

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Influencia de la incorporación de cactus de echinopsis pachanoi como aditivo natural para evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay del año 2023

Asesor:

Dr. Soto Palomino, Wifredo

Autor:

Orihuela Palomino, Marcelo

Para Optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2025

Acta de Sustentación



Universidad Tecnológica de los Andes



Transformando vidas
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 075

En la ciudad de Abancay, a los once días del mes de diciembre del 2025, siendo las 8:30 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 1023-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 04 de diciembre del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mag. Huanca Astoquillo, Luis
Dictaminante :	Mag. Roldan Juárez, Américo
Replicante :	Ing. Cayo Baca, Holguer

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Influencia de la incorporación de cactus de echinopsis pachanol como aditivo natural para evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Abancay del año 2023

Desarrollado por las (los) Bachilleres (es):

Br: Orihuela Palomino, Marcelo

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Mayoría
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Orihuela Palomino, Marcelo	Aprobado

Siendo las 10:05am horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mag. Huanca Astoquillo, Luis

Dictaminante: Mag. Roldan Juárez, Américo

Replicante: Ing. Cayo Baca, Holguer

Abancay 22 de diciembre del 2025

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 372


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Av. Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

Reporte de Similitud

MARCELO ORIHUELA

OrihuelaPalomino_Marcelo_IngenieriaCivil

 Revisión-tesis-C/D

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:545462049

Fecha de entrega

12 ene 2026, 9:12 GMT-5

Fecha de descarga

12 ene 2026, 9:17 GMT-5

Nombre del archivo

OrihuelaPalomino_Marcelo_IngenieriaCivil.docx

Tamaño del archivo

20.7 MB

138 páginas

25.268 palabras

130.373 caracteres



Página 2 de 148 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:545462049

22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 19%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y Nombres	:	Orihuela Palomino Marcelo
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad		45851213
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0001-3955-0080
Datos del Asesor		
Apellidos y Nombres	:	Dr. Soto Palomino Wilfredo
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad		41934951
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0001-5926-8077
Datos de la indagación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
línea de indagación	:	Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de año en que se realizó la indagación	:	2023
Fuente de financiamiento	:	autofinanciamiento
Porcentaje de similitud	:	22%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Al todo poderoso, por darme el camino, para salir adelante en las buenas y en los malos momentos de mi vida, en la salud hace poder cumplir con mi objetivo.

A mi querida Madre que en todos momentos con su apoyo y consejos en todo el momento de mi vida y formación académica donde me fortalece para salir adelante. A mi hermano Washington, por estar contundentemente Brindando orientación en mi formación profesional.

Marcelo Orihuela Palomino

Agradecimiento

Declaro a la Universidad Tecnológica de los Andes y al cuerpo magisterial de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes, mediante su auxilio erudito y su sostén en saberes científicos y tecnológicos, han posibilitado la consumación de los estudios en dicha unidad académica.

Expreso mi particular gratitud al MSc. Ángel Maldonado Mendivil, consejero del proyecto investigativo de tesis, quien, con su respaldo y dedicación invariable en la indagación del discernimiento, ha permitido la conclusión de la disertación que encauzó nuestra vocación inquisitiva.

Marcelo Orihuela Palomino

Resumen

La finalidad de la presente indagación radica en establecer la capacidad resistente a compresión derivada de la incorporación del cactáceo *Echinopsis pachanoi* como aditivo orgánico en hormigón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con la intención de discernir la proporción idónea: para el cemento tipo I, 2%, y para el tipo GU, 4%. En el caso del tipo IP, es 2% factible determinar un porcentaje óptimo. Este estudio se desarrolló en la urbe de Abancay, adoptando un enfoque metodológico cuantitativo para discriminar las diversas dosificaciones. Los hallazgos sobre la resistencia a compresión del hormigón suplementado con el aditivo, evaluada a los 7, 14 y 28 días, mostraron para el tipo I con 2%: 151,3 kg/cm², 192,0 kg/cm² y 211,2 kg/cm²; para el tipo IP: 131,6 kg/cm², 192,5 kg/cm² y 210,0 kg/cm²; y para el tipo GU: 154,4 kg/cm², 199,5 kg/cm² y 212,3 kg/cm². Con 4% se obtuvieron, para el tipo I: 144,2 kg/cm², 188,2 kg/cm² y 207,0 kg/cm²; para el tipo IP: 131,3 kg/cm², 186,4 kg/cm² y 209,5 kg/cm²; y para el tipo GU: 155,5 kg/cm², 207,5 kg/cm² y 213,6 kg/cm². Se constata que el 2% de cactus en tipo I incrementa la resistencia a compresión en un 0,57%, mientras que en tipo GU el 4% la eleva en un 1,71%. En tanto, en tipo IP, 2% los hallazgos fueron levemente propicios, con un aumento del 0,24%.

Palabras claves: resistencia a compresión, incorporación de cactus, concreto

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the compressive strength resulting from incorporating *Echinopsis pachanoi* cactus as a natural additive, targeting $f'_c=210$ kg/cm², with the intention of discerning the proportion: 2% for type I, 4% for type GU, In the case of the IP type, it is 2% feasible to determine an optimal percentage, in the city of Abancay. A quantitative approach was used to assess various mixtures. Compressive strength values (7, 14, 28 days) were: 2%, for type I 151.3kg/cm², 192.0kg/cm², 211.2kg/cm², IP type 131.6kg/cm², 192.5kg/cm², 210.kg/cm², type GU 154.4kg/cm², 199.5kg/cm², 212.3kg/cm², equal to 4% for type I 144.2kg/cm², 188.2kg/cm², 207.0 kg/cm², type IP 131.3kd/cm², 186.4kg/cm², 209.5 kg/cm², type GU 155.5kg/cm², 207.5kg/cm², 213.6 kg/cm², it is observed that 2% of cactus in type I increases the compressive strength of 0.57%, in type GU 4% increases in compressive strength of 1.71%, while in type IP 2% the results were favorable in respect of compressive strength with 0.24%.

Key words: compressive strength, cactus incorporation, concrete

Índice general

Portada	i
Acta de Sustentación	ii
Reporte de Similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general	ix
Índice de tabla	xi
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xvii
I. Introducción	18
II. Planteamiento del problema	19
2.1. Descripción y formulación del problema.....	19
1.2.1 <i>Problema General</i>	21
1.2.2 <i>Problemas Específicos</i>	21
2.2. Objetivos.....	21
2.2.1 <i>Objetivo General</i>	21
2.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	21
2.3. Justificación e Importancia.....	22
2.4. Hipótesis.....	22
2.4.1 <i>Hipótesis general</i>	22
2.4.2 <i>Hipótesis específicos</i>	22
2.5. Variables.....	23
III. Marco teórico	25
3.1. Antecedentes.....	25
3.2. Bases teóricas.....	31
3.2.1. <i>Tipos de concreto</i>	32
3.3. Definición de términos.....	43
IV. Metodología	45
4.1. Tipo y nivel de la investigación.....	45
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	45

4.3.	Población y muestra	46
4.4.	Instrumentos	47
4.5.	Procedimiento	48
4.5.1.	<i>Análisis granulométricos del (agregado grueso y agregado fino)</i>	50
4.5.2.	<i>Peso específico y absorción del (agregado grueso y agregado fino)</i>	53
4.5.3.	<i>peso unitario de los agregados grueso y agregado fino</i>	55
4.5.4.	<i>contenido de humedad de los agregados gruesos y agregados finos</i>	58
4.5.5.	<i>Estudios del cactus de echinopsis pachanoi como AN recolecta de cactus</i>	60
4.5.6.	<i>Diseño de mezclas</i>	62
4.6.	Análisis de datos	77
4.7.	Consideraciones éticas	103
V.	Resultados y discusión	105
5.1.	Resultados	105
5.1.1.	<i>Resultados encontrados de los objetivos</i>	105
5.2.	Discusión	114
VI.	Conclusión	116
VII.	Recomendaciones.....	117
VIII.	Referencias	118
IX.	Anexos.....	125

Índice de tabla

Tabla 1 Operacionalización de variable	24
Tabla 2 Características de la mezcla de concreto	34
Tabla 3 Clasificación por la resistencia del concreto	35
Tabla 4 Clasificación de agregados según su tamaño	38
Tabla 5 Módulo de fineza de la combinación de agregados.....	43
Tabla 6 Cantidad de población requeridas.....	46
Tabla 7 Cantidad de testigos de concreto para resistencia a la compresión	47
Tabla 8 Granulometría de agregado Grueso	50
Tabla 9 Granulometría del agregado fino.....	52
Tabla 10 Peso específico y absorción del agregado grueso	53
Tabla 11 Peso específico y absorción del agregado fino	54
Tabla 12 Peso unitario del agregado grueso	56
Tabla 13 Peso unitario del agregado fino.....	57
Tabla 14 Contenido de humedad de agregado grueso.....	59
Tabla 15 Contenido de humedad del agregado fino.....	60
Tabla 16 Resumen de los ensayos del agregado grueso y agregado fino.	63
Tabla 17 Características del cemento	63
Tabla 18 Peso final por 1m ³	66
Tabla 19 Peso final para 27 probetas.....	67
Tabla 20 Peso final por 1m ³	68
Tabla 21 Peso final para 27 probetas.....	69
Tabla 22 Peso final por 1m ³	70
Tabla 23 Peso final para 27 probetas.....	71
Tabla 24 Peso del cactus por porcentaje de adhesión en el concreto del tipo I.	71
Tabla 25 Peso del cactus por porcentaje de adhesión en el concreto del tipo IP.....	72
Tabla 26 Peso del cactus por porcentaje de adhesión en el concreto del tipo GU.....	72

Tabla 27	Peso de los materiales para 9 probetas para el cemento tipo I	73
Tabla 28	Peso de los materiales para 9 probetas para el cemento tipo IP	73
Tabla 29	Peso de los materiales para 9 probetas para el cemento tipo GU	74
Tabla 30	Peso de adhesión de cactus para 9 probetas.....	74
Tabla 31	Hallazgos de peso específico y absorción de agregado grueso	77
Tabla 32	Hallazgos de peso unitario	78
Tabla 33	Hallazgos de peso específico y absorción de agregado fina	79
Tabla 34	Hallazgos de peso unitario	79
Tabla 36	Consistencia de la mezcla del concreto patrón tipo IP	80
Tabla 37	Consistencia de la mezcla del concreto patrón tipo GU	81
Tabla 38	Consistencia de la mezcla más 2% de cactus en cemento tipo I.....	81
Tabla 39	Consistencia de la mezcla más 2% de cactus en cemento tipo IP	81
Tabla 40	Consistencia de la mezcla más 2% de cactus en cemento tipo GU	82
Tabla 41	Consistencia de la mezcla más 4% de cactus en cemento tipo I.....	82
Tabla 42	Consistencia de la mezcla más 4% de cactus en cemento tipo IP	82
Tabla 43	Consistencia de la mezcla más 4% de cactus en cemento tipo GU	83
Tabla 44	Propiedad de consistencia	83
Tabla 45	Propiedad de consistencia	84
Tabla 46	Propiedad de consistencia	85
Tabla 47	Resistencia a la compresión de concreto patrón de tipo I en las edades de 7, 14, 14 días.....	87
Tabla 48	Resistencia a la compresión de concreto patrón de tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días.....	88
Tabla 49	Resistencia de la compresión de concreto patrón de tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días	89
Tabla 50	_RCC patrón con la adición de 2% cactus en tipo I en las edades 7, 14, 28 días	91

Tabla 51 Resistencia a la compresión de concreto patrón con la adición de 2% cactus en tipo IP en las edades 7, 14, 28 días.	92
Tabla 52 Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo GU en las edades de 7.14, 28 días.....	93
Tabla 53 RCC patrón más la incorporación de 4% cactus en tipo I	95
Tabla 54 Resistencia de la compresión de concreto patrón más la incorporación de 4% cactus en tipo IP.....	96
Tabla 55 Resistencia de la compresión de concreto patrón más la incorporación de 4% cactus en tipo GU.....	97
Tabla 56 Promedio de resistencia a la compresión de tipo I más incorporación de cactus	98
Tabla 57 Promedio de resistencia a compresión de tipo IP más incorporación de cactus	99
Tabla 58 Promedio de resistencia a compresión de tipo GU más incorporación de cactus	100
Tabla 59 Variación de resistencia a compresión en porcentaje del concreto tipo I	101
Tabla 60 Variación de resistencia a compresión en porcentaje del concreto tipo IP	102
Tabla 61 Variación de resistencia a compresión en porcentaje del concreto tipo GU...	103

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación de la cantera murillo.....	48
Figura 2 Cantera murillo	49
Figura 3 tamizado de agregado grueso	50
Figura 4 Curva granulométrica del agregado grueso	51
Figura 5 tamizado del agregado fino.....	52
Figura 6 Curva granulométrica del agregado fino.	53
Figura 7 Peso específico y absorción del agregado fino	54
Figura 8 Peso unitario del agregado grueso.....	55
Figura 9 peso unitario del agregado fino.....	57
Figura 10 Humedad de agregado grueso	58
Figura 11 Humedad de agregado fino.	59
Figura 12 Recolecta de cactus de echinopsis pachanoi	61
Figura 13 Trozado de cactus echinopsis pachanoi	61
Figura 14 Extracto de cactus de echinopsis pachanoi.	62
Figura 15 material para mezcla de concreto.....	75
Figura 16 Vaciado, desencofrado de probetas	75
Figura 17 Consistencia del concreto fresco	76
Figura 18 ensayo de resistencia a compresión	76
Figura 19 Consistencia promedio de la incorporación de cactus a cemento tipo I.....	84
Figura 20 Consistencia promedio de la incorporación de cactus a cemento tipo IP	85
Figura 21 Consistencia promedio de la incorporación de cactus a cemento tipo GU	86
Figura 22 Retiro de curado de posa y ruptura de probeta de concreto patrón	87
Figura 24 Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón del tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días	89
Figura 25 Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón del tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días	90

Figura 26 Ruptura de probeta patrón más la adición de 2% de cactus	90
Figura 27 Promedio de RCC patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo I en las edades de 7, 14, 28 días.....	91
Figura 28 Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días	93
Figura 29 Promedio de RCC patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días.....	94
Figura 30 Ruptura de probeta patrón más la adición de 4% de cactus	94
Figura 31 Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 4% cactus en el tipo I en las edades de 7, 14, 28 días.....	95
Figura 32 Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 4% cactus en el tipo IP en las edades 7, 14, 28 días	96
Figura 33 Promedio de RC del concreto patrón con adición de 4% cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días	97
Figura 34 Promedio de resistencia de compresión en tipo I	98
Figura 35 Promedio de resistencia de compresión en tipo IP	99
Figura 36 Promedio de resistencia de compresión en tipo GU.....	100
Figura 37 Resistencia a compresión al máximo en la edad de 28 días	101
Figura 38 Resistencia a compresión al máximo en la edad de 28 días	102
Figura 39 Resistencia a compresión al máximo en la edad de 28 días	103
Figura 40 Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo I y el 2.0% de cactus	106
Figura 41 Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo IP y el 2.0% de cactus	107
Figura 42 Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo GU y el 2.0% de cactus	107
Figura 43 Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo I y el 4.0% de Cactus.	108

Figura 44 Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo IP y el 4.0% de cactus	108
Figura 45 Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo GU y el 4.0% de cactus	109
Figura 46 Porcentaje óptimo de la incorporación de cactus.....	110
Figura 47 Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 2.0% de cactus en tipo I	111
Figura 48 Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 4.0% de cactus en tipo I	111
Figura 49 Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 2.0% de cactus en tipo IP	112
Figura 50 Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 4.0% de cactus en tipo IP	112
Figura 51 Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 2.0% de cactus en tipo GU.....	113
Figura 52 Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 4.0% de cactus en tipo GU	113
Figura 53 Diferencia de consistencia del concreto patrón y % de cactus.....	114

Índice de anexos

anexo 1 Matriz de consistencia	125
Anexo 2 operacionalización de variable.....	126
Anexo 3 Recojo de datos	127
Anexo 4 Ruptura de probetas	135

I. Introducción

El concreto constituye un insumo cardinal en el ámbito edificatorio, merced a su elevada solidez y perdurabilidad. Su rendimiento se halla condicionado por una multiplicidad de factores, entre los que destacan las clases de cemento y los aditamentos, así como la inclusión de compuestos suplementarios que optimizan sus cualidades de resistencia a la compresión, particularmente en cementos de tipología I, IP y GU, cuya incidencia en el comportamiento del concreto resulta objeto de análisis.

En consecuencia, la presente indagación persigue examinar la repercusión de la adición de *Echinopsis pachanoi* como aditivo orgánico en la resistencia a compresión del concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando las tres tipologías cemento referidas. Los hallazgos previstos pretenden coadyuvar al progreso en el desarrollo de materiales.

El estudio se estructura en cinco secciones: el Capítulo I expone la introducción a la temática investigada; el Capítulo II aborda la formulación de la problemática, explicitando el problema general y problemas específicas, así como los objetivo general y específicos ; el Capítulo III presenta el armazón teórico, contemplando antecedentes y fundamentos conceptuales pertinentes, con la aclaración de vocablos técnicos; el Capítulo IV describe la metodología aplicada, abarcando la delimitación muestral, la recopilación y el tratamiento de los datos, seguido del examen analítico; finalmente, el Capítulo V consigna los hallazgos y el debate crítico del proyecto.

Para solventar incidencias técnicas en el concreto, habitualmente se recurre a aditivos de naturaleza sintética; no obstante, este estudio plantea una alternativa inédita mediante un aditivo de procedencia natural, capaz de replicar o aproximar sus funciones y potenciar la resistencia en componentes estructurales. Con tal fin, se incorpora *Echinopsis pachanoi* en la mezcla, dada su condición de planta ornamental común en entornos domésticos.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

Entregado que el concreto es una mezcla variado de áridos que poseen propiedades distintas, estos son los agregados finos y grueso que usualmente representan el 60% a 80% del volumen de concreto y mezclado con pasta el cual contiene cemento, agua, aire atrapado que representan el 20% a 40% del mismo De la Roz y Puig, (2021). Asimismo, a este se le agrega en pequeñas proporción, adiciones de fibras, aditivos los cuales modifican de mejoras en las características del concreto, claro está que las proporciones deben ser diseñadas para no afectar a otras características como la durabilidad Sanchez, (2019). En tal sentido, la proporción cemento-agua (a/c) ha de determinarse con minuciosidad, pues un incremento desmedido en el agua provoca la descuenta de la resistencia a compresión, y viceversa (De La Roz et al., 2020).

Del mismo modo, los aditivos, desde la civilización romana, han mitigado deficiencias en calidad y durabilidad, desempeñando el papel de potenciadores de las propiedades del hormigón y de su rentabilidad. En prácticas de autoconstrucción, es habitual añadir agua para facilitar la trabajabilidad de la mezcla; sin embargo, tal proceder conlleva un deterioro sustancial de la calidad, manifestado en mayor permeabilidad, contracción por secado y reducción de la resistencia, lo que vuelve al hormigón susceptible a la agresión de agentes externos que menoscaban su matriz. No obstante, la dosificación correcta de aditivos conforme a las necesidades específicas evita las problemáticas señaladas (Tuskaeva y Karyaev, 2020).

Por otra parte, la elección y el uso de aditivos están supeditados a las condiciones climáticas del emplazamiento, de modo que su inclusión optimice la calidad y longevidad del hormigón endurecido y asegure su adecuada manejabilidad en estado fresco. Asimismo, la naturaleza de los insumos, las proporciones de dosificación, el tipo de mezclado, el transporte, la colocación, el curado y la compactación mediante vibración,

constituyen variables determinantes en la calidad y en la respuesta mecánica del material (Orozco et al., 2018).

En la misma línea, los inconvenientes de durabilidad en estructuras de hormigón guardan relación con fallas en los procedimientos constructivos, deficiencias en la calidad de los materiales y deficiencias de diseño. El primer aspecto representa el 39 % de los casos, derivado de errores en mezclado y transporte; el segundo, un 16 %, por empleo de materiales inadecuados; y el último, un 45 %, debido a que con frecuencia no se consideran las condiciones climáticas y las interacciones previamente mencionadas (Orozco et al., 2018).

En este marco, tanto en el Perú como en otras naciones, la incorporación de aditivos en las mezclas suele ser de origen químico industrial, lo que eleva el costo del hormigón cuando se requieren prestaciones especiales. Por ello, países como México han impulsado investigaciones sobre aditivos naturales que emulen las funciones de los industriales, para luego examinar las propiedades físico-químicas y microestructurales del material, destacando el uso del polímero orgánico conocido como “mucílago de nopal”, con hallazgos alentadores (Ramírez, 2008).

En consecuencia, la presente indagación propone una alternativa basada en un aditivo natural (AN) procedente del cactus *Echinopsis pachanoi* para concreto, con el objetivo de potenciar su resistencia. Este planteamiento responde a la problemática de sobrecostos asociados a concretos con propiedades especiales en la ciudad de Abancay–Apurímac, así como a las deficiencias en la autoconstrucción, donde la preparación de mezclas frecuentemente se aparta de las normativas, repercutiendo de manera directa en la resistencia y, por ende, en la durabilidad del material.

1.2.1 Problema General

¿De qué forma impacta la incorporación de Cactus de Echinopsis Pachanoi como aditivo natural(AN) en la resistencia a la compresión del concreto(RCC) $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay?

1.2.2 Problemas Específicos

¿De qué forma impacta la incorporación del cactus de echinopsis pachanoi como AN en la RCC $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en las edades 7, 14, 28 días?

¿Cuál será el porcentaje que impacta en la incorporación de cactus de echinopsis pachanoi como AN en la mezcla del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$?

¿De qué forma impacta la incorporación de cactus de echinopsis pachanoi como AN en la consistencia del concreto $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$?

2.2. Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la incorporación de Cactus de Echinopsis Pachanoi como AN en la resistencia a compresión del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay.

2.2.2 Objetivos Específicos

Determinar de qué forma influencia de incorporación del cactus de echinopsis pachanoi como AN en la RCC $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en las edades 7, 14, 28 días.

Determinar el porcentaje que influencia en la incorporación de cactus de echinopsis pachanoi como AN en la mezcla del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.

Determinar de qué forma impacta la incorporación de cactus de echinopsis pachanoi como AN en la consistencia del concreto $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$.

2.3. Justificación e Importancia

Justificación

El cemento y los aditivos constituyen los insumos de mayor empleo a escala global en el ámbito constructivo; sin embargo, la magnitud energética requerida para su fabricación es considerable, generando consecuencias adversas para el medio ambiente. Por tal motivo, se plantea la sustitución de aditivos de síntesis química por aditivos de procedencia natural, con el propósito de atenuar los contaminantes asociados a su elaboración y disminuir los costos derivados de su utilización. En México, se ha contemplado como alternativa el mucílago de nopal, el cual, según investigaciones efectuadas, optimiza las pertenencias del hormigón tanto en fase fresco como endurecido.

