															
Mucilago de Nopal = 0.006 m3																																															
E) CALCULO DE PESOS DE MEZCLA CON AGREGADOS SECOS																																															
Cemento = 372.7 kg																																															
Agregado grueso = 897.0 kg																																															
Agregado fino = 821.6 kg																																															
Agua = 205.0 kg																																															
Mucilago de Nopal = 5.6 kg																																															
F) CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD DE AGREGADOS																																															
1.0 Pesos húmedos																																															
Agregado grueso = 909.1 kg																																															
Agregado fino = 861.4 kg																																															
2.0 Humedad superficial																																															
Agregado grueso = -1.18%																																															
Agregado fino = 1.04%																																															
3.0 Aportes de agua por los agregados																																															
Agregado grueso = -10.6 Lt/m3																																															
Agregado fino = 8.5 Lt/m3																																															
Aporte Global = -2.0 Lt/m3																																															
Agua efectiva = 207.0 Lt/m3																																															
G) VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS																																															
Cemento = 372.7 kg																																															
Agregado grueso = 909.1 kg																																															
Agregado fino = 861.4 kg																																															
Agua = 207.0 kg																																															
Aire =																																															
Mucilago de Nopal = 5.6 kg																																															
H) PROPORCIÓN DE LA MEZCLA																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición</th> <th>Cemento</th> <th>Ag. Fino</th> <th>Ag. Grueso</th> <th>Agua</th> <th>Mucilago</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>23 Lt/saco</td> <td>0.638 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.4</td> <td>2.4</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.638 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>23 Lt/saco</td> <td>0.638 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.638 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporción por Bolsa de Cemento</td> <td>1 bolsa</td> <td>0.058m3 97.75kg</td> <td>0.076m3 102kg</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.638 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporción para 1m3 de concreto colocado</td> <td>9 bolsas</td> <td>0.52 m3</td> <td>0.69 m3</td> <td>0.207 m3</td> <td>0.006 m3</td> </tr> </tbody> </table>						Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Mucilago	Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	0.638 kg	Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	0.638 kg	Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	0.638 kg	Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	0.638 kg	Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 97.75kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	0.638 kg	Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.52 m3	0.69 m3	0.207 m3	0.006 m3
Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Mucilago																																										
Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	0.638 kg																																										
Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	0.638 kg																																										
Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	0.638 kg																																										
Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	0.638 kg																																										
Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 97.75kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	0.638 kg																																										
Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.52 m3	0.69 m3	0.207 m3	0.006 m3																																										
2. APROBACIÓN																																															
<p> CATA PERÚ INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD Ing. Johnny Henry Ccatamayo Barrios CIP N°142861 JEFE DE LABORATORIO </p>																																															



CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA

		Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"			CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA																																											
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c=210kg/cm2, CON CEMENTO TIPO I METODO DEL COMITÉ 211 del A.C.I.																																																
FECHA: 07-11-2022		OBSERVACIÓN:																																														
PROYECTO DE TESIS:		"EFECTOS DE LA ADICIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'c=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"																																														
SOLICITANTE:		BACH. Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA																																														
DISEÑO:		f'c=210KG/CM2 + 2.0% DE MUCILAGO DE NOPAL																																														
1. DISEÑO																																																
A) MATERIALES																																																
1.0 Cemento																																																
Andino Tipo I	3.11 gr/cc	2.0 Agregado Fino:		3.0 Agregado Grueso																																												
Peso Especifico		Peso específico BULK	2.7 gr/cc	Tamaño Máximo Nominal	3/4" pulg.																																											
		Absorción	3.80%	Peso Especifico BULK	2.6 gr/cc																																											
		Humedad:	4.84%	Peso Unitario Suelto	1361kg/m3																																											
2.0 Mucilago de nopal		Módulo de Fineza	3.2	Peso Unitario Compactado	1545kg/m3																																											
Peso Especifico	980 kg/m3	Peso Unitario Suelto	1597kg/m3	Absorción	0.0253																																											
		Peso Unitario Compactado	1745kg/m3	Humedad:	0.0135																																											
				Módulo de Fineza	7.35																																											
B) CONDICIONES DE DISEÑO																																																
1.0 Resistencia Promedio para Diseño																																																
f'c ESF= 210kg/cm2																																																
f'cr DISEÑO= 294kg/cm3																																																
2.0 Slump - Asentamiento																																																
SLUMP= 3" a 4"																																																
3.0 Aire incorporado																																																
Sin aire incorporado																																																
4.0 Grado de Exposición a las Condiciones Climáticas																																																
Normal																																																
C) DISEÑO																																																
Volumen unitario de agua = 205 litros																																																
Aire incorporado = 2%																																																
Relación agua / cemento = 0.55																																																
Cemento = 372.7 kg																																																
Agregado Grueso = 0.345 m3																																																
Mucilago de Nopal = 7.454 kg																																																
D) CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS																																																
Cemento = 0.12 m3																																																
Agregado grueso = 0.345 m3																																																
Agregado fino = 0.302 m3																																																
Agua = 0.205 m3																																																
Aire = 0.020 m3																																																
Mucilago de Nopal = 0.008 m3																																																
E) CALCULO DE PESOS DE MEZCLA CON AGREGADOS SECOS																																																
Cemento = 372.7 kg																																																
Agregado grueso = 897.0 kg																																																
Agregado fino = 816.5 kg																																																
Agua = 205.0 kg																																																
Mucilago de Nopal = 7.5 kg																																																
F) CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD DE AGREGADOS																																																
1.0 Pesos húmedos																																																
Agregado grueso = 909.1 kg																																																
Agregado fino = 856.0 kg																																																
2.0 Humedad superficial																																																
Agregado grueso = -1.18%																																																
Agregado fino = 1.04%																																																
3.0 Aportes de agua por los agregados																																																
Agregado grueso = -10.6 Lt/m3																																																
Agregado fino = 8.5 Lt/m3																																																
Aporte Global = -2.1 Lt/m3																																																
Agua efectiva = 207.1 Lt/m3																																																
G) VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS																																																
Cemento = 372.7 kg																																																
Agregado grueso = 909.1 kg																																																
Agregado fino = 856.0 kg																																																
Agua = 207.1 kg																																																
Aire =																																																
Mucilago de Nopal = 7.5 kg																																																
H) PROPORCIÓN DE LA MEZCLA																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición</th> <th>Cemento</th> <th>Ag. Fino</th> <th>Ag. Grueso</th> <th>Agua</th> <th>Mucilago</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>23 Lt/saco</td> <td>0.85 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en peso (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.4</td> <td>2.4</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.85 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados secos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>23 Lt/saco</td> <td>0.85 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporciones en volumen (agregados húmedos)</td> <td>1</td> <td>2.1</td> <td>2.7</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.85 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporción por Bolsa de Cemento</td> <td>1 bolsa</td> <td>0.058m3 97.75kg</td> <td>0.076m3 102kg</td> <td>24 Lt/saco</td> <td>0.85 kg</td> </tr> <tr> <td>Proporción para 1m3 de concreto colocado</td> <td>9 bolsas</td> <td>0.51 m3</td> <td>0.69 m3</td> <td>0.207 m3</td> <td>0.008 m3</td> </tr> </tbody> </table>							Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Mucilago	Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	0.85 kg	Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	0.85 kg	Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	0.85 kg	Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	0.85 kg	Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 97.75kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	0.85 kg	Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.51 m3	0.69 m3	0.207 m3	0.008 m3
Condición	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Mucilago																																											
Proporciones en peso (agregados secos)	1	2.2	2.4	23 Lt/saco	0.85 kg																																											
Proporciones en peso (agregados húmedos)	1	2.4	2.4	24 Lt/saco	0.85 kg																																											
Proporciones en volumen (agregados secos)	1	2.1	2.7	23 Lt/saco	0.85 kg																																											
Proporciones en volumen (agregados húmedos)	1	2.1	2.7	24 Lt/saco	0.85 kg																																											
Proporción por Bolsa de Cemento	1 bolsa	0.058m3 97.75kg	0.076m3 102kg	24 Lt/saco	0.85 kg																																											
Proporción para 1m3 de concreto colocado	9 bolsas	0.51 m3	0.69 m3	0.207 m3	0.008 m3																																											
2. APROBACIÓN																																																
 Ing. Johnny Henry Catafamao Barrios CIP N°142681 JEFE DE LABORATORIO																																																

Anexo 3: Fichas de Validación



FICHA DE VALIDACIÓN

Título: EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022

Autor: Luis Miguel Soto Juscmayta

Fecha: 28/11/2022

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible.												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.												X	
4. Organización	Existe una organización lógica.												X	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