En este contexto, la presente indagación propone incorporar a la mezcla de hormigón el cactus *Echinopsis pachanoi* como AN, con el fin de potenciar la RCC $f'c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Abancay, aprovechando su notable abundancia en la región de Apurímac.

Importancia

Esta indagación es viable económicamente porque se cuenta con la inversión necesaria para su estudio, además se cuenta material cactus de *echinopsis pachanoi*, de esta forma se explora la mejorar de resistencia del concreto, incorporando el cactus como aditivo natural para utilizar en las construcciones en la ciudad de Abancay, con miras a optimizar la solidez mecánica del concreto y su manejabilidad en estado fresco.

2.4. Hipótesis

2.4.1 *Hipótesis general*

La adición de Cactus de *Echinopsis Pachanoi* como AN en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Abancay.

2.4.2 *Hipótesis específicos*

La incorporación del cactus *Echinopsis pachanoi* como AN incide en la RCC $f'c = 210$ kg/cm² a edades de 7, 14 y 28 días.

En la composición del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se determina el porcentaje idóneo de incorporación de cactus *Echinopsis pachanoi* como AN.

Adición de cactus *Echinopsis pachanoi* como AN repercute en la consistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.5. Variables

- **Variable independiente:** Cantidad porcentaje incorporación de aditivo de cactus *Echinopsis Pachanoi*
- **Variable dependiente:** Resistencia a la compresión

Tabla 1

operacionalización de variable

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Independiente	Independiente	Independiente		
Incorporación aditiva de cactus echinopsis pachanoi	Cárdenas (1998) indica que el mucilago proveniente de los cactus ha sido materia de estudio en especial en México, quienes desde un inicio empezaron a usar como adición con la cal para evitar el ingreso de humedad en los muros, luego pasando a los morteros de cemento.	Incorporación de 2% cactus Incorporación de 4% cactus	Peso en gramos del cactus echinopsis pachanoi en función de los materiales del concreto porcentaje de cactus	fichas de registro de datos para el ensayo de laboratorio
Dependiente	Dependiente	Dependiente		
Resistencia a compresión del concreto $f'c=210kg/cm^2$	Resistencia a compresión Rivva (2000) su propiedad característico más importante del concreto dado que la resistencia máxima del concreto pueda soportar sin ruptura, por tanto la resistencia a la compresión es usado como lista de eficacia del concreto. Además, que esta propiedad está ligado directamente a la relación a/c el cual es propenso a variar por la temperatura y el tiempo de curado.	Concreto Ensayo de consistencia Agregado Cemento portland	ruptura de probetas en las edades 7, 14, 28 días. Medición Consistencia Tipos de cemento	fichas de registro de datos para el ensayo de laboratorio

Nota: En la tabla se precisa los variables independientes y dependientes con sus respectivas dimensiones.

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

a) A nivel internacional

Bombón P. y Rosero P. (2021), realizaron la indagación sobre estudios de la incorporación de nano sílice en concreto de alta desempeño (HPC) para optar título en la ingeniería civil en la universidad central de Ecuador; las indagaciones realizadas de acuerdo, influencia de la adición de partículas de nano sílice en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de alta resistencia a la compresión, módulo de rotura. Se incluyó las partículas de nano sílice como reemplazo de un 0.75%, 1.5% y 3% en peso de la cantidad de cemento de un concreto patrón y también reemplazos del 5%, y 10% de micro sílice. del concreto de alto desempeño se diseñó para cumplir con las características de tener un $f'_{c}=a$ 550kg/cm², obtener una trabajabilidad con las dosificaciones. Se realizaron pruebas de microscopía para conocer la influencia de las adiciones de sílice en la microestructura y en la hidratación de los concretos. De los resultados obtenidos se determina que el porcentaje óptimo de nano sílice es de 1.5%. A los 28 días de edad los resultados de las pruebas realizadas determinaron que el porcentaje óptimo de nano sílice con respecto al concreto patrón y al concreto con micro sílice produce una mejora de: resistencia a la compresión del 8.44% la nano sílice es como agente de mejora la resistencia del concreto.

Díaz (2020), desarrolló una indagación sobre “Efecto del PET reciclado y del mucílago de nopal en las propiedades electroquímicas y mecánicas del concreto”. el objetivo de la investigación evaluar el efecto de diferentes concentraciones y geometrías de PET, así como un aditivo natural a base de mucílago de nopal en las propiedades mecánicas y electroquímicas del concreto. Es de tipo aplicada y nivel de diseño experimental, en cuanto a población son las probetas para cada tipo de ensayo y porcentajes de PET y el aditivo natural. Se obtuvo los siguientes resultados con incorporación de PET mediante filamentos, este se dispuso bajo morfologías diversas, tales

como mucilago de nopal prismáticas rectangulares en longitudes extensas reducidas o en su hibridación, los cuales se integraron como reemplazo de los áridos finos en proporciones (PET/arena) de 3%/97%, 5%/95%, 8%/92%, junto con el aditivo natural de mucílago de nopal en igualdades (nopal/agua en peso) de 1:1, 1:2 y 1:3. De dichas configuraciones, se verificó que para un 3% de filamentos alargados la resistencia a compresión ascendió a 243.8 kg/cm², y que con el AN de mucílago de nopal en relación 1:3, se alcanzó una resistencia de 246.5 kg/cm² a los 28 días de rehabilitado, determinándose que el mucílago de nopal opera como agente retardante de la fraguadura.

Díaz et al. (2019), desarrollón investigación sobre “Influencia de un AN (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto”, difundida en la revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, cuyo cometido fue dilucidar el impacto de dicho aditivo sobre las propiedades electroquímicas del hormigón. El estudio contempló relaciones 1:1, 1:2 y 1:3, ejecutando pruebas de compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Las probetas fueron además sometidas durante 270 días a técnicas electroquímicas como la medición del viable de contorno abierto, la determinación de resistencia a polarización lineal y el análisis de ruido electroquímico. Se concluyó que, con la relación 1:3, el mucílago de nopal ejerce como retardador del fraguado, logrando resistencias compresivas superiores frente a la mezcla patrón. Adicionalmente, el ensayo de potencial de circuito abierto evidenció que este extracto retrasa la iniciación de la corrosión en el acero, destacando la mezcla CO+-3N como la más ventajosa. Los otros dos ensayos mostraron incremento en la resistencia al ruido y a la polarización, lo cual favorece que la matriz cementicia preserve condiciones óptimas para que el acero mantenga un estado pasivado.

Manríquez (2018), ejecuto una indagación sobre estudios “evaluación de mucilago de nopal para disminuir las fisuras causadas por retracción plástica en hormigón”. En la indagación el objetivo Evaluar la influencia de la adición de mucilago de nopal en la fisuración por retracción plástica en hormigón, diseño de investigación es experimental,

aplicada con enfoque cuantitativo. Este aditivo natural incidió de forma notable en la exudación del hormigón con una dosificación del 2.6% proporción al peso del cemento, se verificó una merma superior al 20% en dicho fenómeno. Para atenuar la magnitud de las grietas generadas por contracción plástica, fue indispensable incorporar mucílago de nopal en la mezcla. El análisis visual de fisuraciones corroboró la hipótesis inicial, evidenciando que una adición del 1.95% propició una disminución del 76.55% en superficie afectada y del 63.64% en el número de grietas, en comparación con el concreto patrón, mientras que con el 2.6% de incorporación máxima se obtuvo la reducción más amplia en la fisuración global. Asimismo, la inclusión del mucílago de nopal se tradujo en un comportamiento favorable en los ensayos de resistencia a compresión: se observó un incremento del 40.4% respecto al hormigón convencional, constatándose que dicho aditivo eleva significativamente la capacidad compresiva del material, constituyendo un aporte relevante dentro de la investigación.

b) A nivel nacional

Falcón (2022), desarrolló una indagación sobre *“Características físico–mecánicas del hormigón hidráulico modificado con mucílago de huaraco en territorios altoandinos, Huancayo, Junín 2021”*. El propósito consistió en examinar la alteración de las propiedades físico–resistivas del hormigón hidráulico incorporado con mucílago de huaraco en zonas de elevada altitud. Empleó el método de diseño experimental puro, dado que incluyó factores de control aleatorio, manipulación deliberada, observación sistemática y metrología. con una población compuesta por 36 cilindros probeta y 36 vigas prismáticas. Para cada dosificación de adición del aditivo natural se fabricaron tres probetas y vigas, evaluadas en tiempos de rotura de 7, 14 y 28 días, con proporciones de 0.0% (testigo), 0.5%, 1% y 1.5%. Los hallazgos evidenciaron que, con un 0.5% de este aditivo natural, la mezcla incrementó su resistencia a compresión y flexión; además, en contenidos de 0.5%, 1% y 1.5% se mantuvo una trabajabilidad aceptable en estado plástico, registrándose para 0.5% un asentamiento de 4”. Sin embargo, en dosificaciones más elevadas, las

resistencias a compresión y flexión decrecieron, concluyéndose que 0.5% es el porcentaje óptimo para un desempeño mecánico satisfactorio del hormigón.

Ortiz y Pumayalla (2022), desarrollón una investigación sobre **“Incorporación del mucílago de nopal para optimizar las propiedades físicas del hormigón estructural en Nuevo Chimbote”**. Tiene como objetivo determinar el efecto de la añadidura de mucílago de nopal en la mejora de las posesiones físicas del concreto. Se adoptó un diseño experimental por la manipulación directa de las variables implicadas. La población estuvo compuesta por 102 probetas con dosificaciones de 1%, 3%, 5% y 7%, ensayadas a 7, 14 y 28 días. Para un concreto de resistencia 210 kg/cm² se empleó el método ACI 211, con dosificación base 1.00:1.85:2.91:24.45 lt, utilizada tanto para el patrón como para las mezclas aditivadas. El análisis de la mezcla, en fase reciente y endurecido, reveló que el asentamiento varía con la adición y que la resistencia a compresión disminuye cuando la dosificación excede el 3%. Se concluyó que con un 3% de mucílago de nopal se logra un asentamiento favorable (incremento de 0.4”) y aumentos en resistencia a compresión de 14.35% a los 7 días, 11.76% a los 14 días y 6.89% a los 28 días.

Adrianzen y Chuquipiondo (2021), ejecutaron una exploración sobre **“Incidencia de la adición de echinopsis pachanoi en la mejora de la resistencia de un hormigón f’c = 175 kg/cm², Moyobamba – 2021”**. El propósito fue determinar si la incorporación de echinopsis pachanoi en la mezcla optimiza la resistencia a compresión de un hormigón simple. La metodología adoptada fue de enfoque cuantitativo correlacional, con diseño experimental mediante manipulación de variables. La población incluyó 30 probetas con adiciones de 1%, 3% y 5% de este aditivo natural, evaluadas a 7, 14 y 28 días bajo las normativas vigentes. Se concluyó que con un 3% de echinopsis pachanoi se obtuvo un incremento de la RCC, pasando de 175 kg/cm² a 189.05 kg/cm² a los 28 días; adicionalmente, el costo por metro cúbico con dicha adición se estimó en 428.38 soles.

Pérez y Plasencia (2021), en su investigación con título **“Determinación de la resistencia a compresión de un hormigón de elevada resistencia empleando**

mucílago de *Aloe barbadensis*, San Martín – 2020”, cuyo propósito consistió en evaluar la sustitución arbitraria del agua de amasado por mucílago de *Aloe barbadensis* en un hormigón de alta resistencia, con el fin de optimizar su resistencia compresiva. La metodología correspondió a un enfoque aplicado y de naturaleza experimental, la población analizada estuvo conformada por 36 probetas, distribuidas en grupos experimentales con adiciones de aditivo natural de 9%, 12% y 15%, más una mezcla testigo (0%). Se determinó que la precisa patrón presentó una resistencia de 350 kg/cm², que las mezclas con 9%, 12% y 15% de aditivo lograron un aumento del 12% en resistencia a compresión. El análisis económico evidenció una reducción de costos de S/. 81,00 a favor de la mezcla aditivada. Adicionalmente se constató que el mucílago de aloe ejerció como acelerante de fraguado, además de favorecer la retención de humedad. En consecuencia se concluyó que el *Aloe barbadensis* confiere mejoras sustanciales a las propiedades del hormigón.

Oloya y Ponce (2019), desarrollón un estudio sobre **“Influencia del empleo del mucílago de cactus *Echinopsis pachanoi* como AN en la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del hormigón en la ciudad de Trujillo”**. Tiene como objetivo determinar el impacto de la añadidura de *Echinopsis pachanoi* sobre la resistencia compresiva, la consistencia y la permeabilidad de un hormigón $f_c = 210$ kg/cm². La investigación de carácter aplicado, La precisa comprendió 144 probetas, confeccionadas según las dimensiones estipuladas en la norma E.060, con dosificaciones de aditivo natural de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Los resultados se cotejo con el concreto testigo, evidenciaron que la añadidura del 1.5% incrementó la resistencia a compresión en 1.32%, la consistencia en un 25%, y mejoró las condiciones de permeabilidad respecto al patrón. La dosificación base, tanto para el patrón como para las mezclas aditivadas, se estableció conforme al método ACI 211, resultando en 1:1.73:3.02:25. Asimismo, para proporciones de 0.5% y 1%, se observó un aumento de la permeabilidad.

A nivel regional y local

Huamán (2021), desarrolló una exploración sobre **“Influencia de la incorporación del aloe vera en la mezcla del concreto estructural $f'c=210$ kg/cm², sobre la resistencia a la compresión axial del concreto en la ciudad de Abancay- Apurímac, 2018”**. como objetivo de la investigación de qué manera el uso de aloe vera como aditivo natural, influye en la resistencia a la compresión axial, consistencia y tiempo de fraguado del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Abancay. La metodología por su naturaleza se enmarcó en el campo de la indagación aplicada y por su traza, en un diseño de índole experimental. El estudio se centró en la auscultación del desempeño mecánico del hormigón tanto en su condición plástica como endurecida. A los 28 días de curado, las probetas ensayadas evidenciaron, particularmente con una dosificación de *Aloe vera* del 2.5%, un incremento notorio en la capacidad compresiva, alcanzando un $f'c$ de 233.4 kg/cm². Asimismo, con una proporción del 3% de aditivo se registró un asentamiento de 7.67 cm, en lo concerniente al lapso de fraguado, se verificó una correlación directamente proporcional: a mayor concentración del aditivo natural, mayor dilatación temporal en el proceso de fragua.

Valverde (2022), desarrolló una averiguación sobre **“Determinación de la resistencia compresión axial del hormigón estructural $f'c = 210$ kg/cm² integrando en la amalgama como AN el mucílago de cladodio de *Opuntia ficus-indica* en la ciudad de Abancay, 2022”**. El propósito consistió de qué manera influye la integración del mucílago de penca de tuna como aditivo natural en la mezcla sobre la resistencia a compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Abancay, 2022. La metodología de indagación es aplicado y de delineación experimental, la población fue de 45 probetas de concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm². Teniendo en consideración que la norma E-060 nos dice que son 3 probetas por cada ensayo realizado ante ello, siendo un total de 04 diseños de mezclas por los porcentajes antes mencionados, se realizó la rotura de probetas en 03 edades diferentes que fueron de: 7, 14 y 28 días, resultando así un total

de 36 especímenes. Asimismo, se elaboró un concreto patrón de $f'_c=210$ kg/cm², 03 probetas en 03 edades 58 diferentes que fueron de: 7, 14 y 28 días, resultando así 9 probetas. Teniendo en cuenta que la resistencia máxima alcanzada fue a los 28 días, se obtuvo que la resistencia promedio a compresión axial del concreto patrón fue de 307.39 kg/cm² y la resistencia de integraciones de 1.5%, 2%, 2.5% y 3% fueron 312.97 kg/cm², 326.65 kg/cm², 237.41 kg/cm² y 176.42 kg/cm² respectivamente. Entonces, de los datos que se obtuvieron de la resistencia a compresión axial, la integración óptima del mucílago de penca de tuna como aditivo natural fue del 2%, ya que alcanzó una resistencia de 326.65 kg/cm², llegando al 106.27% con respecto al concreto. Se orientó al escrutinio de la evolución del comportamiento mecánico del hormigón en estado plástico y endurecido. Los registros mostraron que la resistencia axial máxima se alcanzó a los 28 días, siendo que la dosificación inapreciable del mucílago de penca de tuna como AN fue del 2%, logrando una resistencia de 326.65 kg/cm², equivalente al 106.27% proporción al hormigón testigo.

3.2. Bases teóricas

Concreto

El concreto constituye una amalgama de conglomerante hidráulico, agregados y agua, dosificados en proporciones convenientes para conferirle una determinada capacidad resistente. El cemento/agua entablan una reacción química que aglutina las partículas pétreas, dando lugar a un material de naturaleza heterogénea. En ocasiones, se incorporan compuestos denominados aditivos, cuyo propósito es optimizar o alterar las propiedades intrínsecas del concreto.

El concreto es resultado de una combinación híbrida de distintos insumos con contenidos porcentuales variables, en un metro cúbico se tiene que los pétreos (finos y gruesos) representan el 60% a 75%, agua de 15% a 22%, cemento de 7% a 15%, aire 2% a 3% y los aditivos de 0.1% a 0.2%, la cantidades exactas de cada uno de ellos será de convenio al método de diseño de mezclas aplicado (Abanto, 2017).

3.2.1. Tipos de concreto

Abanto (2017) señala que ciertas tipologías de concreto se clasifican de la siguiente manera:

Concreto simple: Constituye una amalgama integrada por agregados gruesos y finos, cemento Portland y agua. La denominación “simple” alude a que los agregados gruesos deben quedar íntegramente recubiertos por la pasta cementicia, mientras que los agregados finos han de colmar los intersticios entre los gruesos mediante la misma pasta. Esta formulación carece de aditivos u otros insumos suplementarios destinados a perfeccionar o alterar las propiedades inherentes del material.

Concreto armado: Se designa así a la mezcla convencional de concreto cuando incorpora entramados de acero de refuerzo. Este sistema combina el concreto con barras de acero (refuerzos), de manera que ambos materiales colaboran sinérgicamente para absorber esfuerzos de tracción y aumentar la capacidad compresiva del conjunto. El acero se coloca previo al vertido del concreto, posibilitando la ejecución de obras como edificaciones, viaductos, reservorios y muros de contención. La conjunción de concreto y acero genera una estructura de alto desempeño mecánico, brindando notables prestaciones frente a compresión, tracción y flexión.

concreto estructural: Se nombra así al hormigon simple cuando ha sido dosificado, mezclado, trasladado y vertido conforme a las prescripciones técnicas del diseño, garantizando una resistencia mínima estipulada y una durabilidad idónea. El juicio de concepción y ejecución de una estructura de concreto estructural requiere el cálculo y la disposición adecuada de armaduras para resistir las sollicitaciones previstas sobre la obra.

Propiedades del concreto

Conforme a Rivva (2000), cada atributo del concreto presenta singularidades determinadas por la región de empleo y la naturaleza de la obra proyectada, razón por la cual la comprensión e interrelación de dichos atributos resulta indispensable para la toma

de determinaciones ingenieriles. Asimismo, es imperativo reconocer las limitaciones inherentes de tales propiedades con el fin de modificarlas cuando sea necesario, manteniendo como parámetro cardinal la razón agua/cemento. En este marco, las propiedades primordiales del concreto en estado plástico comprenden: trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire ocluido, tendencia a la segregación, exudación, lapso de fraguado, calor de hidratación y peso unitario.

Propiedades en estado fresco

Trabajabilidad

Según Rivva (2000), la trabajabilidad se concibe como la aptitud con que una definitiva porción de insumos puede ser amalgamada para la confección de concreto, alcanzando una homogeneidad óptima durante el batido. Esta condición debe permitir que la masa resultante sea lo suficientemente dúctil y maleable para colmar íntegramente los intersticios entre el encofrado y las armaduras metálicas, sin que se produzca disgregación de la pasta cementicia respecto de los áridos, ni retención de burbujas gaseosas, oquedades hídricas o vesículas internas.

La docilidad de la mezcla guarda correlación con la morfología y granulometría de los áridos, así como con la proporción relativa entre el árido grueso y el fino, factores que determinan la dotación hídrica necesaria para obtener una plasticidad idónea, debiendo seguirse las prescripciones de la norma ACI 211.1. De igual forma, la trabajabilidad se reconoce en función de su consistencia.

Consistencia

Rivva (2000) la define como la cualidad del hormigón fresco que expresa su tenor hídrico a través del grado de fluencia de la masa. Cuanto mayor sea la humedad interna, mayor será la facilidad de escurrimiento de la mezcla, favoreciendo su deposición y moldeo. No obstante, la consistencia no equivale a la trabajabilidad, pues existen casos donde la primera resulta apropiada para ciertas tipologías estructurales, pero inadecuada para

otras. A modo ilustrativo, un hormigón de elevada consistencia puede ser apto para la ejecución de vigas y pilares.

Equipos

Abanto (2017) describe el empleo del **tronco de cono** como implemento de medición, el cual presenta bases circulares —superior e inferior— dispuestas en paralelo, con diámetro de 10 cm en la parte alta y 20 cm en la base. Su alzado vertical alcanza los 30 cm. El plano de apoyo se confecciona en chapa de acero galvanizado de 1.5 mm de espesor. Para facilitar su manipulación, se disponen aletas pediculares y asas de molde soldadas. La compactación del hormigón se efectúa con una varilla de acero liso, rematada en punta semiesférica, de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud.

Tabla 2

Características de la mezcla de concreto

Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de comparación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	chuseado

Nota: En la tabla se precisa la consistencia y trabajabilidad de mezcla del hormigón en estado fresco con datos del ensayo de Slump, por Romero & Hernández, (2014).

Propiedades en estado endurecido

Resistencia

De acuerdo a (Rivva, 2000) es su propiedad característica más importante del concreto dado que la resistencia máxima del concreto pueda soportar sin ruptura, por tanto la resistencia a la compresión es usado como repertorio de eficacia del hormigón. Además, que esta propiedad está ligado directamente a la relación a/c el cual es propenso a variar por la temperatura y el tiempo de curado, este último es necesario en el proceso de hidratación para alcanzar su resistencia óptima.

Tabla 3*Clasificación por la resistencia del concreto*

Tipos	Usos	Beneficios	Información técnica
Baja resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Losas aligeras • Elementos de concreto sin requisitos estructurales 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Propiedades elementales 	Resistencia a la compresión 150 kg/cm ²
Resistencia moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones de tipo habitacional de pequeña altura • Edificaciones sencillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo 	Resistencia a la compresión entre 150 y 250 kg/cm ²
Resistencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de estructuras de concreto 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad • Disponibilidad 	Resistencia a la compresión entre 250 y 420 kg/cm ²
Muy alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Columnas de edificios muy altos. • Secciones de puentes con claros muy largos • Elementos reforzados • Disminución en los espesores de los elementos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos • Elementos reforzados más ligeros • Elementos más esbeltos 	Alta posesividad en estado fresco Altos revenimientos Baja permeabilidad Mayor protección al acero de refuerzo Resistencia a la compresión entre 400 t 800 kg/cm ²
Alta resistencia temprana	<ul style="list-style-type: none"> • Pisos • Pavimentos • Elementos prefabricados • Construcción en clima frío • Minimizar tiempo en construcción 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada resistencia temprana • Mayor avance de obra • Optimización de uso de cimbra • Disminución de costos 	Para resistencias superiores a los 300 kg/cm ² se requiere analizar el diseño de elemento

Nota: En la tabla se precisa la clasificación de la resistencia del concreto, por Rivva, (2000).

Componentes del concreto

Cemento portland.

El cemento es un material inorgánico producto de la calcinación y polvillo del Clinker además se considera una mezcla fina homogénea de materiales arcillosos y calcáreos previamente calcinados a excepción del yeso que podría añadirse calcinado y no calcinado en proporciones no mayor a 3%. Además, tenemos que los principales ingredientes son la cal, sílice, alúmina como también contiene cantidades pequeñas de óxido de hierro, trióxido de sulfuro, bióxido de carbono, magnesia y álcalis, todos estos compuestos hacen que actúa el cemento como un aglutinante dado que al mezclarse solo con el agua o en compañía de agregados se activan sus propiedades de fragua y endurecimiento dado que durante la hidratación se genera reacciones químicas y que al endurecerse este conserva sus propiedades de resistencia y estabilidad (Peñaranda y Fontalvo, 2020).

Así mismo, al ser un conglomerante hidráulico en el proceso de clinkerización a temperaturas de 1450 °C-1500 °C y combinación con las distintas materias primas se obtiene fases de silicato tricálcico (C_3S), silicato bicalcico (C_2S), aluminato tricálcico (C_3A) y la disolución de ferritos aluminatos (C_4AF) (Mamlouk y Zaniewski, 2016). De los cuales se tienen los siguientes tipos de cemento para condiciones distintas.

Tipos de cemento

Tipo I: Este conglomerante hidráulico se destina a aplicaciones constructivas de carácter genérico, dado que el hormigón resultante no demanda cualidades excepcionales. Presenta elevada liberación térmica por hidratación y una celeridad marcada en la adquisición de la resistencia a compresión f_c .

Tipo II: Este aglutinante exhibe resistencia intermedia frente a la acción de sulfatos y un ardor de hidratación moderado, lo cual ralentiza la obtención de la resistencia a compresión f_c . Es óptimo para zonas de clima cálido y en contextos con incidencia leve de sulfatos.

Tipo III: es un cemento de alta resistencia inicial. Se emplea cuando las obras requieren habilitación acelerada, aunque su tolerancia a medios con sulfatos es reducida, lo que restringe su uso en tales ambientes.

Tipo IV: Este cemento manifiesta bajo calor de hidratación, lo que implica una lenta ganancia de la resistencia $f'c$. Resulta apropiado para proyectos que demandan colados masivos, favoreciendo un control térmico más estable durante el proceso de fraguado.

Tipo V: Su utilización es indispensable en entornos con elevada concentración de sulfatos, como estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de estas sales o a agua marina. Mantiene su resistencia en el tiempo y presenta facilidad de manejo.

Cementos adicionados

- **Portland tipo IP:** Cemento Portland puzolánico cuya reacción química genera mayor formación de silicatos cálcicos por la interacción de la puzolana con hidróxidos de calcio, incrementando la impermeabilidad y la resistencia a sulfatos.
- **Portland tipo GU:** Cemento Portland formulado para aplicaciones de carácter general.

Agregados

En terminología ingenieril, los agregados son materiales granulares procedentes de la meteorización de la roca matriz o de su trituración mecánica inducida por la acción humana. Comprenden gravas, arenas y similares, con longitudes máximas cercanas a 150 mm y diámetros mínimos de 5 a 10 μm (ACI, 2014). Estos contribuyen a la resistencia estructural y a la textura superficial, garantizando la adherencia con la pasta cementicia y mitigando variaciones volumétricas durante el fraguado del concreto.

Tabla 4*Clasificación de agregados según su tamaño*

<i>Tamaño de las partículas en mm (tamiz)</i>	<i>Denominación corriente</i>	<i>Clasificación como agregado para concreto</i>
0.002	Arcilla	Fracción, muy fina
0.002 - 0.074 (nº. 200)	Limo	
0.074 - 4.76 (nº. 200)- (nº. 4)	Arena	Agregado muy fino
4.76 - 19.1 (nº. 4) - (3/4)	Gravilla	
19.1-50.8 (3/4) - (2")	Grava	Agregado grueso
50.8-152.4 (2") -(6")	Piedra	
>152.4 (6")	Rajón Piedra bola	

Nota: En la tablas se precisa según la clasificación de los agregados pétreos de acuerdo con el tamaño de partículas del agregado, por Romero y Hernández, (2014).

De la misma forma, los agregados finos son hallazgos de la meteorización por efectos físicos de las rocas los cuales pasan por el tamiz 3/8" y además dan cumplimiento a los estándares establecidos en la normativa NTP 400.037 así como también en el ASTM C 33, que para ser usados deben de estar limpias, perfil angular, duras compactos, resistentes y libres de polvo y además la granulometría seleccionada tendrá que ser uniforme y continua con valores retenidos en las mallas de N°4 y N°100 de la serie de Taylor (Rivva, 2000).

Tipos de agregados

Agregados finos

Se considera agregados finos a la arena natural o triturada de rocas en dimensiones reducidas que pasan el tamiz 9.5mm (3/8") que cumplen con los límites establecidos de la norma (León, 2021).

La idoneidad del árido menudo constituye un elemento crucial en la excelencia del hormigón obtenido; este ha de hallarse exento de contaminantes y ajeno a detritos

indeseables tales como arcillas, compuestos orgánicos o partículas susceptibles de menoscabar las propiedades del concreto. El árido fino deberá ajustarse a los preceptos y disposiciones normativas vigentes con el objeto de salvaguardar la calidad del material resultante.

Agregados gruesos

Estos agregados pueden ser de piedras triturado, chancadas o grava natural los cuales deben ser retenidos en el tamiz N°4 (NTP 4.75mm) y que efectúen con los estándares de la NTP 400.037 o también las de ASTM C 33. Además, se desea que las partículas sean de preferencia angular o semi angular, limpias, resistentes, con texturas superficiales rugosos y libres de partículas blandas o materiales escamosos así como también que sean de granulometría continua (León, 2021).

Agua

El agua es otro de los componentes del concreto, pero de mayor cuidado en su elección dado que este juega un rol importante durante el amasado y curado del concreto por su función en la formación de gel al entrar en contacto con el material cementante. Para ello el agua de mezclado debe de estar libre de colorantes, aceites y azúcares que puedan afectar los tiempos de fraguado, la resistencia y por tanto la durabilidad en ese sentido, el agua elegido, debe de cumplir con los estándares de NTP 339.088 (Quiroz y Salamanca, 2006; Rivva, 2000) .

EL agua tiene funciones importantes en la mezcla del concreto:

- Interacciona al entrar en contigüidad con el conglomerante cementicio, posibilitando su hidratación.
- Ejerce función de lubricante, favoreciendo la maniobrabilidad del hormigón fresco
- Suministra el volumen requerido conforme a la dosificación prescrita.

Agua de curado

El resultado del agua de curado en el hormigón es más duradero que el agua de amasado dado que se encarga del fraguado y el primer endurecimiento de la mezcla para ello esta agua ha de estar libre de sustancias perjudiciales. Además, la función de esta agua evitar la desecación, retracción prematura y mejorar la hidratación del cemento (Quiroz y Salamanca, 2006).

Aditivos.

Los aditivos de acuerdo con American Concrete Institute (ACI) 116R y el ASTM C 125 son insumos de los concretos y morteros los cuales se emplean antes o durante el proceso de mezclado. Del mismo modo, la inclusión de los aditivos en el concreto será de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona de aplicación, las propiedades del concreto que se requieran mejorar y también en situaciones donde se requiere reducir los costos de operación (Rivva, 2000). Los siguientes aditivos son de mayor uso y que deben de con las siguientes normativas.

Incorporados de aire deben de cumplir los estándares de la norma ASTM C 260 Reductores de agua y controladores de fragua deben cumplir los estándares de la norma ASTM C 494.

El cloruro cálcico deberá ajustarse a los parámetros estipulados en la normativa

ASTM D 98.

Los aditivos destinados a la elaboración de hormigones de elevada fluidez habrán de acatar las prescripciones establecidas en la norma **ASTM C 1017**.

Cactus echinopsis pachanois

Producto también conocido en Ecuador como cactus san pedro o aguacolla del tipo arbusto con altura de 5m a 6m con ramificaciones desde la base, los cuales pueden estar constituidas por las ramas primarias como secundarias y su color característico es verde azulado. Además este cuenta con 128 especies que se encuentran distribuidas en los países como Perú, Bolivia y Argentina y más conocidos en Perú y Ecuador donde

normalmente le dan usos con fines religiosos – mágicos (Anderson, 2001); (Fernández y Estupiñán, 2005). Además, La propiedad que le caracteriza es la capacidad de retención de agua que tiene el cactus. Así mismo, las poblaciones del Norte del Perú desde tiempos remotos lo han usado como material para la elaboración de utensilios tales como agujas, anzuelos, prendedores, y peines como también para la construcción de antiguas viviendas dado que tiene la propiedad de actuar como aglutinante que al secarse este se vuelve duro. Además, se estima que el origen es esta especie proviene de la parte sur de Ecuador y norte del Perú de mayor uso en medicinas ancestrales.

Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Hace alusión **capacidad resistente** del hormigón, proyectada para soportar una sollicitación axial de **210 kg/cm²** tras un lapso de **28 días de curado**. Constituye una especificación habitual en estructuras sometidas a cargas de magnitud intermedia (ACI, 2019).

Trabajabilidad del Concreto

Denota la aptitud de la mezcla para ser homogeneizada, vertida, consolidada y acabada con facilidad. Determinados aditivos de origen natural, como el nopal, pueden optimizar tales cualidades al alterar la viscosidad de la masa (Rivva, 2000).

Diseño de mezcla

La dosificación de hormigón constituye un procedimiento técnico orientado a determinar las proporciones idóneas de áridos y demás componentes en función de las exigencias de un proyecto. Para su formulación, es imprescindible conocer las propiedades físicas de los insumos a emplear y contrastar los hallazgos con hormigones de resistencia y composición semejante pero carentes de aditivos, denominados *hormigón patrón*.

Métodos de diseño de mezcla

El diseño de mezclas consiste en la obtención de proporciones de los materiales que se combinarán en la mezcla de concreto asimismo estos deben cumplir los requerimientos de las normativas que los rigen y al mismo tiempo este sea conveniente y

económico, también que estos aseguren una buena consistencia y trabajabilidad de la mezcla en el estado fresco, y en el estado endurecido se cumpla los requisitos que inicialmente se consideraron (Rivva, 2000). Para ello existen métodos que señalan el procedimiento de los diseños de mezclas, el método más usado y aceptado es el Método del comité ACI 211, pero existen otros métodos como el Walker.

Método del comité ACI 211.1

Este procedimiento de dosificación, planteado por el comité **ACI 211**, está concebido para el diseño de hormigones de **peso normal** dentro del intervalo de **2240 kg/m³ a 2400 kg/m³**, alcanzando su mayor eficiencia mediante el empleo de una relación **a/c** óptima. Dichos diseños se fundamentan en la recopilación de datos fidedignos, de origen empírico, complementados con el uso de tablas, ábacos y representaciones gráficas, a fin de determinar las proporciones que conduzcan a una combinación idónea (Cader y Oliva, 2012).

Asimismo, puede definirse como la estimación de la cantidad de insumos precisos para la obtención de **un 3m³** de hormigón, proceso que se desarrolla siguiendo una secuencia metodológica. Dicha secuencia, atendiendo a las propiedades intrínsecas de los materiales, permite prever la mezcla más apropiada para su aplicación en colados. (Rivva, 2000).

Método del módulo de fineza de la mezcla de agregados

Como presenta **Rivva (1992)**, este procedimiento emergió a raíz de las dificultades detectadas en las dosificaciones realizadas mediante el método **ACI 211**, pues, independientemente de la resistencia requerida, si se conserva invariable el tamaño máximo nominal del árido grueso y el módulo de fineza del árido fino, la proporción total de agregados permanece constante, sin considerar las variaciones en el volumen de pasta cementicia.

Tabla 5*Módulo de fineza de la combinación de agregados*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/ metros cubico indicados.				
mm	pulg.	5	6	7	8	9
10	3/8	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
12.5	1/2	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
20	3/4	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
25	1	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
40	1 1/2	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
50	2	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
70	3	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

Nota: En la tabla se precisa los valores del módulo de fineza de la combinación de los agregados, por Laura, (2006).

3.3. Definición de términos

Calidad del hormigon: se refiere a las propiedades y características del hormigon que determina la trabajabilidad y durabilidad Abanto (2017).

Resistencia del concreto: consiste en aplicar una carga axila de compresión en cilindros moldeados, con una velocidad de carga hasta que presente una falla Abanto (2017).

Cemento Tipo I: Se trata de un **cemento Portland convencional**, destinado primordialmente a usos de carácter general en los que no se demandan cualidades específicas, tales como resistencia a sulfatos o control del calor de hidratación (**NTP - 334.009**).

Cemento Tipo IP: Cemento Portland puzolánico que incorpora materiales cementantes suplementarios como cenizas o puzolanas, mejorando la durabilidad y resistencia química del concreto NTP - 334.090.

Cemento Tipo GU: Cemento Portland de uso general que cumple con estándares de calidad y versatilidad para diversas aplicaciones estructurales, recomendado por sus propiedades de hidratación rápida NTP-334.082.

Aditivo: se denomina aditivos a las sustancia añadido en el concreto con el proposito de modificar algunas propiedades de concreto de forma mejorar Abanto (2017).

Tipos de aditivo: los aditivos son considerados de acuerdo de la norma según se clasificación, plastificantes, retardador, acelerante.

Durabilidad de concreto: el concreto es capaz de soporta los deterioros y conservar sus posesiones estructuras a lo largo de tiempo. Resistir la intemperie de acciones de productos químicos y otros agentes Abanto (2017).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de la investigación

Conforme a Hernández Sampieri (2014), la presente indagación se clasifica como aplicada, dado que implica la sistematización del saber científico, como ocurre en la elaboración de dosificaciones de mezcla mediante el método ACI y en el desarrollo de probetas.

El grado de la pesquisa es descriptivo, puesto que, según Hernández (2014), su propósito consiste en identificar y detallar las particularidades de las propiedades y el comportamiento del hormigón, indagando de forma minuciosa la resistencia a compresión en función del aditivo incorporado.

En esta línea, el estudio permite constatar los efectos derivados de la adición de *Echinopsis pachanoi* como AN en la composición del hormigón, con el objetivo de elevar la RCC a 210 kg/cm².

Diseño de investigación

Desde la óptica de Hernández Sampieri (2014), el esquema metodológico adoptado es experimental, ya que se interviene o manipula uno de los elementos de estudio y se observan los efectos producidos por la variable independiente, estableciendo una relación de causa-efecto. Esta modalidad de indagación contempla la modificación de variables dependientes —en este caso, la calidad del concreto con la adición del aditivo—, cuyos hallazgos son verificados a través de ensayos de laboratorio.

4.2. Ámbito temporal y espacial

Ámbito temporal

el lapso de la indagación pertenece al año 2023.

Ámbito espacial

La presente pesquisa fue ejecutada en la urbe de Abancay – Apurímac, donde se llevó a cabo el desarrollo de los ensayos correspondientes, obteniéndose de ellos los hallazgos pertinentes.

4.3. Población y muestra

Población

En una pesquisa, el propósito investigativo se orienta hacia un conjunto de objetivos y sujetos que constituirán el objeto de observación. A este conjunto se le denomina población objetivo, conformada por un número finito o infinito de elementos que comparten atributos homogéneos. Dicha población debe delimitarse con precisión, explicitando asimismo el procedimiento de muestreo (Hernández, R., 2014).

En consecuencia, la población de estudio contemplada en la presente indagación está compuesta por **81 probetas**, conforme se detalla en la tabla correspondiente al concreto con resistencia **$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$** .

Tabla 6

Cantidad de población requeridas

población
La población es de 81 probetas de concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Nota: En la tabla se precisa cantidad de población requerida, elaboración propia

Muestra

Según señalan Hernández Sampieri (2018), la muestra constituye un subconjunto representativo de la población objetivo, cuya selección debe realizarse con sumo cuidado, pues actúa como reflejo de la totalidad poblacional. Asimismo, se precisa como el conjunto de casos o unidades que se extraen de dicha población mediante algún procedimiento de muestreo, ya sea probabilístico o no probabilístico (Ruiz y Valenzuela, 2021).

En este marco, la muestra de la presente pesquisa corresponde al número de probetas cilíndricas necesarias para la ejecución de los ensayos de rotura a compresión. No obstante, la Norma Técnica Peruana 339.034 estipula que el mínimo aceptable es de tres unidades por serie de pruebas. En consecuencia, se estableció un total de 27 ensayos por cada tipo de cemento, a fin de verificar la resistencia a compresión.

De este modo, se dispuso de 81 testigos cilíndricos de concreto, de dimensiones 15 cm x 30 cm, destinadas a evaluar la resistencia a compresión en cada tipología de cemento —Tipo I, Tipo IP y Tipo GU—, incorporando adiciones de cactus (*Echinopsis pachanoi*) en proporciones del **2%** y **4%**, ensayadas en tres edades distintas, tanto para el diseño patrón como para las mezclas modificadas con dicho aditivo.

Tabla 7

Cantidad de testigos de concreto para resistencia a la compresión

Edades de testigo	concreto patrón tipo I	C p tipo I + 2% cactus	C p tipo I + 4% cactus	concreto patrón tipo IP	C p tipo I + 2% cactus	C p tipo I + 4% cactus	concreto patrón tipo GU	C p tipo I + 2% cactus	C p tipo I + 4% cactus
7 días	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3	3	3	3	3
total	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Total, de testigos					81				

Nota: En la tabla se precisa el volumen muestral necesario para constatar la resistencia a compresión del hormigón estándar con la adición del cactus *Echinopsis pachanoi*. Asimismo, se dispondrá de 81 especímenes cilíndricos de hormigón (15 cm x 30 cm) sometidos a ensayos para determinar su resistencia compresiva considerando la incorporación de *Echinopsis pachanoi*, evaluando dos proporciones de dicho aditivo (2 % y 4 %) en función de las edades establecidas. (7, 14 y 28 días).

4.4. Instrumentos

En esta tipología de indagación con enfoque de diseño experimental, la obtención de datos se efectúa mediante registros laborales consignados en planillas confeccionadas por el investigador, las cuales fueron refrendadas por el asesor. Dichas planillas provienen del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfaltos —supervisión de obras civiles de GEOMAT SERV E.I.R.L.—, y se incorporan como anexos.

- Planilla para el ensayo granulométrico del agregados grueso y fino.
- Planilla para el ensayo de masa específica y absorción del árido grueso y fino.

- Planilla para el ensayo de densidad unitaria en estado suelto y compactado del árido grueso y fino.
- Planilla para el ensayo de contenido hídrico del árido grueso y fino.
- Planilla para el diseño de dosificaciones.
- Planilla para el ensayo de trabajabilidad del concreto.
- Planilla para la determinación de resistencia a compresión.

Del mismo modo, el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfaltos — supervisión de obras civiles de GEOMAT SERV E.I.R.L.—, con el propósito de garantizar la fiabilidad de los resultados, expide los certificados de calibración de los dispositivos empleados, los cuales se incluyen en el anexo.

4.5. Procedimiento

cantera

Dado que en toda investigación que involucra el empleo de áridos resulta crucial reconocer las canteras disponibles en el ámbito de estudio, se torna indispensable precisar su localización geográfica, conforme se ilustra en la imagen 1.

Figura 1

Ubicación de la cantera murillo



Nota: En la figura se precisa la ubicación de cantera en donde se recolecto los materiales para realizar con los trabajos de estudio, fuente gogle.

Muestreo de los agregados

La recolección de la porción representativa de árido, con el propósito de verificar su idoneidad, implicó el traslado de partículas pétreas menudas y fragmentos pétreos de mayor dimensión provenientes de la cantera Murillo, tal como se ilustra en la imagen 2, a fin de efectuar los ensayos pertinentes y constatar que dichos materiales sean los más apropiados para la formulación de la dosificación del hormigón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En consecuencia, se procedió a la adquisición en la cantera Murillo de un estimado de 480 kg de árido grueso y 480 kg de árido fino, con el objeto de ejecutar la totalidad de las pruebas exigidas y, posteriormente, confeccionar las probetas correspondientes.

Figura 2

Cantera murillo



Nota: En la figura se precisa el almacenados de material en la cantera

El examen de las características intrínsecas de los áridos reviste relevancia, pues posibilita la elección del material pétreo más idóneo para su posterior incorporación en la dosificación del hormigón objeto de análisis. Con el fin de determinar el árido fino y grueso más conveniente para el desarrollo de presente indagacion, se llevan a cabo la totalidad de las pruebas indispensables sobre dichos materiales, entre las que se incluyen.

- Caracterización granulométrica
- Determinación del tenor de humedad
- Masa específica y coeficiente de absorción

- Masa unitaria y evaluación de oquedades/porosidad de los áridos
- Cuantificación de partículas finas retenidas en el tamiz N°200

4.5.1. Análisis granulométricos del (agregado grueso y agregado fino)

El ensayo sirve para la distribución por tamaños de las partículas de los agregados finos y grueso por separación con serie de tamiz para cada tipo de los agregados, como indica (NTP 400.012, 2018) .