APORTES Y/O SUGERENCIAS

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

LUEGO DE REVISAR EL INSTRUMENTO:

• PROCEDE SU APLICACIÓN



• DEBE CORREGIR



ESPECIALISTA:

FIRMA Y SELLO:


 SATA PERÚ
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Johnny Henry Ccatamayo Barrios
 CIP N° 142981
 JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 4: Resultados de los ensayos
Resistencia a la compresión y flexion**



CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA

	Tesis: " EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"	CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA											
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGA SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO NORMA ASTM C 78 / NTP 339 078													
FECHA: 31-12-2022	OBSERVACIÓN:												
PROYECTO DE TESIS:	"EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"	REGIÓN: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA											
SOLICITANTE:	BACH. Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA	LUGAR: AYACUCHO											
MUESTRA:	VIGAS PRISMATICAS DE CONCRETO / f'c = 210kg/cm - DISEÑO PATRON												
N° PROB	FECHA		EDAD (Días)	PROCEDENCIA ESTRUCT. ELEMENTO	SLUMP (gr/g)	LUZ LIBRE (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LECTURA DIGITAL CORREGIDA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm2)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	M _r PROMEDIO (Mpa)	OBSERV.
	MOLEDO	ROTURA											
Muestra-1	09/12/2022	18/12/2022	7 días	DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 kg/cm2 - DISEÑO PATRON	3'	55.01	15.10	15.21	2.820	41.28	4.12	4.08	
Muestra-2	09/12/2022	18/12/2022	7 días		3'	55.03	15.13	15.22	2.598	40.78	4.07		
Muestra-3	09/12/2022	18/12/2022	7 días		3'	55.06	15.03	15.33	2.589	40.36	4.04		
Muestra-4	09/12/2022	23/12/2022	14 días	DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 kg/cm2 - DISEÑO PATRON	3'	55.05	15.02	15.20	2.830	44.89	4.40	4.49	
Muestra-5	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3'	55.10	15.12	15.15	2.825	44.85	4.40		
Muestra-6	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3'	55.05	15.08	15.11	2.802	44.80	4.48		
Muestra-7	09/12/2022	30/12/2022	28 días	DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 kg/cm2 - DISEÑO PATRON	3'	55.05	15.02	15.11	2.920	48.88	4.80	4.78	
Muestra-8	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3'	55.07	15.18	15.20	2.930	47.07	4.71		
Muestra-9	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3'	55.10	15.10	15.14	2.942	48.83	4.88		

Módulo de Rotura = (Carga x Longitud) / Ancho x altura²



CATA PERÚ
 INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Johnny Henry Ccatamayo Barrios
 CIP N°142981
 JEFE DE LABORATORIO

CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA S.A.C.
 URB. José Ortiz Vergara Mz. G Lt 11

Correo: ingenieriageotecnica@cataperu.com
 Celular: 920204005/998996439

		CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA											
		Tesis: "EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"	CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA										
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGA SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO NORMA ASTM C 78 / NTP 339 078													
FECHA: 31-12-2022		OBSERVACIÓN:											
PROYECTO DE TESIS:		"EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"											
SOLICITANTE:		BACH. Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA											
MUESTRA:		VIGAS PRISMATICAS DE CONCRETO / f'c = 210kg/cm - DISEÑO PATRON + 1.0% DE MUCILAGO DE NOPAL											
N° PROB	FECHA		EDAD (Días)	PROCEDENCIA ESTRU. ELEMENTO	SLUMP (mm)	LUZ LIBRE (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	LECTURA DIGITAL CORREGIDA (kgf)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	M _r PROMEDIO (Mpa)	OBSERV.
		MOLEDO											
Muestra-1	09/12/2022	16/12/2022	7 días	DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 kg/cm ² - DISEÑO PATRON + 1.0% DE MUCILAGO DE NOPAL	3"	55.30	15.50	15.10	2.722	42.59	4.26	4.26	
Muestra-2	09/12/2022	16/12/2022	7 días		3"	55.25	15.18	15.11	2.706	43.18	4.32		
Muestra-3	09/12/2022	16/12/2022	7 días		3"	55.10	15.30	15.20	2.730	42.55	4.26		
Muestra-4	09/12/2022	23/12/2022	14 días	DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 kg/cm ² - DISEÑO PATRON + 1.0% DE MUCILAGO DE NOPAL	3"	55.20	15.30	15.22	2.966	46.04	4.60	4.61	
Muestra-5	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3"	55.22	15.31	15.20	2.957	46.16	4.62		
Muestra-6	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3"	55.20	15.20	15.14	2.941	46.01	4.60		
Muestra-7	09/12/2022	30/12/2022	28 días	DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 kg/cm ² - DISEÑO PATRON + 1.0% DE MUCILAGO DE NOPAL	3"	55.30	15.40	15.14	3.000	49.57	4.96	5.12	
Muestra-8	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3"	55.25	15.12	15.14	3.095	50.07	5.10		
Muestra-9	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3"	55.20	15.12	15.11	3.075	50.28	5.30		



Módulo de Rotura = (Carga x Longitud) / (Ancho x altura)



CATA PERÚ
INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
Ing. Johnny Henry Ccatamayo Barrios
CIP N°142961
JEFE DE LABORATORIO

CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA S.A.C.
URB. José Ortiz Vergara Mz. G Lt 11

Correo: ingenieriageotecnica@cataperu.com
Celular: 920204005/998996439



CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA



Tesis: "EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"

CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGA SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NORMA ASTM C 78 / NTP 339 078**

N° PROB	FECHA		EDAD (Días)	PROCEDENCIA ESTRUCT. ELEMENTO	SLUMP (pulg)	LUZ LIBRE (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LECTURA DIGITAL CORREGIDA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm^2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	Mr PROMEDIO (Mpa)	OBSERV.
	MOLDEO	ROTURA											
Muestra-1	09/12/2022	18/12/2022	7 días	DISEÑO DE CONCRETO $f'c$ 210 kg/cm^2 - DISEÑO PATRON + 1.5% DE MUCILAGO DE NOPAL	3"	55.20	15.23	15.22	3.000	47.38	4.74	4.71	
Muestra-2	09/12/2022	18/12/2022	7 días		3"	55.11	15.22	15.23	3.004	46.82	4.67		
Muestra-3	09/12/2022	18/12/2022	7 días		3"	55.14	15.28	15.20	3.028	47.32	4.73		
Muestra-4	09/12/2022	23/12/2022	14 días	DISEÑO DE CONCRETO $f'c$ 210 kg/cm^2 - DISEÑO PATRON + 1.5% DE MUCILAGO DE NOPAL	3"	55.80	15.80	15.23	3.162	47.24	4.72	4.81	
Muestra-5	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3"	55.45	15.41	15.20	3.170	47.22	4.72		
Muestra-6	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3"	55.64	15.20	15.42	3.168	49.82	4.98		
Muestra-7	09/12/2022	30/12/2022	28 días	DISEÑO DE CONCRETO $f'c$ 210 kg/cm^2 - DISEÑO PATRON + 1.5% DE MUCILAGO DE NOPAL	3"	55.30	15.23	15.44	3.425	53.07	5.31	5.30	
Muestra-8	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3"	55.25	15.42	15.22	3.427	53.42	5.34		
Muestra-9	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3"	55.16	15.12	15.11	3.400	55.27	5.53		

INGENIERIA & GEOTECNIA

Módulo de Rotura = $(\text{Carga} \times \text{Longitud}) / (\text{Ancho} \times \text{altura}^2)$

CATA PERÚ
INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
Catamayo
Ing. Johnny Henry Ccatamayo Barrios
CIP N°142961
JEFE DE LABORATORIO

CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA S.A.C.
URB. José Ortiz Vergara Mz. G Lt 11