Figura 3

tamizado de agregado grueso



Nota: En la figura se precisa proceso de tamizado del agregado grueso

Tabla 8

Granulometría de agregado Grueso

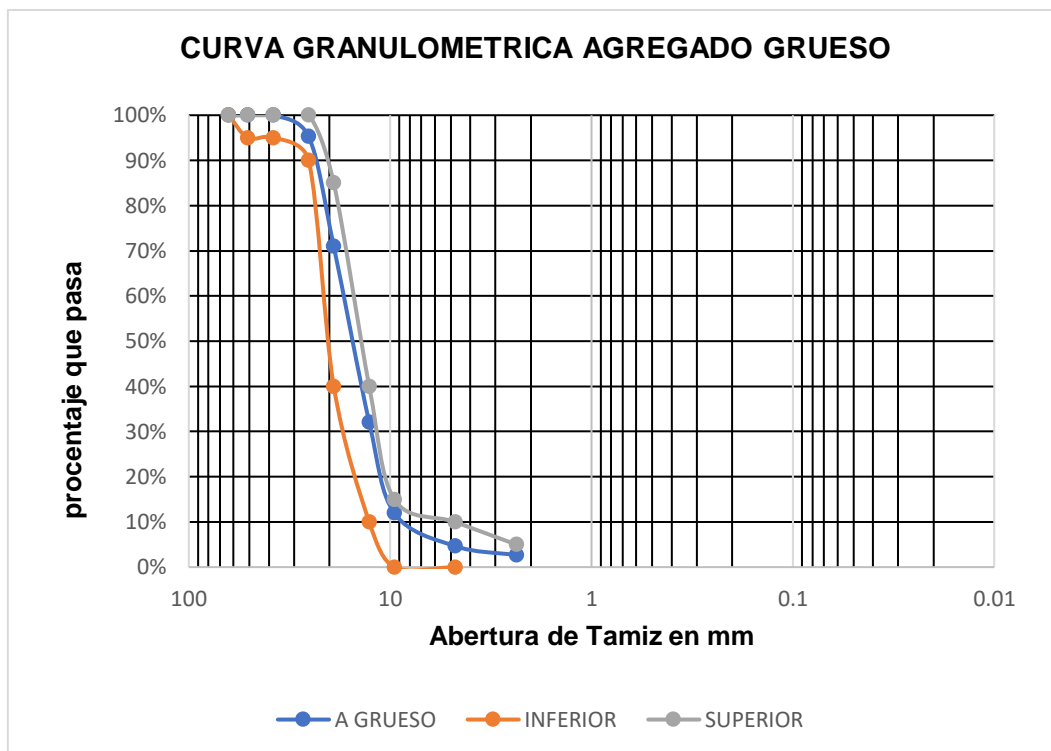
peso inicial de la precisa			9450gr			
Malla	Tamiz Diámetro	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
2 1/2"	63.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.8	0	0.00%	0.00%	100.00%	
1 1/2"	38.1	0	0.00%	0.00%	100.00%	
1"	25.4	445.2	4.70%	4.70%	95.30%	
3/4"	19.05	2298	24.30%	29.00%	71.00%	
1/2"	12.7	3678	38.90%	67.90%	32.10%	

3/8"	9.525	1899	20.10%	88.00%	12.00%
N° 4	4.76	689.5	7.30%	95.30%	4.70%
N° 8	2.36	189.6	2.00%	97.30%	2.70%
N°<8	fondo	250.7	2.70%	100.00%	0.00%
Total		9450	100.00%		

Nota: En la tabla se aprecia la masa retenida en cada malla correspondiente del árido grueso. Al efectuar la adición de los porcentajes de retención acumulada en las cernedores de 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y N°8, y posteriormente dividir dicho total entre 100, se obtiene como resultado del módulo de fineza equivalente a 3.82.

Figura 4

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota: En la figura se precisa la curva granulométrica del agrado grueso

Figura 5*Tamizado del agregado fino*

Nota: En la figura se precisa el proceso de tamizado de agregado fino para determinar los porcentajes retenidos en cada tamiz.

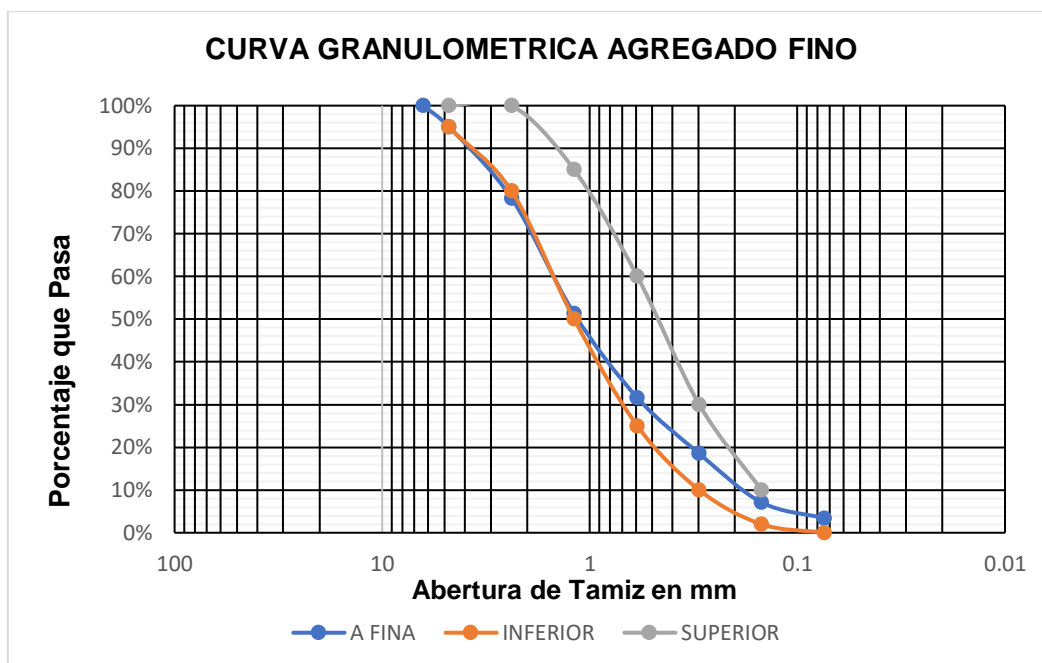
Tabla 9*Granulometría del agregado fino*

peso inicial de la muestra			1804 gr			
Malla	Tamiz Diámetro	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
1/4"	6.35	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.78	89.0	4.9	4.9	95.1	
N° 8	2.38	302.5	16.8	21.7	78.3	
N° 16	1.19	487.2	27.0	48.7	51.3	
N° 30	0.59	355.5	19.7	68.4	31.6	
N° 50	0.297	235.6	13.1	81.5	18.5	
N° 100	0.149	205.6	11.4	92.9	7.1	
N° 200	0.074	67.8	3.8	96.6	3.4	
fondo		60.8	3.4	100.0	0.0	
Total		1804.0	100.0%			

Nota: En la tabla se precisa los porcentajes retenido acumulado con los datos obtenidos, se calcula el módulo de fineza, sumando los % retenidos acumulados en los tamices 1/4", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, esta será dividido entre 100 donde el resultado del módulo de fineza del A, F es igual a 3.18.

Figura 6

Curva granulométrica del agregado fino.



Nota: En la figura se precisa la curva granulométrica del agrado fino

4.5.2. Peso específico y absorción del (agregado grueso y agregado fino)

Este ensayo se usa para comprobar la densidad promedio de partículas de agregados gruesos descartando los áreas porosos, la densidad relativa conocido también como gravedad específica y la absorción de los agregados, como señala la (NTP 400.021, 2018).

Tabla 10

Peso específico y absorción del agregado grueso

N°	Descripción	und	precisa 1	precisa 2
A	peso material saturado superficialmente seco (en aire) gr	gr	2739	2807
B	peso material saturado superficialmente seco (en agua) gr	gr	1740	1779
C	volumen de masa +volumen de vacíos = A-B cm3	Cm ³	999	1028
D	peso material seco en estufa (105°C) gr	gr	2725.2	2792.3
E	volumen de masa = C-(A-D) cm3	Cm ³	985.2	1013.3

peso bulk (base seco) =D/C	gr/cm ³	2.728	2.716
peso bulk (base saturado) =A/C		2.742	2.731
peso aparente (base seco) =D/E	gr/cm ³	2.766	2.756
% de absorción =((A-D) /D*100)	%	0.506	0.526
peso bulk (base seco) =D/C promedio	gr/cm³		2.722
peso bulk (base saturado) =A/C promedio			2.736
peso aparente (base seco) =D/E promedio	gr/cm³		2.761
% de absorción =((A-D) /D*100) promedio	%		0.516

Nota: En esta tabla se precisa que el peso específico absorción de A. G. es de 2.761 gr/cm³ y porcentaje de absorción es de 0.516%.

Figura 7

Peso específico y absorción del agregado fino



Nota: En la figura se precisa el peso específico y absorción de agregado fino.

Tabla 11

Peso específico y absorción del agregado fino

N°	Descripción	Und	precisa 1	precisa 2
A	peso material saturado superficialmente seco (en aire) gr	gr	500	500
B	paso frasco + agua gr	gr	722.2	711.8
C	peso frasco + agua + A gr	gr	1222.2	1211.8
D	peso del material + agua en el frasco gr	gr	1034.8	1024.6

E	volumen de masa + volumen de vacío = C-D cm ³	Cm ³	187.4	187.20
F	peso de material seco en estufa (105° C) gr	gr	493.1	493.1
G	volumen de masa = E - (A-F) cm ³	Cm ³	180.5	180.30
	peso bulk (base seco) F/E	gr/cm ³	2.631	2.634
	peso bulk (base seco) A/E	gr/cm ³	2.668	2.671
	peso aparente (base seco) = F/G	gr/cm ³	2.732	2.735
	% de absorción = ((A-F) /F*100	%	1.399	1.399
	peso bulk (base seco) =F/E promedio	gr/cm³		2.633
	peso bulk (base saturado) =A/E promedio			2.670
	peso aparente (base seco) =F/G promedio	gr/cm³		2.733
	% de absorción =((A-F) /F*100) promedio	%		1.399

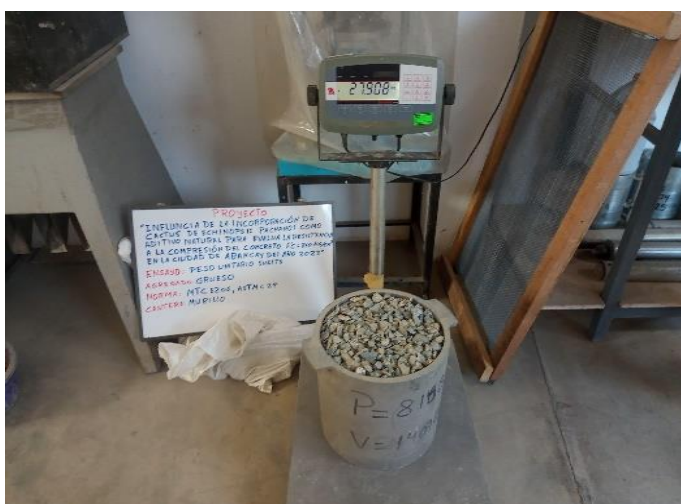
Nota: En la tabla se precisa que el peso específico de los agregados finos es de 2.633 gr/cm³ y el porcentaje de absorción de este es 1.399%.

4.5.3. peso unitario de los agregados grueso y agregado fino

Este prueba es para comprobar la densidad del volumen de agregado grueso y agregado fino en condiciones sueltos y compactado, para luego determinar el porcentaje de vacíos entre cada partícula de agregados como nos indica la (NTP 400.017, 2016).

Figura 8

Peso unitario del agregado grueso



Nota: En la figura se observa el peso unitario del agregado grueso para determinar el volumen.

Tabla 12

Peso unitario del agregado grueso

Peso Unitario Suelto				
Descripción	Und	precisa 1	precisa 2	precisa 3
peso material + molde	gr	27906	27916	27935
peso de material	gr	8160	8160	8160
peso neto de material	gr	19746	19756	19775
volumen del molde	Cm ³	14076	14076	14076
peso unitario suelto	gr/cm ³	1.403	1.404	1.405
promedio de peso unitario	gr/cm³		1.404	
promedio peso unitario neto suelto	gr		19759	
Peso Unitario Compactado				
peso material +molde	gr	29354	29430	29390
peso de molde	gr	8160	8160	8160
peso neto de material	gr	21194	21270	21230
volumen del molde	Cm ³	14076	14076	14076
peso unitario compactado	gr/cm ³	1.506	1.511	1.508
promedio de peso unitario	gr/cm³		1.508	
promedio peso unitario neto compactado	gr		21231.333	

Nota: En la tabla se precisa que el peso unitario neto suelto es 19759 gr y el peso unitario es de 1.404 gr/cm³, así mismo se precisa que el peso unitario neto compacto es de 21231.33 gr y el peso unitario compacto es de 1.508gr/cm³.

Figura 9*peso unitario del agregado fino*

Nota: En la figura se precisa el peso unitario compacto de agregado fino

Tabla 13*Peso unitario del agregado fino*

Peso Unitario Suelto				
Descripción	Und	precisa 1	precisa 2	precisa 3
peso material + molde	gr	16648	16640	16658
peso de material	gr	8691	8691	8691
peso neto de material	gr	7957	7949	7967
volumen del molde	Cm ³	4871	4871	4871
peso unitario suelto	gr/cm ³	1.634	1.632	1.636
promedio de peso unitario	gr/cm³		1.634	
promedio peso unitario neto suelto	gr		7957.67	
Peso Unitario Compactado				
peso material +molde	gr	17416	17394	17402
peso de molde	gr	8691	8691	8691
peso neto de material	gr	8725	8703	8711
volumen del molde	Cm ³	4871	4871	4871

peso unitario compactado	gr/cm ³	1.791	1.787	1.788
promedio de peso unitario compacto	gr/cm³		1.789	
promedio peso unitario compactado	gr		8713.000	

Nota: En la tabla se precisa los resultado de peso unitario suelto neto del A. F es de 7957.67gr, como también peso unitario suelto A. F es de 1.634 gr, así mismo se tiene que el peso unitario neto compacto A. F es de 8713gr, como también peso unitario compacto del A.F es 1.789gr/cm³.

4.5.4. contenido de humedad de los agregados gruesos y agregados finos

Este ensayo se elabora para determinar el porcentaje de humedad que contiene los agregados gruesos y agregados finos, antes de su realización de diseño de concreto como indica la (NTP 339.185, 2013).

Figura 10

Humedad de agregado grueso



Nota: En la figura se precisa el conctinido de humedad del agragado grueso.

Tabla 14*Contenido de humedad de agregado grueso*

Descripción	Und	Precisa 1
peso tara + agregado húmedo	gr	9464
peso tara + agregado seco	gr	9455
peso de la tara	gr	119.4
peso del agua	gr	9
peso agregado seco	gr	9335.6
húmedo %	%	0.1
humedad natural promedio	%	0.1

Nota: En la tabla se precisa el contenido de humedad del agregado grueso

Figura 11*Humedad de agregado fino.*

Nota: En la figura se precisa en donde se realiza la prueba de contenido de humedad del agregado fino.

Tabla 15*Contenido de humedad del agregado fino.*

Descripción	Und	precisa 1
peso tara + agregado húmedo	gr	4675.3
peso tara + agregado seco	gr	4662.6
peso de la tara	gr	119.4
peso del agua	gr	12.7
peso agregado seco	gr	4543.2
húmedo %	%	0.28
humedad natural promedio	%	0.28

Nota: En la tabla se cuenta con el contenido de humedad del agregado fino.

4.5.5. Estudios del cactus de *echinopsis pachanoi* como AN recolecta de cactus

Cactus de *echinopsis pachanoi* más conocido como san pedro de cactus *echinopsis pachanoi* o huachoma, es especie de plantas de la familia de *cactaceae*, esta planta se utiliza en la medicina tradicional andina en los humanos y los veterinarios, es la planta ornamental. El cactus es un arbóreo de forma columna con ramificado desde la base de tamaño 3 a 7m de altura sin distingue su tronco de color verdusco oscuro.

En la misma que existe en los hogares como ornamental en la ciudad de Abancay. Para este estudio se utiliza el tipo de columna de una altura de 4m de promedio, como se precisa en la siguiente figura es planta natural.

Figura 12

Recolecta de cactus de echinopsis pachanoi (santos pedros)



Nota: En la figura se precisa la planta de cactus echinopsis pachanoi para su recolección, podra obtener el jugo de cactus de echinopsis pachanoi, para ello se tiene que realizar corte en pequeños trozos para una mejor manipulación.

Figura 13

Trozado de cactus echinopsis pachanoi



Nota: En la figura se precisa el cortada en pequeños trozos para después hacer el extracto.

Después de realizar el cortar en pequeños trozos se procede a pelado de cactus, para luego realizar a cortar en pequeños cuadrados, donde propone que la mayor concentración de sustancias activas se encuentra en la capa de tejido fotosintético verde justo debajo de la piel” (Carboneti, 2015).

Finalmente se realiza licuado de cactus para tener una mejor consistencia liquida para poder integrarlo a diseño de mezcla de su peso total de cada tipo de cemento. Se

tiene 2 diferentes cantidades de porcentaje de integrar de cactus de echinopsis pachanoi en diseño de mezcla del concreto como AN de cada tipo de cemento de estudio planteado.

Figura 14

Extracto de cactus de echinopsis pachanoi.



Nota: En la figura se precisa el extracto de cactus echinopsis pachanoi.

4.5.6. Diseño de mezclas

El diseño de mezcla se realizó como la propósito de cuantificar las simetrías puntuales de los agregados gruesos, agregados finos y la relación de agua/cemento, cuyos materiales son los que contiene un hormigón integrado el cactus echinopsis pachanoi como aditivo natural, que es una mejora de resistencia de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Para este estudio el diseño de mezcla de hormigón patrón el cual a función del peso de los materiales se le integra los porcentajes de 2%, 4% de cactus echinopsis pachanoi a la mezcla del concreto, en que se utilizó los siguientes tipos de cemento tipo IP cemento Yura, tipo I cemento Sol, tipo GU cemento Apu.

Tabla 16

Resumen de los ensayos del agregado grueso y agregado fino.

Descripción	und	Cantera Murillo	
		Agr. Grueso	Agr. Fino
tamaño máximo nominal	Pug.	1"	3/8
módulo de fineza			3.18
peso específico		2.722	2.633
absorción	%	0.516	1.401
peso unitario compactado	gr/cm ³	1.508	1.789
peso unitario suelto	gr/cm ³	1.404	1.634
humedad natural	%	0.1	0.28

Nota: En la tabla se precisa el resumen de todos los ensayos de agradados.

Tabla 17

Características del cemento

Marca	Tipo	Peso específico
Yura	IP	2.80gr/cm ³
Sol	I	3.12gr/cm ³
Apu	GU	3.03gr/cm ³

Nota: En la tabla se precisa el peso específico de cementos de cada tipo en donde se ha considerado para esta investigación.

Diseño de la mezcla por el método ACI 211

1. Resistencia requerida

De acuerdo a la tabla 7 la resistencia requerida para un $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$ será

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

$$f'cr = 210 \text{kg/cm}^2$$

$$f'cr = 210 \text{kg/cm}^2$$

2. Tamaño máximo nominal

Según el ensayo granulométrico del agregado grueso le corresponde un:

TMN=1".

3. Asentamiento

Según la tabla 8 para nuestro diseño se requerimos que la mezcla tenga una CP, correspondiente a un asentamiento de 3" a 4" el cual es trabajable en el concreto en estudio.

4. Volumen unitario de agua

Según la tabla 7 el valor del agua es 195 l/m³ que el TMN del agregado grueso es 1" y el asentamiento es 3" a 4".

5. Contenido de aire

Según la tabla 10 se determina que le contenido de aire atrapado para un agregado de TMN es igual a 1" es de 1.5%

6. Relación agua cemento

Como la resistencia requerida es de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, se considera para el diseño de concreto en estudio es de $a/c = 0.68$

7. Factor cemento

El factor es el peso del cemento empleado en 1m³ de concreto

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario de agua}}{\text{relacion agua cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{195}{0.68}$$

Factor cemento = 286.76kg/m³

Calculando la cantidad de bolsas de 42.5kg Para 1m³ de concreto:

$$\text{cantidad de bolsas} = \frac{286.76}{42.5} = 6.74 \text{ bls/m}^3$$

8. Agregado grueso

Como nuestro módulo de fineza del agregado fina es de 3.18, el tamaño máximo nominal es de 1" el cual en la tabla 12: tenemos el volumen de seco compactado del agregado grueso = 0.62m³

Teniendo los datos calculados el peso del agregado grueso:

$$\text{peso del A. G} = \text{volumen de AG} \times \text{peso unitario compactado del AG}$$

$$\text{peso del A. G} = 0.620 \times 1508 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{peso del A. G} = 935 \text{ kg/m}^3$$

9. Cálculo de volumen absolutos

Teniendo los datos se calcula los volúmenes absolutos

$$\text{cemento} = \frac{\text{factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{286.76}{3.12 \times 1000} = 0.091 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{peso específico del agua}} = \frac{195}{1 \times 1000} = 0.195 \text{ l}$$

$$\text{Aire} = 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{A. grueso} = \frac{\text{peso del agregado grueso seco}}{\text{peso específico del agregado grueso}} = \frac{935}{2.722} = 0.3434 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{volumenes absolutos conocidos} = 0.091 + 0.195 + 0.3434 + 0.015$$

$$\sum \text{volumenes absolutos conocidos} = 0.644 \text{ m}^3$$

10. Agregado fino

Obteniendo los datos anteriores calculamos el peso del agregado fino

$$\text{volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.644 = 0.3551 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del AF en estado esco} = \text{volumen abs. AF} \times \text{peso específico}$$

$$\text{peso del AF en estado esco} = 0.3551 \times 2.633 \times 1000$$

$$\text{peso del AF en estado esco} = 935 \text{ kg}$$

11. Valor de diseño de mezcla

Cemento tipo I : 286.76kg/m³ (factor cemento)

Agua de diseño : 195 l/m³ (volumen unitario de agua)

A F seco : 935 kg/m³ (peso de agregado fino seco)
 A G seco : 935kg/m³ (peso del agregado grueso seco)
 Corrección del contenido de humedad de los agregados

12. Aporte de humedad de los agregados

Aporte humedad del A.F : $935 \times 1.002795387 = 938\text{kg/m}^3$
 Aporte humedad del AG : $935 \times 1.000964052 = 936\text{kg/m}^3$
 Agua efectiva $195 \text{ l/m}^3 + (-10.00 \text{ l/m}^3 - 4.114 \text{ l/m}^3)$
 Agua efectiva: $195 \text{ l/m}^3 + 14.114 \text{ l/m}^3 = 209.114 \text{ l/m}^3$

13. Peso de los materiales para 1m³

Los pesos de los materiales serán los corregidos por el contenido de humedad, como se precisa en la tabla 17.

Tabla 18

Peso final por 1m³.

Material	Und	Cantidad
cemento tipo I	kg/m ³	286.76
agua efectiva	l/m ³	209.114
agregado fino húmedo	kg/m ³	938
agregado grueso húmedo	kg/m ³	936

Nota: Elaboración propio peso total de material para concreto de 1m³ del cemento tipo I

14. Peso de los materiales para 27 probetas cilíndricas con cemento tipo I

Calculamos el peso para 27 probetas

Volumen de probeta : 0.00567 m³
 Cantidad de probetas : 27 und
 Volumen total de 27 probetas : 0.15309
 Peso final de los materiales para 27 probetas:
 Cemento tipo I : $285\text{kg/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 58.94 \text{ kg}$
 Agua de diseño : $209.114 \text{ l/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 32.012 \text{ kg}$
 Agregado fino húmedo : $938\text{kg/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 143.59\text{kg}$

Agregado grueso húmedo : $936 \text{ kg/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 143.29 \text{ kg}$

Peso total para 27 probetas = 377.832kg

Tabla 19

Peso final para 27 probetas

Material	und	Cantidad
Cemento tipo I	kg	58.94
agua efectiva	kg	27.32
agregado fino húmedo	kg	143.59
agregado grueso húmedo	kg	143.29

Nota: En la tabla se precisa peso total de material para muestra de concreto de 27 probetas del cemento tipo I.

15. Cálculo de volumen absolutos

Teniendo los datos se calcula los volúmenes absolutos

$$\text{cemento} = \frac{\text{factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{286.76}{2.80 \times 1000} = 0.102 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{peso específico del agua}} = \frac{195}{1 \times 1000} = 0.195 \text{ l}$$

$$\text{Aire} = 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{A. grueso} = \frac{\text{peso del agregado grueso seco}}{\text{peso específico del agregado grueso}} = \frac{935}{2.722} = 0.3434 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{volumenes absolutos conocidos} = 0.102 + 0.195 + 0.3434 + 0.015$$

$$\sum \text{volumenes absolutos conocidos} = 0.656 \text{ m}^3$$

16. Agregado fino

Obteniendo los datos anteriores calculamos el peso del agregado fino

$$\text{volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.656 = 0.344 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del AF en estado seco} = \text{volumen abs. AF} \times \text{peso específico}$$

$$\text{peso del AF en estado seco} = 0.344 \times 2.633 \times 1000$$

$$\text{peso del AF en estado seco} = 905 \text{ kg.}$$

17. Valor de diseño de mezcla

Cemento tipo IP	: 286.76kg/m ³ (factor cemento)
Agua de diseño	: 195 l/m ³ (volumen unitario de agua)
A F seco	: 905 kg/m ³ (peso de agregado fino seco)
A G seco	: 935 kg/m ³ (peso del agregado grueso seco)
Corrección del contenido de humedad de los agregados	

18. Aporte de humedad de los agregados

Aporte humedad del A.F	: 905x 1.002795387= 908kg/m ³
Aporte humedad del AG	: 935 x 1.000964052 = 936kg/m ³
Agua efectiva 195 l/m ³ + (-10.00 l/m ³ -4.114 l/m ³)	
Agua efectiva: 195 l/m ³ +14.114 l/m ³ = 209.114 l/m ³	

19. Peso de los materiales para 1m³

Los pesos de los materiales serán los corregidos por el contenido de humedad, como se precisa en la tabla 19.

Tabla 20

Peso final por 1m³

Material	Und	Cantidad
cemento tipo IP	kg/m ³	285
agua efectiva	l/m ³	209.114
agregado fino húmedo	kg/m ³	908
agregado grueso húmedo	kg/m ³	936

Nota: En la tabla se precisa peso total de material para concreto de 1m³ del cemento tipo

IP

20. Peso de los materiales para 27 probetas cilíndricas con cemento tipo IP**Calculamos el peso para 27 problemas**

Volumen de probeta	:0.00567 m ³
Cantidad de probetas	: 27 und
Volumen total de 27 probetas	: 0.15309

Peso final de los materiales para 27 probetas:

Cemento tipo I : 285kg/m³ x 0.15309 m³ = 58.94 kg

Agua de diseño : 209.114 l/m³ x 0.15309 m³ = 32.012 kg

Agregado fino húmedo : 908kg/m³ x 0.15309 m³ = 139kg

Agregado grueso húmedo : 936 kg/m³ x 0.15309m³ = 143.29 kg

Peso total para 27 probetas = 373.242kg

Tabla 21

Peso final para 27 probetas

Material	und	Cantidad
Cemento tipo IP	kg	58.94
agua efectiva	kg	32.012
agregado fino húmedo	kg	139.00
agregado grueso húmedo	kg	143.29

Nota: En la tabla se precisa peso total de material para concreto 27 probetas del cemento tipo IP

21. Cálculo de volumen absolutos

Teniendo los datos se calcula los volúmenes absolutos

$$cemento = \frac{\text{factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{286.76}{3.03 \times 1000} = 0.094 \text{m}^3$$

$$agua = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{peso específico del agua}} = \frac{195}{1 \times 1000} = 0.195 \text{ l}$$

$$Aire = 1.5\% = 0.015 \text{m}^3$$

$$A. \text{ grueso} = \frac{\text{peso del agregado grueso seco}}{\text{peso específico del agregado grueso}} = \frac{935}{2.722} = 0.3434 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{volumenes absolutos conocidos} = 0.094 + 0.195 + 0.3434 + 0.015$$

$$\sum \text{volumenes absolutos conocidos} = 0.6475 \text{m}^3$$

22. Agregado fino

Obteniendo los datos anteriores calculamos el peso del agregado fino

$$\text{volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.6475 = 0.3524 \text{m}^3$$

peso del AF en estado esco = volumen abs. AF x peso especifico

$$\text{peso del AF en estado esco} = 0.3524 \times 2.633 \times 1000$$

$$\text{peso del AF en estado esco} = 928 \text{kg}$$

23. Valor de diseño de mezcla

Cemento tipo GU	: 285kg/m ³ (factor cemento)
Agua de diseño	: 195 l/m ³ (volumen unitario de agua)
A F seco	: 928 kg/m ³ (peso de agregado fino seco)
A G seco	: 935 kg/m ³ (peso del agregado grueso seco)

24. Corrección del contenido de humedad de los agregados

Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Aporte humedad del A.F} \quad : 928 \times 1.002795387 = 931 \text{kg/m}^3$$

$$\text{Aporte humedad del AG} \quad : 935 \times 1.000964052 = 936 \text{kg/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva } 195 \text{ l/m}^3 + (-10.00 \text{ l/m}^3 - 4.114 \text{ l/m}^3)$$

$$\text{Agua efectiva: } 195 \text{ l/m}^3 + 14.114 \text{ l/m}^3 = 209.114 \text{ l/m}^3$$

25. Peso de los materiales para 1m³

Los pesos de los materiales serán los corregidos por el contenido de humedad, como se precisa en la tabla 21.

Tabla 22

Peso final por 1m³.

Material	Und	Cantidad
cemento tipo GU	kg/m ³	285
agua efectiva	l/m ³	209.114
agregado fino húmedo	kg/m ³	931
agregado grueso húmedo	kg/m ³	936

Nota: En la tabla de precisa peso total de material para 1m³ para cemento tipo GU

26. Peso de los materiales para 27 probetas cilíndricas con cemento tipo GU

Calculamos el peso para 27 problemas

$$\text{Volumen de probeta} \quad : 0.00567 \text{ m}^3$$

Cantidad de probetas : 27 und

Volumen total de 27 probetas : 0.15309

Peso final de los materiales para 27 probetas:

Cemento tipo I : $285\text{kg/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 58.94 \text{ kg}$

Agua de diseño : $209.114 \text{ l/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 32.012 \text{ kg}$

Agregado fino húmedo : $931\text{kg/m}^3 \times 0.15309 \text{ m}^3 = 142.443\text{kg}$

Agregado grueso húmedo : $936 \text{ kg/m}^3 \times 0.15309\text{m}^3 = 143.29 \text{ kg}$

Peso total para 27 probetas = 376.685kg

Tabla 23

Peso final para 27 probetas

Material	und	Cantidad
Cemento tipo GU	kg	58.94
agua efectiva	kg	32.012
agregado fino	kg	142.443
agregado grueso	kg	143.29

Nota: En la tabla se precisa el peso total de los materiales para las 27 probetas para cemento tipo GU.

27. Cantidad de adhesión del cactus Echinopsis Pachanoi en función al peso de los materiales del concreto

Tabla 24

Peso del cactus por porcentaje de adhesión en el concreto del tipo I.

adhesión del cactus	Probetas (und.)	Peso del concreto de 9 probetas (kg)	Peso del cactus por cada adhesión (kg)	Peso del cactus por cada adhesión (g)
CONCRETO PATRÓN	9	134.26	-	-
CP + 2% CATUS	9	134.26	1.365	2365.2
CP + 4% CACTUS	9	134.26	2.473	4730.4
TOTAL	27	402.78	3.838	7095.6

Nota: En la tabla se precisa la cantidad de peso de cactus para 9 probetas en tipo I.

Tabla 25

Peso del cactus por porcentaje de adhesión en el concreto del tipo IP.

Adhesión del cactus	Probetas (und.)	Peso del concreto de 9 probetas (kg)	Peso del cactus por cada adhesión (kg)	Peso del cactus por cada adhesión (g)
CONCRETO PATRÓN	9	132.68	-	-
CP + 2% CACTUS	9	132.68	1.365	2365.2
CP + 4% CACTUS	9	132.68	2.473	4730.4
TOTAL	27	398.04	3.838	7095.6

Nota: En la tabla se precisa la cantidad de peso de cactus para 9 probetas en tipo IP.

Tabla 26

Peso del cactus por porcentaje de adhesión en el concreto del tipo GU

Adhesión del cactus	Probetas (und.)	Peso del concreto de 9 probetas (kg)	Peso del cactus por cada adhesión (kg)	Peso del cactus por cada adhesión (g)
CONCRETO PATRÓN	9	133.85	-	-
CP + 2% CATUS	9	133.85	1.365	2365.2
CP + 4% CACTUS	9	133.85	2.473	4730.4
TOTAL	27	401.55	3.838	7095.6

Nota: En las tablas 23, 24 y 25 se consignan las **dosificaciones de incorporación** de *Echinopsis pachanoi* para el colado de las probetas. En el hormigón patrón no se añade dicho aditivo; para el 2% de cactus se emplea, en cada tipología cementicia, la cantidad especificada en las tablas; y para el 4% se utiliza, en cada tipo de cemento, la proporción indicada en cada registro tabular.

Proceso de elaboración del concreto

Para la **fabricación del hormigón** en laboratorio, se dispuso de 09 probetas patrón para cada tipología cementicia objeto de estudio, 09 probetas con la incorporación del 2%

de *Echinopsis pachanoi* para cada una de dichas tipologías y, adicionalmente, 09 probetas con la adición del 4% del mismo insumo vegetal para cada tipo de cemento considerado. El proceso de mezclado inicia con el **pesaje individualizado** de los insumos —árido basto, árido menudo, agua y conglomerante— para el hormigón patrón de cada tipología cementicia. Posteriormente, se determina la cantidad de materiales correspondiente al hormigón patrón más la adición de *Echinopsis pachanoi*. Finalmente, los componentes medidos se vierten en el equipo de mezclado, incorporando en primer término la mitad del agua junto con el árido basto y el cemento correspondiente, seguidos del árido menudo, y concluyendo con el remanente hídrico. La operación se realiza en un dispositivo mecánico hasta obtener una amalgama de textura homogénea.

Tabla 27

Peso de los materiales para 9 probetas para el cemento tipo I

Material	und	Cantidad
Cemento tipo I	kg	16.164
agua efectiva	kg	11.874
agregado fino	kg	53.166
agregado grueso	kg	53.063

Nota: En la tabla se precisa el peso de materiales para el mezclado de concreto en 9 probetas para tipo I.

Tabla 28

Peso de los materiales para 9 probetas para el cemento tipo IP

Material	und	Cantidad
Cemento tipo IP	kg	16.164
agua efectiva	kg	11.856
agregado fino húmedo	kg	51.605
agregado grueso húmedo	kg	53.063

Nota: En la tabla se precisa el peso de materiales para el mezclado de concreto en 9 probetas para tipo IP.

Tabla 29

Peso de los materiales para 9 probetas para el cemento tipo GU

Material	und	Cantidad
Cemento tipo GU	kg	16.164
agua efectiva	kg	11.869
agregado fino húmedo	kg	52.762
agregado grueso húmedo	kg	53.063

Nota: En la tabla se precisa el peso de materiales para el mezclado de concreto en 9 probetas para tipo GU.

Tabla 30

Peso de adhesión de cactus para 9 probetas

Adhesión del cactus	Peso del cactus por cada adhesión (g)
CONCRETO PATRÓN	-
CP + 2% CACTUS	236.52
CP + 4% CACTUS	473.04
TOTAL	709.56

Nota: En la tabla se precisa cantidad de peso de cactus echinopsis pachanoi para el concreto de 9 probetas.

Preparación de mezcla del concreto

Para dar inicio al **proceso de amalgamado** del hormigón, es imperativo constatar que la totalidad de los insumos se halle en condiciones óptimas, así como el **aparataje** destinado a su manipulación. Se emplea la dosificación proyectada conforme al método del ACI, certificando la exactitud en la proporción de áridos, conglomerante, agua y aditivo. Con el fin de evitar la absorción hídrica por parte de la mezcladora, se vierte previamente un volumen mínimo antes de la incorporación de los materiales, midiendo el líquido en un **recipiente aforado**. Una vez incorporados los componentes a la mezcladora, se adiciona el aditivo según el cálculo preestablecido y, posteriormente, el remanente de agua. El mezclado se efectúa bajo control, durante un lapso de 2 a 5 minutos, a fin de avalar una

amalgama homogénea; acto seguido, el hormigón se dispone para el vaciado en las probetas.

Figura 15

Material para mezcla de concreto



Nota: En la figura se precisa la elaboración del concreto con la mezcladora mecánica.

Figura 16

Vaciado, desencofrado de probetas



Nota: En la figura se precisa la colocación del concreto en los moldes y los acabados finales.

Consistencia del concreto

Se realiza este ensayo para determinar la consistencia del concreto patrón en fresco, con la adhesión de los porcentajes de cactus echinopsis pachanoi en la mezcla de concreto, en la misma que se empleó con la (NTP 339.035, 2009).

Figura 17

Consistencia del concreto fresco



Nota: En la figura se precisa la medición de slump con el ensayo de cono de abrams.

Ensayo de resistencia a la compresión

Se ejecuta el **ensayo compresivo** a los intervalos de 7, 14 y 28 jornadas, empleando una **prensa hidráulica**, aplicando una carga progresiva hasta el umbral de resistencia del material, a fin de determinar la **idoneidad mecánica** y la **longevidad estructural** del hormigón.

Figura 18

Ensayo de resistencia a compresión



Nota: En la figura se precisa la ruptura de probetas con la máquina de compresión axial.

4.6. Análisis de datos

Análisis de hallazgos de agregado grueso

Los guarismos del **peso específico** del árido basto proveniente de la cantera Murillo indican que, para la elaboración de hormigón, la **gravedad aparente** es de 2.722 gr/cm³, mientras que la **gravedad específica en estado anhidro** asciende a 2.761 gr/cm³, evidenciando una constitución densa. El **peso específico en condición saturada superficialmente seca (SSS)** es de 2.736 gr/cm³, lo que resulta propicio para la regulación de la relación agua/cemento. En otro aspecto, la **capacidad de absorción hídrica** se sitúa en 0.516%, valor que indica que el árido no retiene volúmenes significativos de agua, garantizando así una amalgama homogénea.

Tabla 31

Hallazgos de peso específico y absorción de agregado grueso

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso específico aparente	2.722	gr/cm ³
Peso específico aparente (Saturado con Superficie Seca)	2.736	gr/cm ³
Peso específico de masa seca	2.761	gr/cm ³
Absorción	0.516	%

Nota: En la tabla se precisa *Hallazgos* de peso específico y absorción de agregado grueso obtenido.

El árido basto fue examinado en **masa unitaria laxa** de 79 756 gr/cm³ y en **masa unitaria apisonada** de 21 231 gr/cm³, arrojando un **índice de oquedad** de 1.4% y 1.5%. Tales guarismos evidencian que el material ostenta una densidad intermedia tanto en su condición suelta como en su estado de compactación. La proporción de vacíos del árido incide directamente en la dosificación cementicia requerida; así, al manifestar una oquedad moderada y una aptitud de apisonamiento idónea, se favorece su aplicabilidad en hormigones orientados a optimizar la resistencia mecánica.

Tabla 32*Hallazgos de peso unitario*

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso unitario suelto	19756	gr/cm ³
Peso unitario compacto	21231	gr/cm ³
Porcentaje de vacíos suelto	1.4	%
Porcentaje de vacíos compacto	1.5	%

Nota: En la tabla se precisa el hallazgo de peso unitario y porcentaje de vacíos del agregado grueso.

Granulometría

La **granulometría** revela que el insumo se ajusta a las prescripciones técnicas de la norma ASTM, lo que faculta su empleo. El **módulo de fineza (MF)** del árido basto es de 3.82, lo cual denota una distribución dimensional que privilegia partículas de porte relativamente voluminoso. Este guarismo es característico de los áridos gruesos, cuyo MF suele fluctuar entre 0.2 y 4.

Análisis de hallazgos de agradado fina

Los guarismos del **peso específico** del árido menudo proveniente de la cantera Murillo señalan que, para la confección de hormigón, la **gravedad aparente** es de 2.633 gr/cm³, mientras que la **gravedad específica en masa anhidra** asciende a 2.733 gr/cm³, evidenciando una constitución compacta. El **peso específico en condición saturada superficialmente seca (SSS)** es de 2.670 gr/cm³, lo cual resulta propicio para la regulación de la relación agua/cemento. Asimismo, la **capacidad de absorción hídrica** se sitúa en 1.39%, cifra que indica que el árido no retiene volúmenes excesivos de agua, asegurando así una amalgama homogénea.

Tabla 33

Hallazgos de peso específico y absorción de agregado fina

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso específico aparente	2.633	gr/cm ³
Peso específico aparente (Saturado con Superficie Seca)	2.670	gr/cm ³
Peso específico de masa seca	2.730	gr/cm ³
Absorción	1.39	%

Nota: En la tabla se precisa el Hallazgos de peso específico y absorción de agregado fina obtenido.

El árido menudo fue examinado en **masa unitaria exenta** de 7957.67 gr/cm³, mientras que su **masa unitaria apisonada** alcanzó 8713 gr/cm³, arrojando un **índice de oquedades** de 1.63% y 1.78%. Dichas magnitudes denotan que el insumo posee una densidad intermedia tanto en su condició laxa como en su estado de compactación. La proporción de vacíos del árido incide en la dosificación cementicia requerida; en tal sentido, al exhibir una oquedad moderada y una aptitud de apisonamiento adecuada, favorece su idoneidad para la elaboración de hormigón con óptima resistencia.

Tabla 34

Hallazgos de peso unitario

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso unitario suelto	7957.67	gr/cm ³
Peso unitario compacto	8713	gr/cm ³
Porcentaje de vacíos suelto	1.63	%
Porcentaje de vacíos compacto	1.78	%

Nota: En la tabla se precisa el hallazgo de peso unitario y porcentaje de vacíos del agregado fino.

Granulometría

La granulometría determina que las prescripciones técnicas de la norma ASTM C33 satisfacen sus comprobaciones y, por ende, es factible emplear dichos resultados.

Conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 400.037, el módulo de fineza (MF) del árido menudo debe ubicarse entre 2.3 y 3.1. El MF del presente agregado asciende a 3.13,

lo que evidencia que se trata de un árido fino relativamente basto, hallándose en el confin superior del intervalo admitido.

En síntesis, el árido menudo acata todas las comprobaciones para ser empleado como componente granular en el hormigón.

Examen de Slump

La prueba de asentamiento o slump constituye uno de los métodos más recurrentes para estimar la consistencia o la aptitud de manipulación del hormigón fresco. Este procedimiento se encuentra regido por la norma ASTM C143/C143M-20.

Consistencia del concreto patrón de los diferentes tipos de cementos

Tabla 35

Consistencia de la mezcla del concreto patrón tipo I

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$		
	Slump (cm)		consistencia
Concreto patrón	4.23	4.37	plástico
	4.2		

Nota: En la tabla se precisa para el concreto patrón para el cemento tipo I, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Tabla 36

Consistencia de la mezcla del concreto patrón tipo IP

Descripción	Consistencia de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$		
	Slump (cm)		consistencia
Concreto patrón	5	5.23	plástico
	5.1		

Nota: En la tabla se precisa para el concreto patrón para el cemento tipo IP, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Tabla 37

Consistencia de la mezcla del concreto patrón tipo GU

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$		
	Slump (cm)		Consistencia
Concreto patrón	4.77	4.77	plástico
	4.63		

Nota: En la tabla se precisa para el concreto patrón para el cemento tipo GU, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

- **Consistencia del concreto patrón más la incorporación del 2% de cactus en diferentes tipos de cementos**

Tabla 38

Consistencia de la mezcla más 2% de cactus en cemento tipo I

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$		
	Slump (cm)		consistencia
Incorporación de cactus 2%	6.23	6.27	plástico
	6.1		

Nota: En la tabla se precisa para el concreto patrón más la incorporación de 2% de cactus para el cemento tipo I, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Tabla 39

Consistencia de la mezcla más 2% de cactus en cemento tipo IP

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$		
	Slump cm		consistencia
Incorporación de cactus 2%	4.9	5.17	plástico
	5		

Nota: En la tabla se precisa para el concreto patrón más la incorporación de 2% de cactus para el cemento tipo IP, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Tabla 40

Consistencia de la mezcla más 2% de cactus en cemento tipo GU

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	
	slump cm	consistencia
Incorporación de cactus 2%	5.77	5.57 plástico
	5.67	

Nota: En la tabla se precisa para el concreto patrón más la incorporación de 2% de cactus para el cemento tipo GU, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Consistencia del concreto patrón más la incorporación del 4% de cactus en en los tres tipos de cementos

Tabla 41

Consistencia de la mezcla más 4% de cactus en cemento tipo I

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	
	slump cm	consistencia
Incorporación de cactus 4%	6.2	6.33 plástico
	6.63	

Nota: En la tabla se precisa la precision para el concreto patrón más la incorporación de 4% de cactus para el cemento tipo I, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Tabla 42

Consistencia de la mezcla más 4% de cactus en cemento tipo IP

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	
	slump cm	consistencia
Incorporación de cactus 4%	5.17	5.37 plástico
	5.17	

Nota: En la tabla se precisa la c para el concreto patrón más la incorporación de 4% de cactus para el cemento tipo IP, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

Tabla 43

Consistencia de la mezcla más 4% de cactus en cemento tipo GU

Descripción	Consistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	
	slump cm	consistencia
Incorporación de cactus 4%	6.2	6.4 plástico
	6.37	

Nota: En la tabla se precisa la consistencia para el concreto patrón más la incorporación de 4% de cactus para el cemento tipo GU, en donde es precisa las dimensiones de la precisa es plasticidad.

comparación de Consistencia

Tabla 44

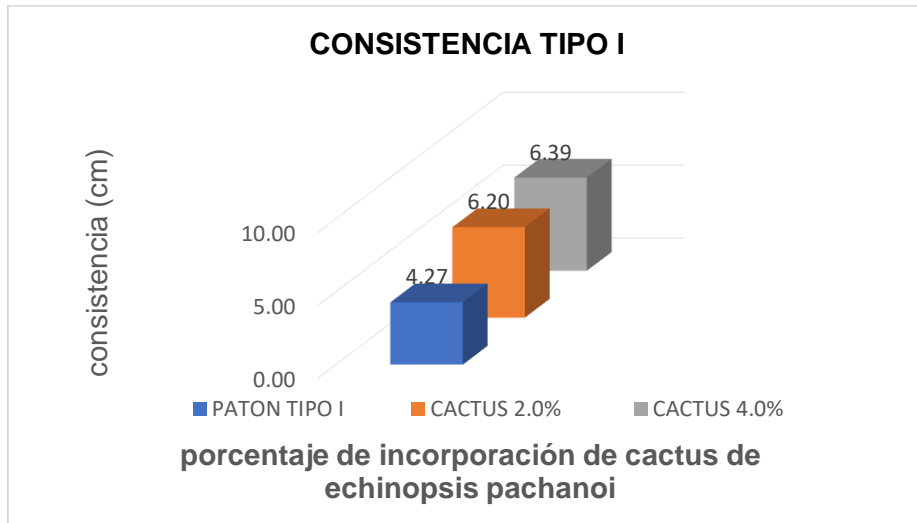
Propiedad de consistencia

Descripción	Consistencia promedios tipo I	
	slump cm	consistencia
concreto patrón	4.27	platico
concreto patrón más 2% cactus	6.2	platico
concreto patrón más 4% cactus	6.39	platico

Nota: En la tabla se precisa la consistencia promedios del cemento tipo I se obtuvieron con la incorporación 2% y 4% de cactus de echenopsis pachanoi se mantuvo en dentro del rango 3"-4" al igual de concreto, porque se concluye que el slump se encuentra dentro de concreto patrón.

Figura 19

Consistencia promedio de la incorporación de cactus a cemento tipo I



Nota: En la figura se precisa la diferencia de la consistencia dada en el concreto patrón más la incorporación 2% y 4% de cactus.

Tabla 45

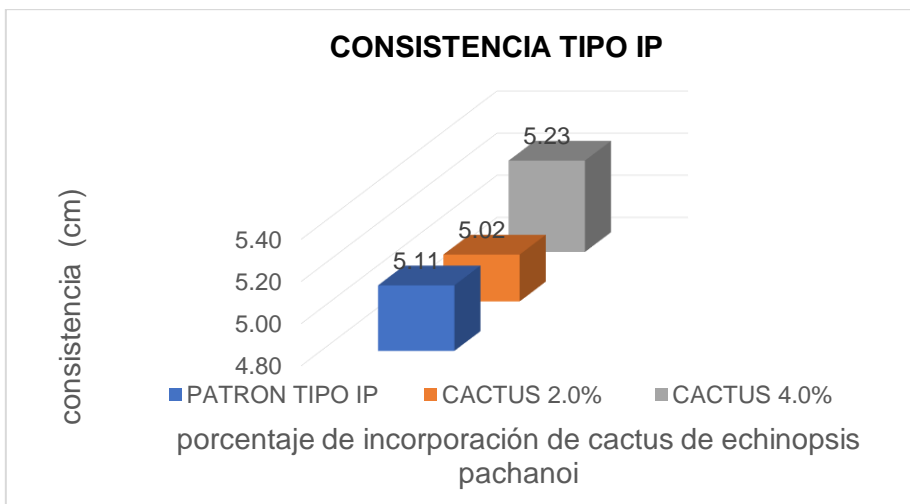
Propiedad de consistencia

Descripción	Consistencia promedios tipo IP	
	slump cm	consistencia
concreto patrón	5.11	platico
concreto patrón con adición 2% cactus	5.02	platico
concreto patrón con adición 4% cactus	5.23	platico

Nota: En la tabla se precisa la consistencia promedios del tipo IP se obtuvieron con la incorporación 2% y 4% de cactus de echenopsis pachanoi se mantuvo en dentro del rango 3"-4" al igual de concreto, porque se concluye que el slump se encuentra en esta.

Figura 20

Consistencia promedio de la incorporación de cactus a cemento tipo IP



Nota: En la figura se precisa la diferencia de la consistencia dada en el concreto patrón más la incorporación 2% y 4% de cactus.

Tabla 46

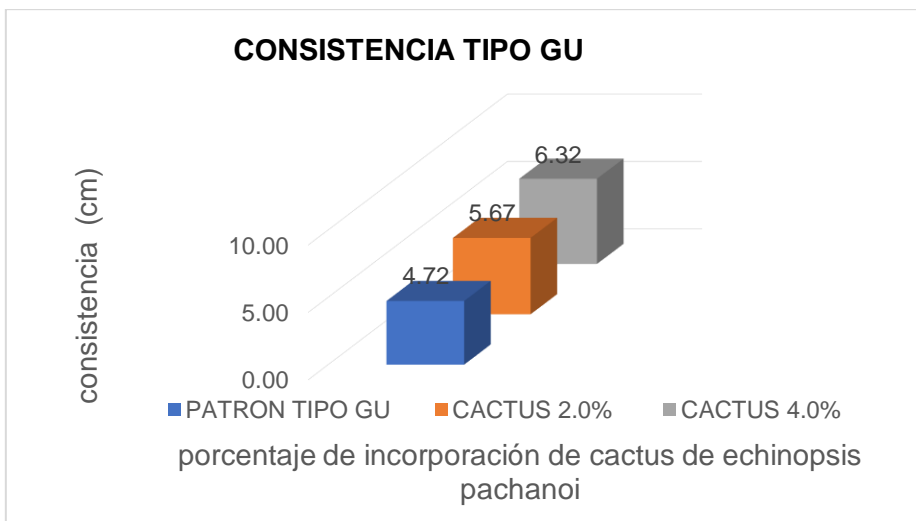
Propiedad de consistencia

Descripción	Consistencia promedios tipo GU	
	slump cm	consistencia
concreto patrón	4.72	platico
concreto patrón más 2% cactus	5.67	platico
concreto patrón más 4% cactus	6.32	platico

Nota: En la tabla se precisa la consistencia promedios del tipo GU se obtuvieron con la incorporación 2% y 4% de cactus de echenopsis pachanoi se mantuvo en dentro del rango 3"-4" al igual de concreto, porque se concluye que el slump se encuentra en el lapso.

Figura 21

Consistencia promedio de la incorporación de cactus a cemento tipo GU



Nota: En la figura se precisa la diferencia de la consistencia dada en el concreto más la incorporación 2% y 4% de cactus.

Resistencia a compresión

Para la presente pesquisa se confeccionó el **trazado compositivo** de un hormigón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La **prueba de resistencia compresiva** se materializó sobre un conjunto de 81 especímenes cilíndricos, fraccionados en 09 unidades de hormigón patrón correspondientes a los cementos de tipo I, tipo IP y tipo GU; 09 unidades con la adición del 2% de *Echinopsis pachanoi* para cada una de dichas tipologías cementicas; y 09 unidades con la incorporación del 4% del mismo aditivo vegetal para cada clase de cemento mencionada.

Resistencia a compresión del concreto patrón

Figura 22

Retiro de curado de posa y ruptura de probeta de concreto patrón



(1)

(2)

Nota: En la figura se precisa los siguientes (1) muestras 09 probetas de concreto patrón de cada tipo de cemento 03 probetas de tipo I, 03 probeta de tipo IP y 03 probeta de tipo GU, en la imagen (2) precisa rotura de concreto patrón tipo IP.

Tabla 47

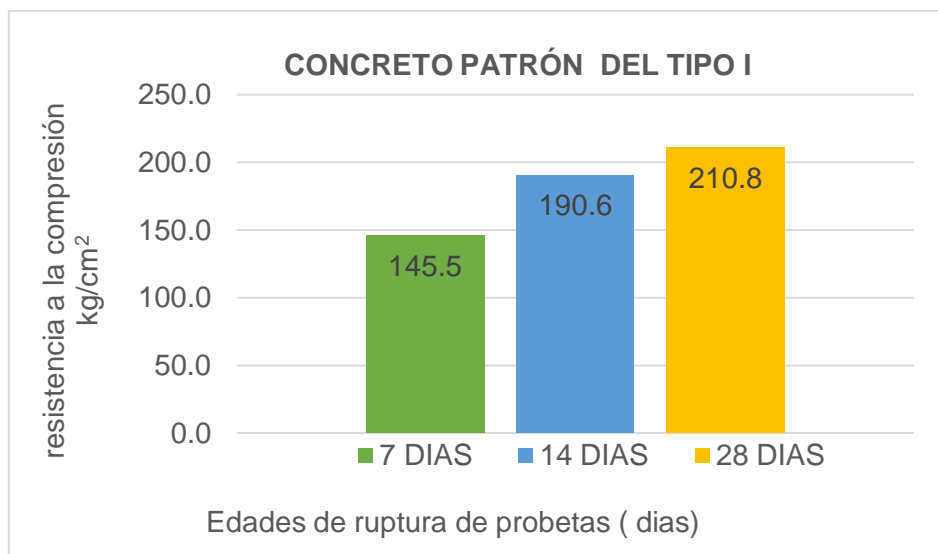
Resistencia a la compresión de concreto patrón de tipo I en las edades de 7, 14, 14 días

N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Le. DIAL (kn)	Le. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)
1	PATRON TIPO I	13.235	29/09/2023	06/10/2023	7	182.4	342.2	34889.0	145.6	69.3	69.2
2		13.152	29/09/2023	06/10/2023	7	181.5	373.5	38085.8	143.7	68.4	
3		13.243	29/09/2023	06/10/2023	7	182.7	376.2	38356.0	147.1	70.0	
4	PATRON TIPO I	13.58	29/09/2023	13/10/2023	14	188.7	458.1	46712.5	189.6	90.3	90.8
5		13.2	29/09/2023	13/10/2023	14	185.1	445.7	45448.0	191.5	91.2	
6		13.411	29/09/2023	13/10/2023	14	183.9	415.2	42341.0	190.6	90.8	
7	PATRON TIPO I	13.171	29/09/2023	27/10/2023	28	179.1	480.1	48958.9	208.5	99.3	100.4
8		13.632	29/09/2023	27/10/2023	28	186.3	521.8	53208	211.7	100.8	
9		13.502	29/09/2023	27/10/2023	28	181.5	532.5	54301	212.2	101.0	

Nota: En la tabla se precisa con los hallazgos de la RCC patrón del tipo I, en las edades de 7, 14, 28 días, donde el promedio obtenido para 7 días 145.5 kg/cm², 14 días 190.6 kg/cm², 28 días 210.8 kg/cm².

Figura 23

Promedio de resistencia a compresión del concreto patrón del tipo I en las edades de 7, 14, 28 días



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón del tipo I en las edades de 7, 14, 28 días.

Tabla 48

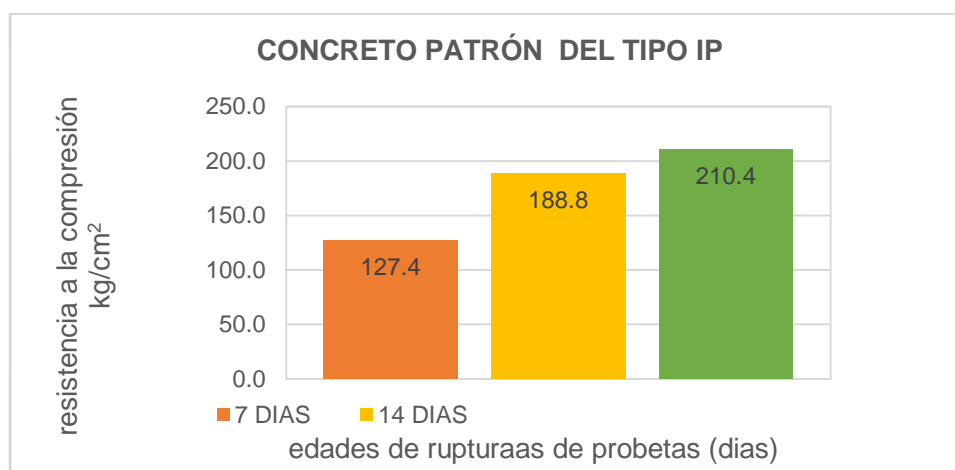
Resistencia a la compresión de concreto patrón de tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días

N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Le. DIAL (kn)	Le. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIS. T. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)
1	PATRÓN TIPO IP	12.966	29/09/2023	06/10/2023	7	181.5	162.1	16529.3	127.1	60.5	60.6
2		13.019	29/09/2023	06/10/2023	7	181.5	171.8	17517.4	126.9	60.4	
3		13.364	29/09/2023	06/10/2023	7	186.3	173.8	17719.3	128.2	61.0	
4	PATRÓN TIPO IP	13.174	29/09/2023	13/10/2023	14	179.1	209.7	21383.1	186.4	88.8	89.9
5		13.430	29/09/2023	13/10/2023	14	185.1	209.2	21327.0	189.2	90.1	
6		13.450	29/09/2023	13/10/2023	14	186.3	211.5	21565.6	190.8	90.9	
7	PATRÓN TIPO IP	13.496	29/09/2023	27/10/2023	28	183.9	273.3	27868.4	209.4	99.7	100.2
8		13.093	29/09/2023	27/10/2023	28	179.1	277.7	28312	210.4	100.2	
9		13.38	29/09/2023	27/10/2023	28	181.5	274.2	27962	211.5	100.7	

Nota: En la tabla se precisa con los hallazgos de la RCC patrón del tipo IP, en las edades de 7, 14, 28 días, donde el promedio obtenido para 7 días 127.4 kg/cm², 14 188.8 kg/cm², 28 210.4 kg/cm².

Figura 24

Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón del tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón del tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días.

Tabla 49

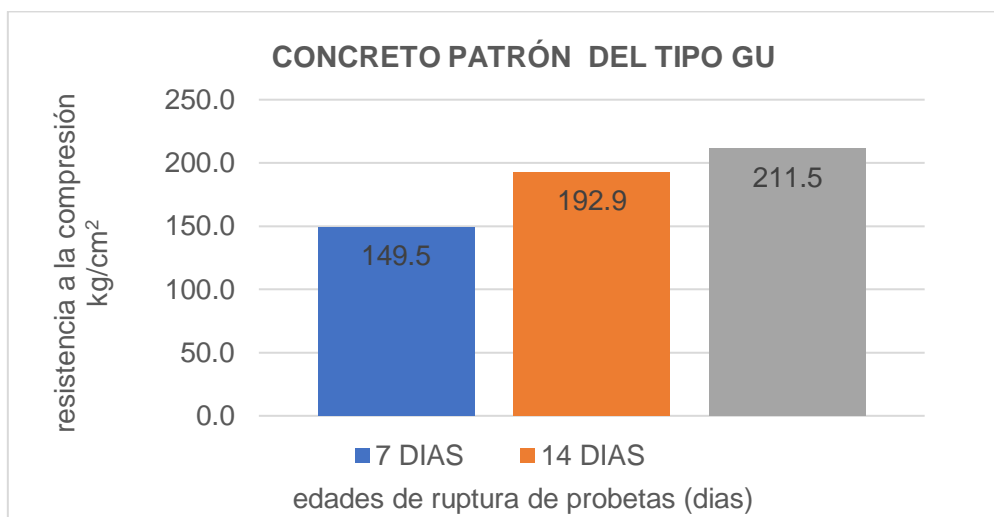
Resistencia de la compresión de concreto patrón de tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días

Nº DE TESTIGOS	RESIST. DE ESPICIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO	EDAD	SLUMP	ÁREA DE TESTIGO	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			
				MOLDEO	ROTURA			Lec. DIAL	Lec. CORREG.	RESIST. ST.	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
				(día)	(día)	(días)	(Pulg.)	(cm ²)	(kn)	(kg.)	(kg/cm ²)	(%)	(%)
1	210	DISEÑO PATRÓN	13.535	29/09/2023	06/10/2023	7	4.5	186.9	303.5	30945.9	150.6	71.7	71.2
2	210	DISEÑO PATRÓN	13.240	29/09/2023	06/10/2023	7	4.8	180.9	308.0	31408.8	148.7	70.8	
3	210	DISEÑO PATRÓN	13.51	29/09/2023	06/10/2023	7	5.0	183.9	319.5	32579.4	149.2	71.0	
4	210	DISEÑO PATRÓN	13.347	29/09/2023	13/10/2023	14	4.8	180.3	363.8	37095.7	191.2	91.0	91.8
5	210	DISEÑO PATRÓN	13.342	29/09/2023	13/10/2023	14	4.6	181.5	345.6	35242.9	194.2	92.5	
6	210	DISEÑO PATRÓN	13.47	29/09/2023	13/10/2023	14	4.5	183.9	348.4	35522.3	193.2	92.0	
7	210	DISEÑO PATRÓN	13.362	29/09/2023	27/10/2023	28	4.5	181.0	353.7	36063.7	212.3	101.1	100.7
8	210	DISEÑO PATRÓN	13.382	29/09/2023	27/10/2023	28	4.8	181.5	419.7	42796	211.8	100.9	
9	210	DISEÑO PATRÓN	13.489	29/09/2023	27/10/2023	28	5.0	183.9	406.3	41431	210.3	100.1	

Nota: En la tabla se precisa los **valores constatados** de la RCC de referencia correspondiente al tipo GU, en los lapsos de 7, 14 y 28 jornadas, donde las medias alcanzadas fueron: a los 7 días, 149.5 kg/cm²; a los 14 días, 192.9 kg/cm²; y a los 28 días, 211.5 kg/cm².

Figura 25

Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón del tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días

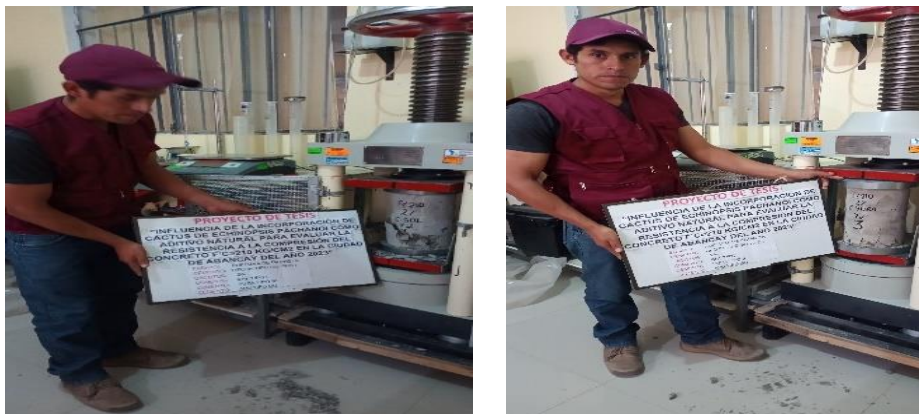


Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC del patrón del tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días.

RCC patrón más la incorporación del 2.0% de cactus

Figura 26

Ruptura de probeta patrón más la adición de 2% de cactus



Nota: En la figura se precisa la ruptura de probeta patrón más la adición de 2%.

Tabla 50

RCC patrón con la adición de 2% cactus en tipo I en las edades 7, 14, 28 días

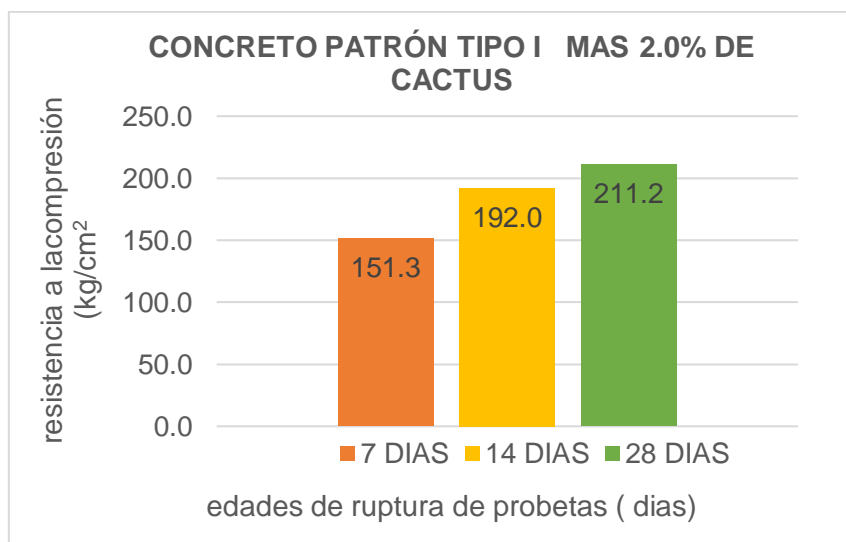
N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Le. DIAL (kn)	Le. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)
1	patrón + 2.0% cactus	13.018	30/09/2023	07/10/2023	7	181.5	393.0	40078.3	150.9	71.9	72.1
2		13.042	30/09/2023	07/10/2023	7	182.7	390.4	39812.1	152.0	72.4	
3		13.056	30/09/2023	07/10/2023	7	180.3	364.3	37146.7	151.1	72.0	
4	patrón + 2.0% cactus	13.017	30/09/2023	14/10/2023	14	181.5	452.6	46146.5	192.3	91.6	91.4
5		12.998	30/09/2023	14/10/2023	14	182.7	451.5	46043.5	193.1	92.0	
6		13.384	30/09/2023	14/10/2023	14	185.1	460.0	46905.2	190.5	90.7	
7	patrón + 2.0% cactus	13.450	30/09/2023	28/10/2023	28	187.5	508.4	51840.5	209.7	99.9	100.6
8		13.299	30/09/2023	28/10/2023	28	183.9	486.7	49631.0	211.7	100.8	
9		13.061	30/09/2023	28/10/2023	28	181.5	490.4	50003.0	212.2	101.0	

Nota: En la tabla se detallan los **resultados constatados** de la RCC de referencia con la adición del 2% de nopal al tipo I, en los intervalos de 7, 14 y 28 jornadas, donde las medias obtenidas fueron: a los 7 días, 151.3 kg/cm²; a los 14 días, 192.0 kg/cm²; y a los 28 días, 211.2 kg/cm².

Media de la RCC patrón con la incorporación del 2.0% de nopal en el tipo I, correspondiente a los plazos de 7, 14 y 28 días..

Figura 27

Promedio de RCC patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo I en las edades de 7, 14, 28 días.



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón más la incorporación de 2.0% de cactus en el tipo I 7, 14, 28 días.

Tabla 51

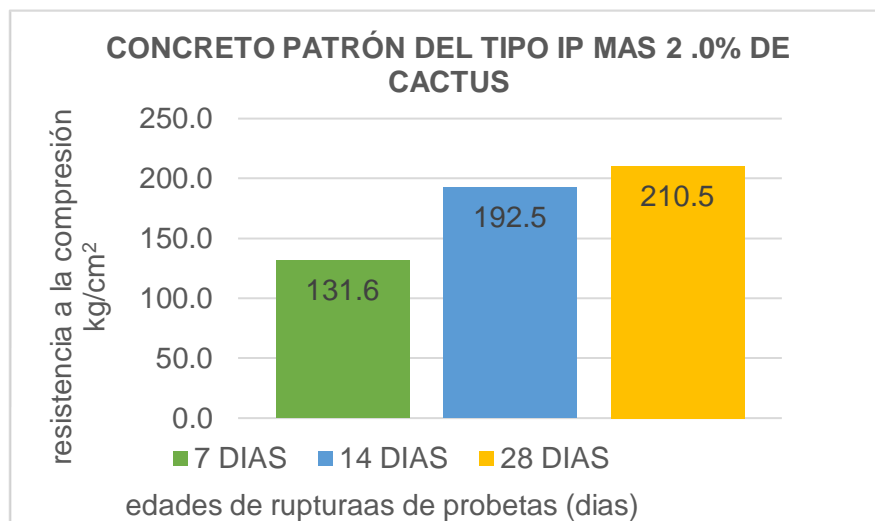
Resistencia a la compresión de concreto patrón con la adición de 2% cactus en tipo IP en las edades 7, 14, 28 días.

N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD días	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. (%)
1	patrón + 2.0% cactus	12.967	30/09/2023	07/10/2023	7	181.5	195.1	19895.4	130.6	62.2	62.6
2		13.331	30/09/2023	07/10/2023	7	182.7	202.4	20641.8	133.0	63.3	
3		13.099	30/09/2023	07/10/2023	7	182.2	198.5	20241.0	131.1	62.4	
4	patrón + 2.0% cactus	13.318	30/09/2023	14/10/2023	14	182.7	247.0	25181.5	191.9	91.4	91.7
5		13.075	30/09/2023	14/10/2023	14	183.9	229.3	23377.6	192.2	91.5	
6		13.242	30/09/2023	14/10/2023	14	186.3	229.2	23367.4	193.5	92.1	
7	patrón + 2.0% cactus	13.236	30/09/2023	28/10/2023	28	185.1	299.0	30490.0	209.3	99.7	100.3
8		13.092	30/09/2023	28/10/2023	28	182.7	306.2	31226	210.4	100.2	
9		13.093	30/09/2023	28/10/2023	28	181.5	298.9	30474	211.9	100.9	

Nota: En la tabla se precisa con los hallazgos de la RCC patrón más la adición de 2% de cactus al tipo IP, en las edades de 7, 14, 28 días, donde el promedio obtenido para 7 días 131.6 kg/cm², 14 días 192.5 kg/cm², 28 días 210.5 kg/cm².

Figura 28

Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo IP en las edades de 7, 14, 28 días



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón más la incorporación de 2.0% de cactus en el tipo IP en 7, 14, 28 días.

Tabla 52

Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días.

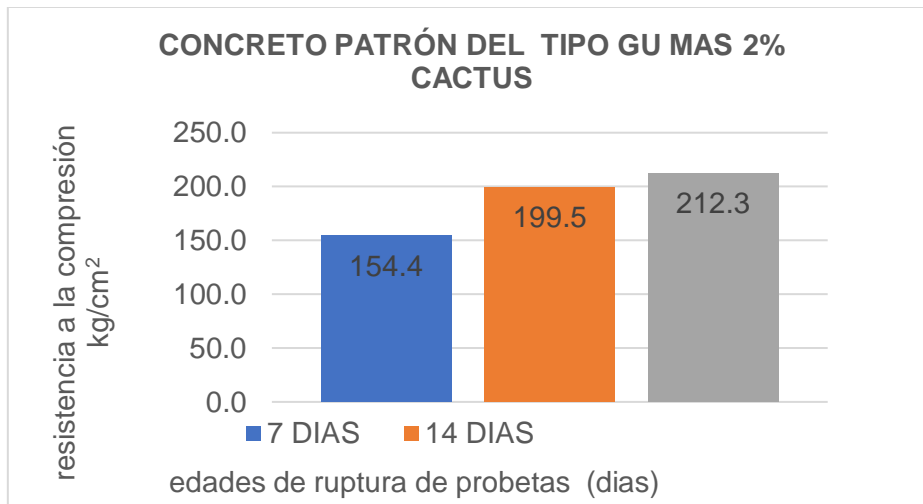
N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)
1	patrón + 2.0% cactus	13.020	30/09/2023	07/10/2023	7	180.7	309.5	31563.8	154.6	73.6	73.5
2		13.378	30/09/2023	07/10/2023	7	186.3	317.0	32324.5	153.5	73.1	
3		13.367	30/09/2023	07/10/2023	7	183.9	317.7	32392.8	155.2	73.9	
4	patrón + 2.0% cactus	13.494	30/09/2023	14/10/2023	14	185.1	375.5	38286.7	200.9	95.7	95.0
5		13.510	30/09/2023	14/10/2023	14	188.7	348.7	35555.9	198.4	94.5	
6		13.398	30/09/2023	14/10/2023	14	185.1	361.4	36848.9	199.1	94.8	
7	patrón + 2.0% cactus	13.289	30/09/2023	28/10/2023	28	182.7	366.5	37367.9	210.6	100.3	101.1
8		13.396	30/09/2023	28/10/2023	28	183.9	386.7	39431	212.5	101.2	
9		13.154	30/09/2023	28/10/2023	28	180.3	356.7	36369	213.7	101.8	

Nota: En la tabla se puntualizan los registros obtenidos de la RCC de referencia, junto con la adición del 2% de nopal al tipo GU, en los lapsos de 7, 14 y 28 jornadas, donde las

medias resultantes fueron: a los 7 días, 154.4 kg/cm²; a los 14 días, 199.5 kg/cm²; y a los 28 días, 212.3 kg/cm².

Figura 29

Promedio de RCC patrón con adición de 2.0% cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días.



Nota: en la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón más la incorporación de 2% de cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días.

- **RCC patrón más la incorporación del 4.0% de cactus.**

Figura 30

Ruptura de probeta patrón más la adición de 4% de cactus



Nota: En la figura se precisa la ruptura de probeta patrón más la adición de 4%.

Tabla 53

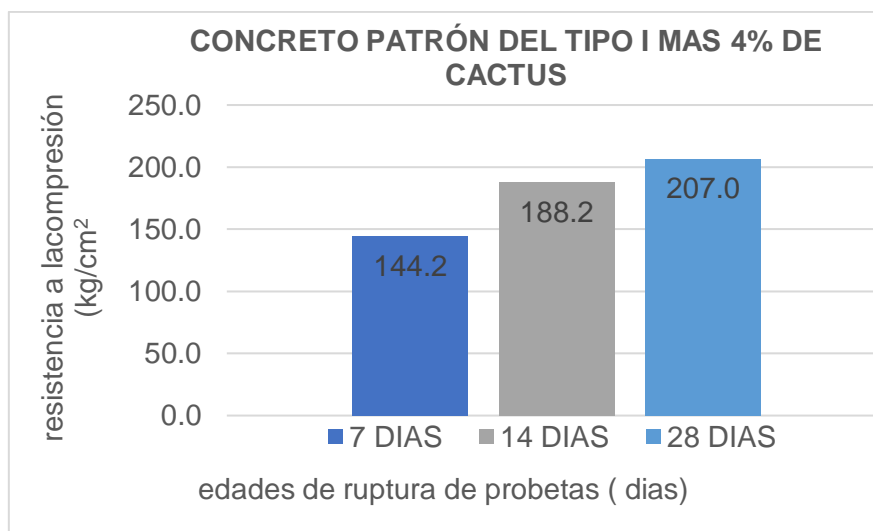
RCC patrón más la incorporación de 4% cactus en tipo I

N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. KG	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)
1	patrón + 4.0% cactus	12.757	01/10/2023	08/10/2023	7	181.5	304.8	31078.4	145.3	69.2	68.7
2		13.079	01/10/2023	08/10/2023	7	183.9	323.2	32954.7	144.2	68.7	
3		12.833	01/10/2023	08/10/2023	7	180.3	329.2	33566.5	143.2	68.2	
4	patrón + 4.0% cactus	12.783	01/10/2023	15/10/2023	14	180.3	380.9	38840.4	188.5	89.8	89.6
5		13.098	01/10/2023	15/10/2023	14	185.1	416.8	42500.1	189.7	90.3	
6		12.876	01/10/2023	15/10/2023	14	181.5	397.5	40528.0	186.3	88.7	
7	patrón + 4.0% cactus	13.005	01/10/2023	29/10/2023	28	181.5	389.0	3966.3	206.6	98.4	98.6
8		12.958	01/10/2023	29/10/2023	28	180.3	414.9	42305.0	205.7	98.0	
9		13.144	01/10/2023	29/10/2023	28	185.1	435.2	44377.0	239.8	114.2	

Nota: En la tabla se precisa con los hallazgos de la RCC más la adición de 4% de cactus al tipo I, en las edades de 7, 14, 28 días, donde el promedio obtenido para 7 días 144.2 kg/cm², 14 188.2 kg/cm², 28 207.0 kg/cm².

Figura 31

Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 4% cactus en el tipo I en las edades de 7, 14, 28 días



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón más la incorporación de 4% de cactus en el tipo de 7, 14, 28 días.

Tabla 54

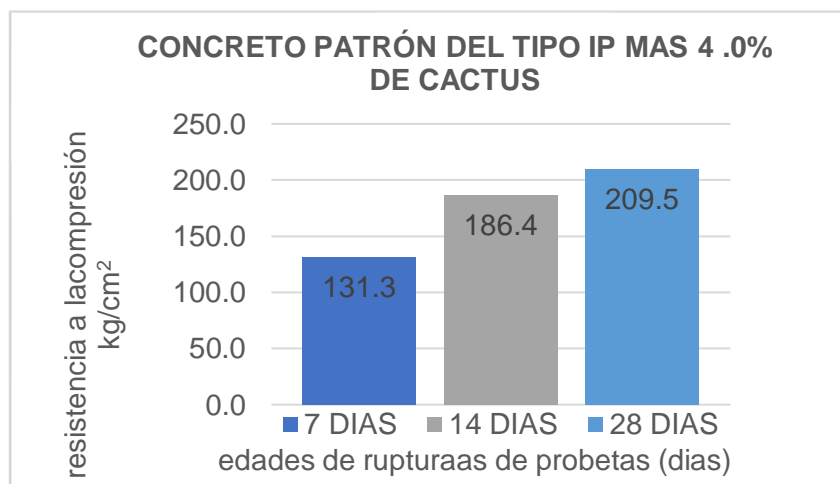
Resistencia de la compresión de concreto patrón más la incorporación de 4% cactus en tipo IP

Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		RESIST. PROMEDIO (%)
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	
1	patrón + 4.0% cactus	13.863	01/10/2023	08/10/2023	7	179.1	173.9	17731.6	131.0	62.4	62.5
2		13.130	01/10/2023	08/10/2023	7	183.9	188.4	19206.0	130.5	62.1	
3		13.208	01/10/2023	08/10/2023	7	186.3	183.2	18681.9	132.3	63.0	
4	patrón + 4.0% cactus	13.271	01/10/2023	15/10/2023	14	185.1	227.1	23155.3	185.1	88.1	88.8
5		12.864	01/10/2023	15/10/2023	14	181.5	222.9	22724.0	186.2	88.7	
6		13.133	01/10/2023	15/10/2023	14	184.3	238.4	24308.6	187.9	89.5	
7	patrón + 4.0% cactus	13.153	01/10/2023	29/10/2023	28	183.9	278.4	28385.4	209.3	99.7	99.8
8		12.980	01/10/2023	29/10/2023	28	180.3	280.7	28619	210.4	100.2	
9		13.044	01/10/2023	29/10/2023	28	183.8	290.3	29600	208.9	99.5	

Nota: En la tabla se precisa con los hallazgos de la RCC patrón más la adición de 4% de cactus al tipo IP, en las edades de 7, 14, 28 días, donde el promedio obtenido para 7 131.3 kg/cm², 14 186.4 kg/cm², 28 209.5 kg/cm².

Figura 32

Promedio de resistencia de compresión del concreto patrón con adición de 4% cactus en el tipo IP en las edades 7, 14, 28 días



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón más la incorporación de 4% de cactus en el tipo IP de 7, 14, 28 días.

Tabla 55

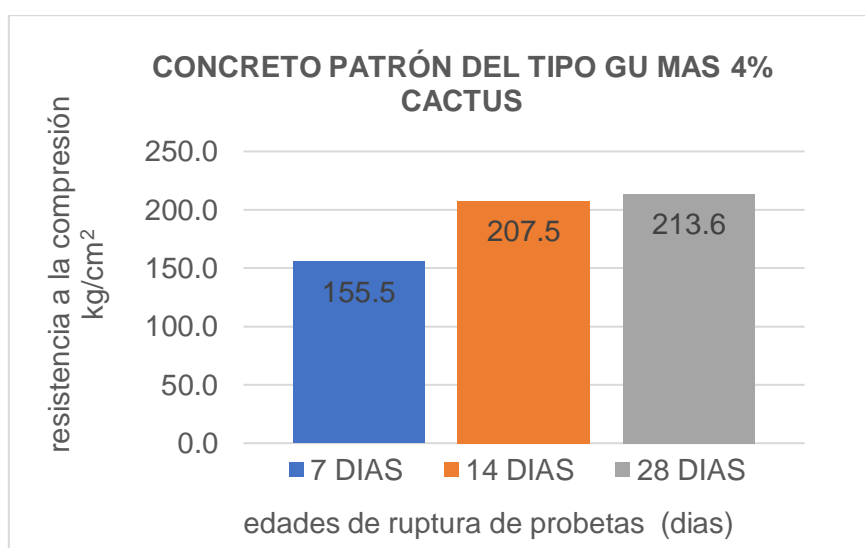
Resistencia de la compresión de concreto patrón más la incorporación de 4% cactus en tipo GU

N.º DE TESTIGO	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		
			MOLDEO (día)	ROTURA (día)			Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)
1	patrón + 4.0% cactus	13.088	01/10/2023	08/10/2023	7	182.7	325.7	33213.7	155.8	74.2	89.2
2		13.089	01/10/2023	08/10/2023	7	181.0	332.1	33868.3	154.1	73.4	
3		13.208	01/10/2023	08/10/2023	7	182.7	345.2	35203.1	156.7	74.6	
4	patrón + 4.0% cactus	13.350	01/10/2023	15/10/2023	14	185.8	409.4	41750.6	208.7	99.4	98.8
5		13.340	01/10/2023	15/10/2023	14	185.1	387.6	39522.6	207.6	98.9	
6		13.448	01/10/2023	15/10/2023	14	186.3	398.7	40657.5	206.3	98.2	
7	patrón + 4.0% cactus	13.299	01/10/2023	29/10/2023	28	182.7	408.1	41618.0	213.8	101.8	102.1
8		13.122	01/10/2023	29/10/2023	28	181.5	421.6	42985	214.4	102.1	
9		13.007	01/10/2023	29/10/2023	28	180.3	388.8	39649	212.5	102.5	

Nota: En la tabla se precisa se exhiben los **resultados derivados** de la RCC de referencia, junto con la adición del 4% de nopal al tipo GU, en los intervalos de 7, 14 y 28 jornadas, donde las medias alcanzadas fueron: a los 7 días, 155.5 kg/cm²; a los 14 días, 207.5 kg/cm²; y a los 28 días, 213.6 kg/cm².

Figura 33

Promedio de RC del concreto patrón con adición de 4% cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días



Nota: En la figura se precisa la evaluación de la RCC patrón más la incorporación de 4% de cactus en el tipo GU en las edades de 7, 14, 28 días.

Comparación de la resistencia a la compresión en tipo I

Tabla 56

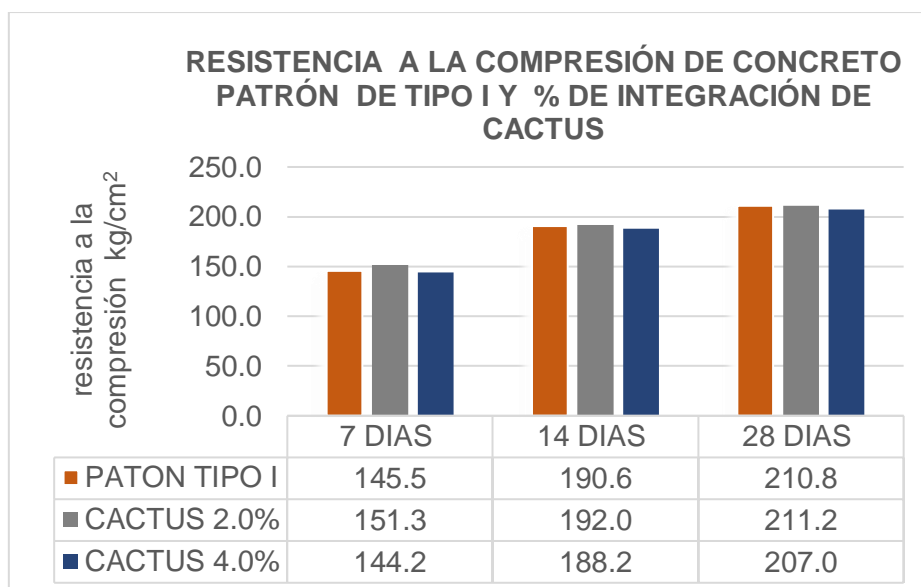
Promedio de resistencia a la compresión de tipo I más incorporación de cactus

Resistencias promedio	Edades de curado		
	7 días	14 días	28 días
Resistencia del concreto patrón	145.5	190.6	210.8
Resistencia del concreto patrón con la adición 2% de cactus	151.3	192.0	211.2
Resistencia del concreto patrón con la adición 4% de cactus	144.2	188.2	207.0

Nota: En la tabla se precisa se consignan los **valores medios de solidez compresiva** para el tipo I, con la incorporación del 2% y 4% de aditivo de nopal, correspondientes a los lapsos de 7, 14 y 28 jornadas.

Figura 34

Promedio de resistencia de compresión en tipo I



Nota: En la figura se precisa la **fortaleza compresiva media** del hormigón arquetípico y de aquel con adición del 2% y 4% de aditivo de nopal, correspondiente al tipo I, evaluada a los intervalos de 7, 14 y 28 jornadas.

Tabla 57

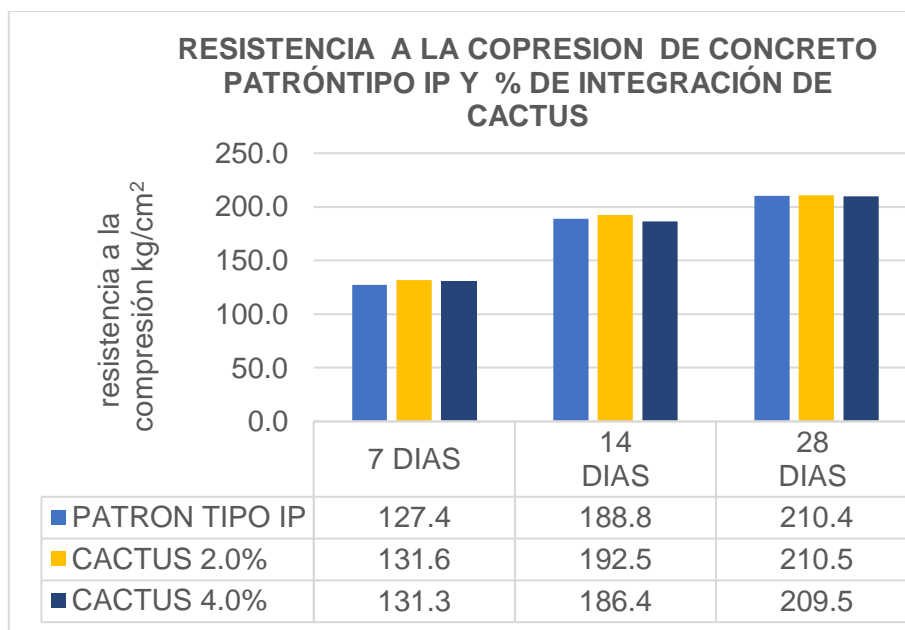
Promedio de resistencia a compresión de tipo IP más incorporación de cactus

Resistencias promedio	edades de curado		
	7 días	14 días	28 días
Resistencia del concreto patrón	127.4	188.8	210.4
Resistencia del concreto patrón con la adición de 2% de cactus	131.6	192.5	1210.5
Resistencia del concreto patrón con la adición de 4% de cactus	131.3	186.4	1209.5

Nota: En la tabla se registran los **promedios de solidez a compresión** del tipo IP, con la incorporación del 2% y 4% de nopal, determinados a los plazos de 7, 14 y 28 días.

Figura 35

Promedio de resistencia de compresión en tipo IP



Nota: En la figura se precisa la divisa la **solidez compresiva promedio** del hormigón canónico y de aquel con injerto del 2% y 4% de aditivo de nopal, perteneciente al tipo IP, evaluada a los lapsos de 7, 14 y 28 jornadas.

Tabla 58

Promedio de resistencia a compresión de tipo GU más incorporación de cactus

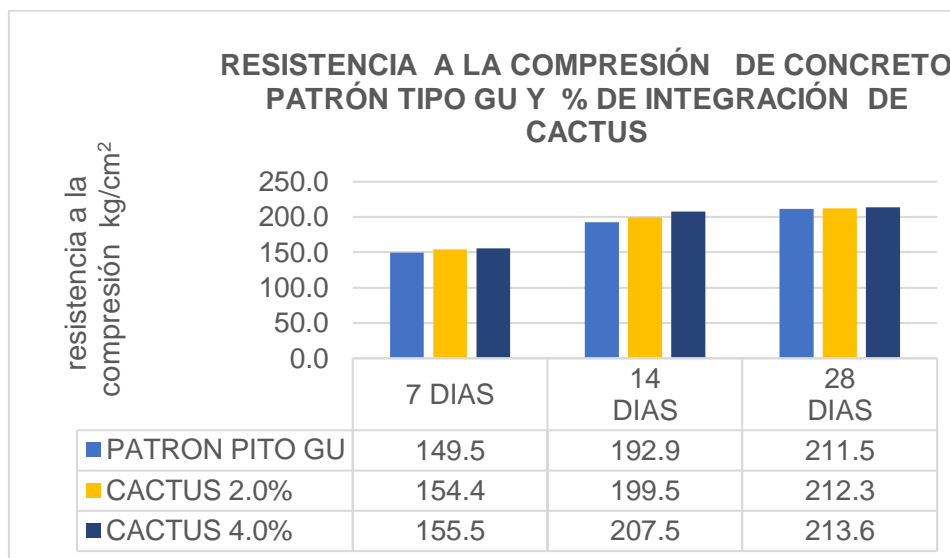
Resistencias promedio	Edades de curado		
	7 días	14 días	28 días
Resistencia del concreto patrón	149.5	192.9	211.5
Resistencia del concreto patrón con la adición 2% de cactus	154.4	199.5	212.3
Resistencia del concreto patrón con la adición 4% de cactus	155.5	207.5	213.6

Nota: En la tabla se precisa se consignan los **valores medios de resistencia compresiva**

para el tipo GU, con la incorporación del 2% y 4% de aditivo de nopal, correspondientes a las edades de 7, 14 y 28 días.

Figura 36

Promedio de resistencia de compresión en tipo GU



Nota: En la figura se aprecia la **resistencia compresiva media** del hormigón patrón y de aquel con incorporación del 2% y 4% de aditivo de nopal, correspondiente al tipo GU, evaluada a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 59

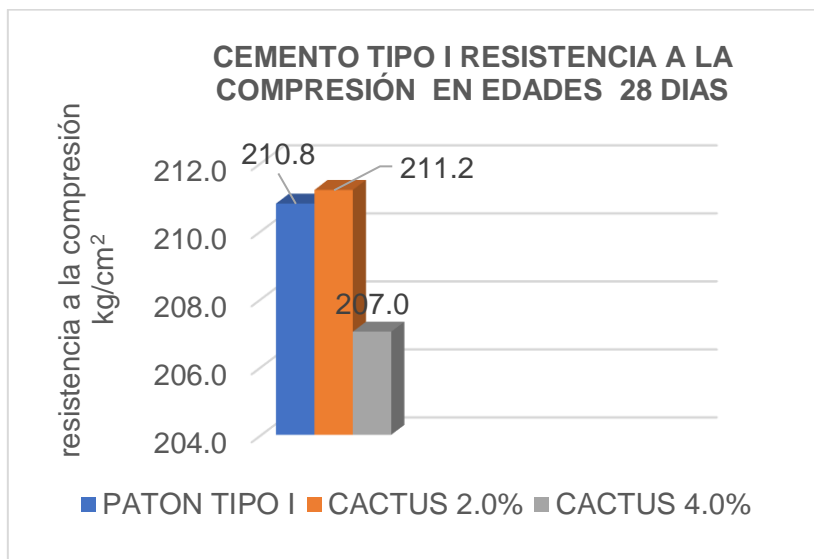
Variación de resistencia a compresión en porcentaje del concreto tipo I

Resistencia máxima alcanzado	Edad 28 días	% variación con respecto al concreto patrón en tipo I
Resistencia del concreto patrón	210.8	100.4%
Resistencia del concreto patrón con la adición 2% cactus	211.2	100.6%
Resistencia del concreto patrón con la adición 4% cactus	207.0	98.6%

Nota: En la tabla se precisa los **valores porcentuales de desviación** para el tipo I: la adición del 2% de nopal, en confrontación con el hormigón patrón, registra un 100.6%, mientras que la inclusión del 4% en relación con dicho patrón presenta un 98.6%.

Figura 37

Resistencia a compresión al máximo en la edad de 28 días



Nota: En la figura se precisa que la RC promedios del patrón y con adición de 2%, 4% de aditivo de cactus en tipo I en las edades de 28 días se ha obtenido en concreto patrón 100.4%, con la adición de 2% de cactus se obtiene 100.6% y con la adición de 4% de cactus se obtiene 98.6%.

Tabla 60

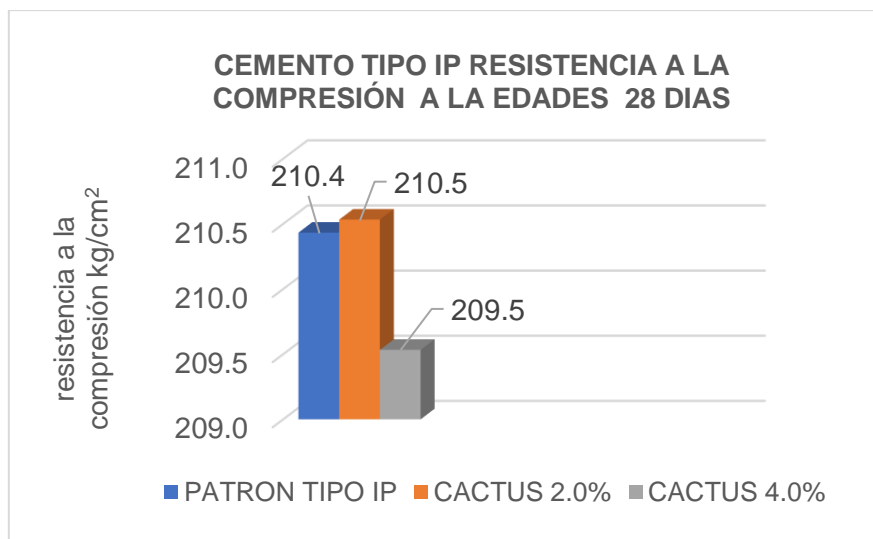
Variación de resistencia a compresión en porcentaje del concreto tipo IP

Resistencia máximo alcanzado	Edad	% variación con respecto al concreto patrón en tipo IP
	28 días	
Resistencia del concreto patrón	210.4	100.2%
Resistencia del concreto patrón con la adición 2% cactus	210.5	100.3%
Resistencia del concreto patrón con la adición 4% cactus	209.5	99.8%

Nota: En la tabla se precisa se distinguen los **índices porcentuales de alteración** para el tipo IP: la adición del 2.0% de nopal, en contraste con el hormigón patrón, reporta un 100.3%, mientras que la incorporación del 4.0% en relación con dicho patrón arroja un 99.8%.

Figura 38

Resistencia a compresión al máximo en la edad de 28 días



Nota: En figura se precisa que la RC promedios patrón y con adición de 2%, 4% de aditivo de cactus en tipo IP en las edades de 28 días se ha obtenido en concreto patrón 100.2%, con la adición de 2% de cactus se obtiene 100.3% y con la adición de 4% de cactus se obtiene 99.8%.

Tabla 61

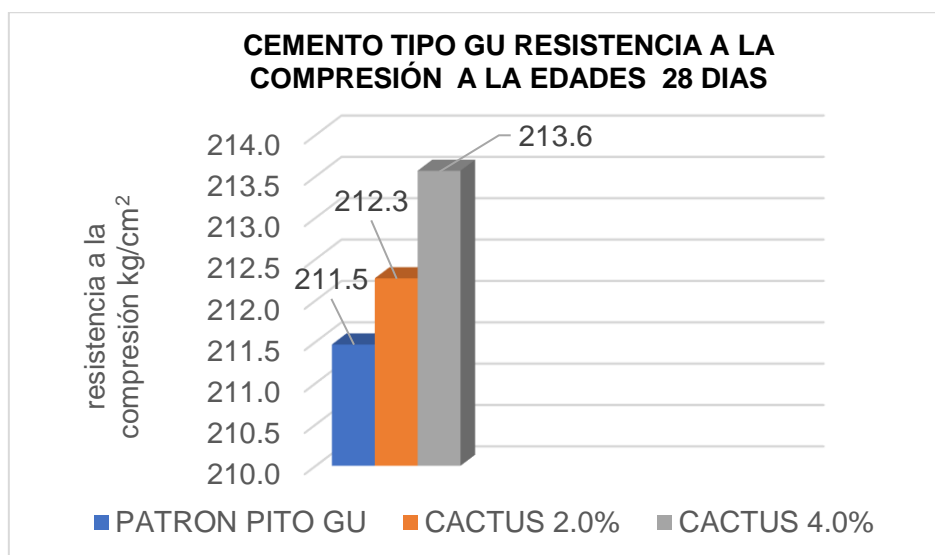
Variación de resistencia a compresión en porcentaje del concreto tipo GU

Resistencia máximo alcanzado	Edad 28 días	% variación con respecto al concreto patrón en tipo GU
Resistencia del concreto patrón	211.5	100.7%
Resistencia del concreto patrón con la adición 2% cactus	212.3	101.1%
Resistencia del concreto patrón con la adición 4% cactus	213.6	102.1%

Nota: En la tabla se precisa los **coeficientes porcentuales de fluctuación** para el tipo GU: la inclusión del 2.0% de nopal, en cotejo con el hormigón patrón, arroja un 101.1%, mientras que la adición del 4.0% respecto al mismo patrón alcanza un 102.1%.

Figura 39

Resistencia a compresión al máximo en la edad de 28 días



Nota: En la figura se ilustración la **resistencia compresiva media** del hormigón de referencia y aquel con incorporación del 2% y 4% de aditivo de nopal, en tipo GU, evaluados a los 28 días. El hormigón testigo registró un **índice relativo** del 100.7%, con la adición del 2% de nopal alcanzó 101.1% y con el 4% llegó a 102.1%.

4.7. Consideraciones éticas

La elaboración del presente trabajo se efectuó acatando los preceptos normativos correspondientes, relativos a los actores implicados en la obtención de los datos.

Las malas utilizations de las éticas perjudican con el avance de la indagación con el los análisis de datos u otros aspectos que son informaciones.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

La redacción de la presente disertación se llevó a cabo observando las disposiciones normativas, integrando a las instancias implicadas en el acopio de la información.

Las malas utilizations de las éticas perjudican con el avance de la indagación con el los análisis de datos u otros aspectos que son informaciones.

5.1.1. Resultados encontrados de los objetivos

I resultados de los objetivos específicos :

La presente indagación ostenta como cometido particular auscultar la resistencia compresiva resultante de la adición del cactus *Echinopsis pachanoi* como aditivo natural en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a las edades de 7, 14 y 28 jornadas.

A los siete días, la fortaleza media del concreto patrón tipo I fue $145,5 \text{ kg/cm}^2$; con la inserción del 2,0 % y 4,0 % del aditivo vegetal se registraron $151,3 \text{ kg/cm}^2$ y $144,2 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente.

En el tipo IP, el patrón mostró $127,4 \text{ kg/cm}^2$, mientras que con dichas dosificaciones se alcanzaron $131,6 \text{ kg/cm}^2$ y $131,3 \text{ kg/cm}^2$.

En el tipo GU, la media patrón fue de $149,5 \text{ kg/cm}^2$; con las inclusiones de 2,0 % y 4,0 %, se consignaron $154,4 \text{ kg/cm}^2$ y $155,5 \text{ kg/cm}^2$.

A los catorce días, la fortaleza media del concreto patrón tipo I fue de $190,6 \text{ kg/cm}^2$; con 2,0 % y 4,0 % del aditivo, se obtuvieron $192,0 \text{ kg/cm}^2$ y $188,2 \text{ kg/cm}^2$.

En el tipo IP, el patrón alcanzó $188,8 \text{ kg/cm}^2$, mientras que las dosificaciones reportaron $192,5 \text{ kg/cm}^2$ y $186,4 \text{ kg/cm}^2$.

En el tipo GU, la base registró $192,9 \text{ kg/cm}^2$; con el 2,0 % y 4,0 %, se midieron $199,5 \text{ kg/cm}^2$ y $207,5 \text{ kg/cm}^2$.

A los veintiocho días, el concreto patrón tipo I obtuvo 210,8 kg/cm²; con el 2,0 % y 4,0 % se alcanzaron 211,2 kg/cm² y 207,0 kg/cm².

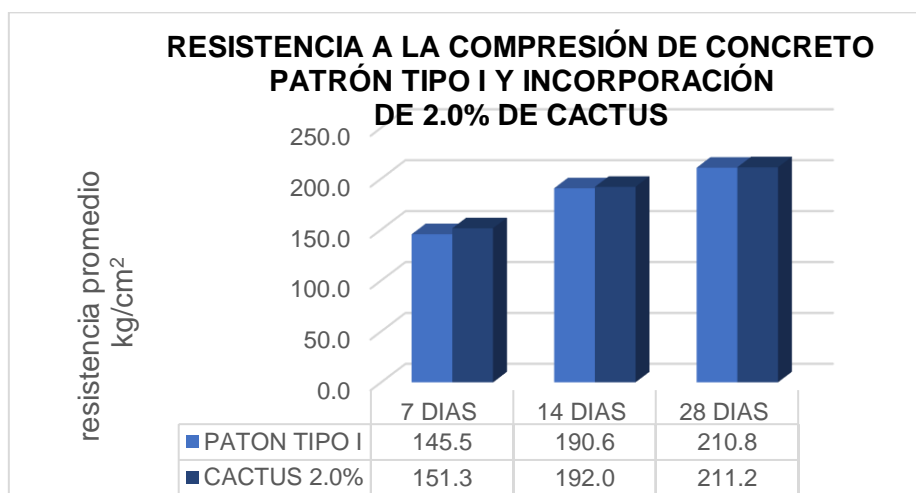
El tipo IP presentó 210,4 kg/cm² en el patrón y, con las incorporaciones, 210,5 kg/cm² y 209,5 kg/cm².

En el tipo GU, la media patrón fue de 211,5 kg/cm²; con el 2,0 % y 4,0 %, se consiguieron 212,3 kg/cm² y 213,6 kg/cm².

En los diagramas de columnas siguientes se representa la determinación de la influencia del *Echinopsis pachanoi* como AN en la RCC con $f'c = 210$ kg/cm² a las edades de 7, 14 y 28 días.

Figura 40

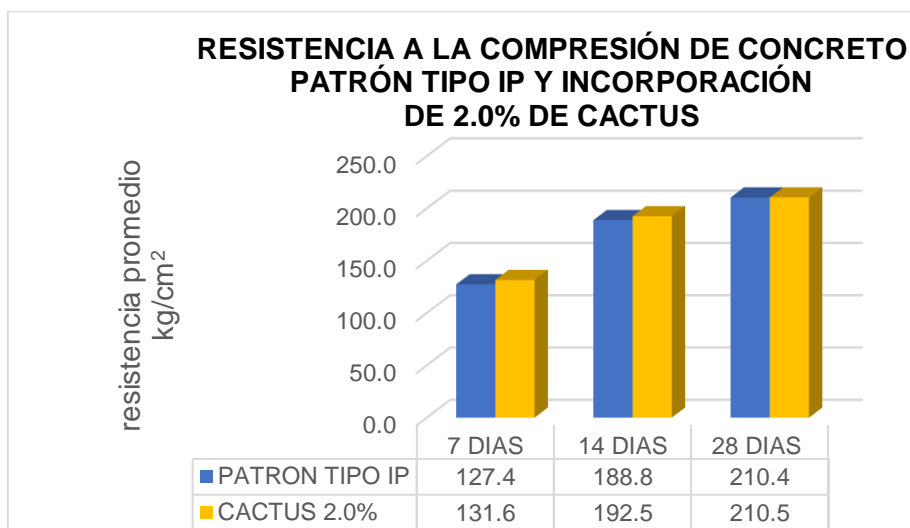
Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo I y el 2.0% de cactus



Nota: En la figura se precisa la solidez compresiva a los veintiocho días del concreto modelo registró 210,8 kg/cm²; con la adición del *Echinopsis pachanoi* en una proporción del 2,0 %, se alcanzó una pujanza media a compresión de 211,2 kg/cm².

Figura 41

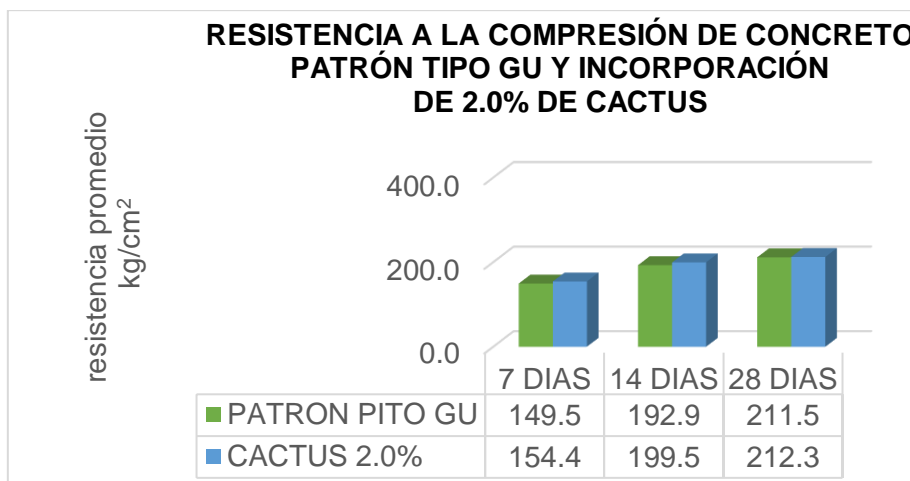
Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo IP y el 2.0% de cactus



Nota: En la figura se infiere que la firmeza compresiva a los veintiocho días del concreto prototípico se situó en 210,4 kg/cm²; con la adición del Echinopsis pachanoi en proporción del 2,0 %, se verificó una robustez media a compresión de 210,5 kg/cm²

Figura 42

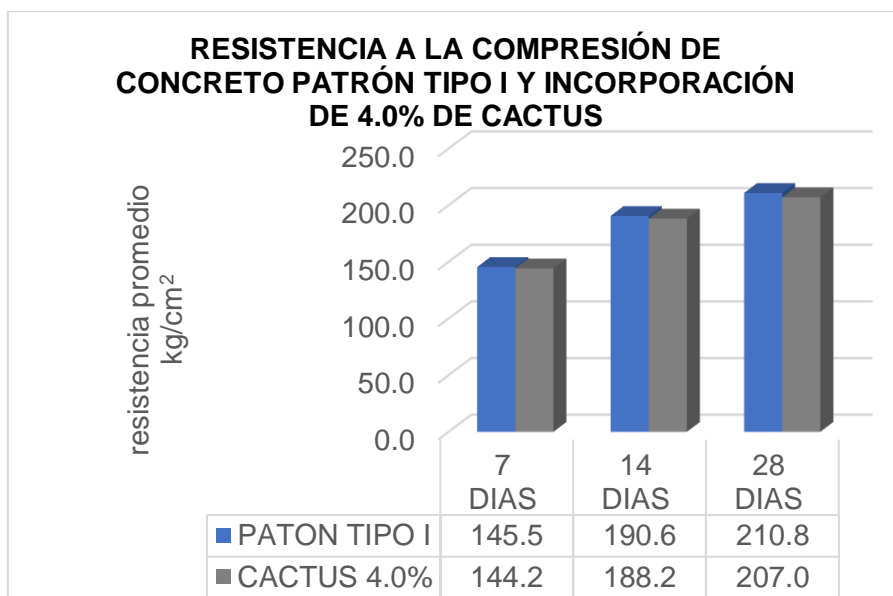
Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo GU y el 2.0% de cactus



Nota: En la figura se constata que la **capacidad compresiva** a los 28 días del concreto patrón alcanzó **211,5 kg/cm²**; con la añadidura del **Echinopsis pachanoi** al **2,0 %**, se obtuvo una **fortaleza media a compresión** de **212,3 kg/cm²**

Figura 43

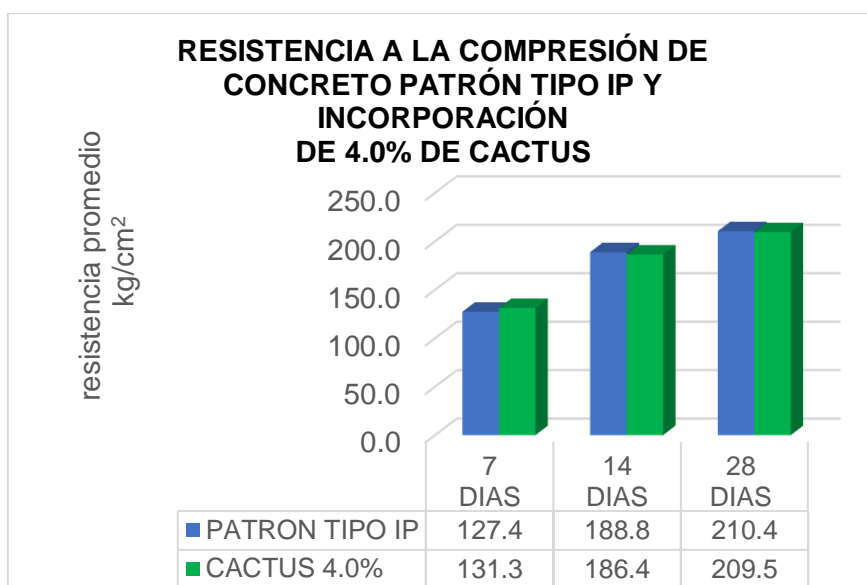
Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo I y el 4.0% de Cactus.



Nota: En la figura observa la evidencia que la **solidez compresiva** a los 28 días del concreto patrón alcanzó **210,8 kg/cm²**; con la inclusión del **Echinopsis pachanoi** en proporción del **4,0 %**, se verificó una **tenacidad media a compresión** de **207,0 kg/cm²**.

Figura 44

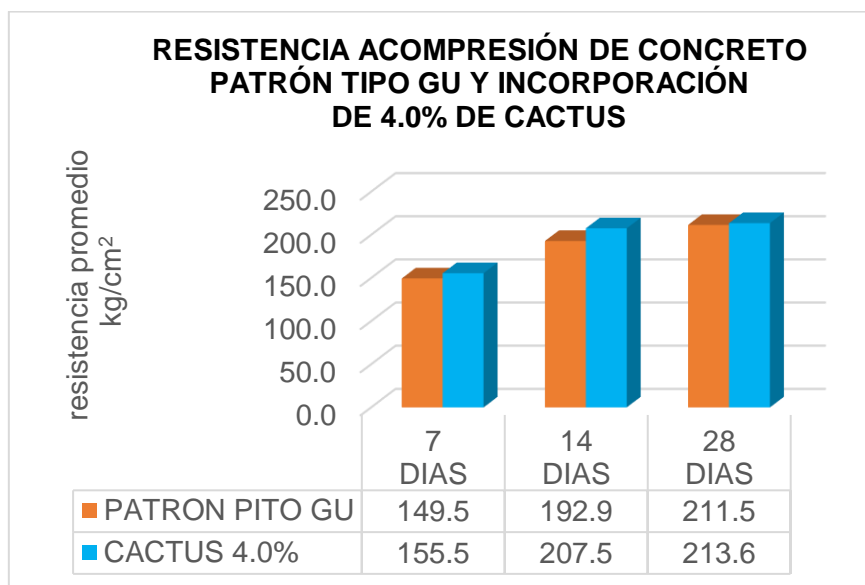
Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo IP y el 4.0% de cactus



Nota: En la figura se constata que la **capacidad compresiva** a los 28 días del concreto patrón se cifró en **210,4 kg/cm²**; con la adición del **Echinopsis pachanoi** al **4,0 %**, se registró una **fortaleza media a compresión** de **209,5 kg/cm²**.

Figura 45

Diferencia de la resistencia de concreto patrón de tipo GU y el 4.0% de cactus



Nota: En la figura se menciona de que se advierte que la solidez a compresión a los 28 días del concreto testigo ascendió a 211 kg/cm²; con la adición del Echinopsis pachanoi en una dosificación del 4,0 %, se alcanzó una tenacidad compresiva media de 213,6 kg/cm².

II resultados de los objetivos específicos:

La presente pesquisa ostenta como meta puntual dilucidar el porcentaje idóneo de incorporación del Echinopsis pachanoi como aditivo organico en la mixtura del concreto f'c = 210 kg/cm².