Correo: ingenieriageotecnica@cataperu.com
Celular: 920204005/998996439

		CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA											
		Tesis: "EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"											
ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGA SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO NORMA ASTM C 78 / NTP 339 078													
FECHA: 31-12-2022		OBSERVACIÓN:											
PROYECTO DE TESIS:		"EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"											
SOLICITANTE:		BACH. Luis Miguel SOTO JUSCAMAYTA											
MUESTRA:		VIGAS PRISMATICAS DE CONCRETO / f'c = 210kg/cm - DISEÑO PATRON + 2.0% DE MUCILAGO DE NOPAL											
N° PROB	FECHA		EDAD (Días)	PROCEDENCIA ESTRU. ELEMENTO	SLUMP (mm)	LUZ LIBRE (cm)	APICHO (cm)	ALTURA (cm)	LECTURA DIGITAL CORREGIDA (kgf)	MODULO DE ROTURA (kgf/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	M _r PROMEDIO (Mpa)	OBSERV.
	MOLDEO	ROTURA											
Muestra-1	09/12/2022	16/12/2022	7 días	DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 kg/cm ² - DISEÑO PATRON + 2.0% DE MUCILAGO DE NOPAL	3'	95.10	15.15	15.22	3.185	50.81	5.08	5.04	
Muestra-2	09/12/2022	16/12/2022	7 días		3'	95.11	15.20	15.23	3.095	50.42	5.04		
Muestra-3	09/12/2022	16/12/2022	7 días		3'	95.10	15.20	15.20	3.088	49.87	4.99		
Muestra-4	09/12/2022	23/12/2022	14 días	DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 kg/cm ² - DISEÑO PATRON + 2.0% DE MUCILAGO DE NOPAL	3'	95.23	15.23	15.23	3.240	52.11	5.21	5.20	
Muestra-5	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3'	95.10	15.41	15.24	3.204	52.28	5.23		
Muestra-6	09/12/2022	23/12/2022	14 días		3'	95.24	15.20	15.41	3.258	51.82	5.18		
Muestra-7	09/12/2022	30/12/2022	28 días	DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 kg/cm ² - DISEÑO PATRON + 2.0% DE MUCILAGO DE NOPAL	3'	95.30	15.23	15.27	3.562	59.45	5.95	5.90	
Muestra-8	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3'	95.14	15.42	15.22	3.524	58.82	5.89		
Muestra-9	09/12/2022	30/12/2022	28 días		3'	95.10	15.12	15.31	3.422	55.45	5.55		





CATA PERÚ
INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
Ing. Johnny Henry CcaTamayo Barrios
CIP N°142961
JEFE DE LABORATORIO

Módulo de Rotura = (Carga x Longitud) / Ancho x altura³

CATA PERÚ INGENIERÍA & GEOTECNIA S.A.C. URB. José Ortiz Vergara Mz. G Lt 11	Correo: ingenieriageotecnica@cataperu.com Celular: 920204005/998996439
--	---



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 067-2023-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 336-2023-FIMGC-D**, siendo los veintinueve días del mes de agosto del 2023, a horas 2:00 pm.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCON**, Jurado el **Ing. Edwin Carlos GARCIA SAEZ**, Jurado - Asesor el **MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada titulado: “**EFFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F’C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022**”, presentado por el/la Sr./Srta., **LUIS MIGUEL SOTO JUSCAMAYTA**, Bachiller en **Ciencias de la Ingeniería Civil**.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **16 (dieciséis)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.



Firmado digitalmente por Dr.
Ing. Efraín Elías Porras Flores
Fecha: 2023.09.03 17:46:05
-05'00'

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
Presidente

MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCON
Jurado

MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO
Jurado Asesor

Ing. Edwin Carlos GARCIA SAEZ
Jurado

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso
Departamento Académico de Matemática y Física





UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 063-2023-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 288-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : SOTO JUSCAMAYTA, Luis Miguel
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL $F'c=210\text{KG}/\text{CM}2$ CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022”
Evaluación de la Originalidad : 22 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2152212035

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 27 de agosto del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR

Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Departamento Académicos de Matemática y Física

Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo.



“EFECTOS DE LA ADICION DE
MUCILAGO DE NOPAL EN LAS
PROPIEDADES FISICO -
MECANICAS DEL CONCRETO
CONVENCIONAL
F’C=210KG/CM2 CON FINES DE
PAVIMENTO RÍGIDO,
AYACUCHO, 2022”

por Luis Miguel Soto Juscamayta

Fecha de entrega: 27-ago-2023 04:11p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2152212035

Nombre del archivo: Tesis_LUIS_MIGUEL_SOTO_JUSCAMAYTA_EPIC.pdf (4.34M)

Total de palabras: 28714

Total de caracteres: 158357

"EFECTOS DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL F'C=210KG/CM2 CON FINES DE PAVIMENTO RÍGIDO, AYACUCHO, 2022"

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net Fuente de Internet 10%

2 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 4%

3 repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet 2%

4 Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante 2%

5 Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante 1%

6 Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante 1%

7 repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet 1%

repositorio.utea.edu.pe

8

Fuente de Internet

<1 %

9

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

13

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

16

MYRNA ALICIA ABRAJÁN VILLASEÑOR. "Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-índica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible.", Universitat Politecnica de Valencia, 2008

Publicación

<1 %

17

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo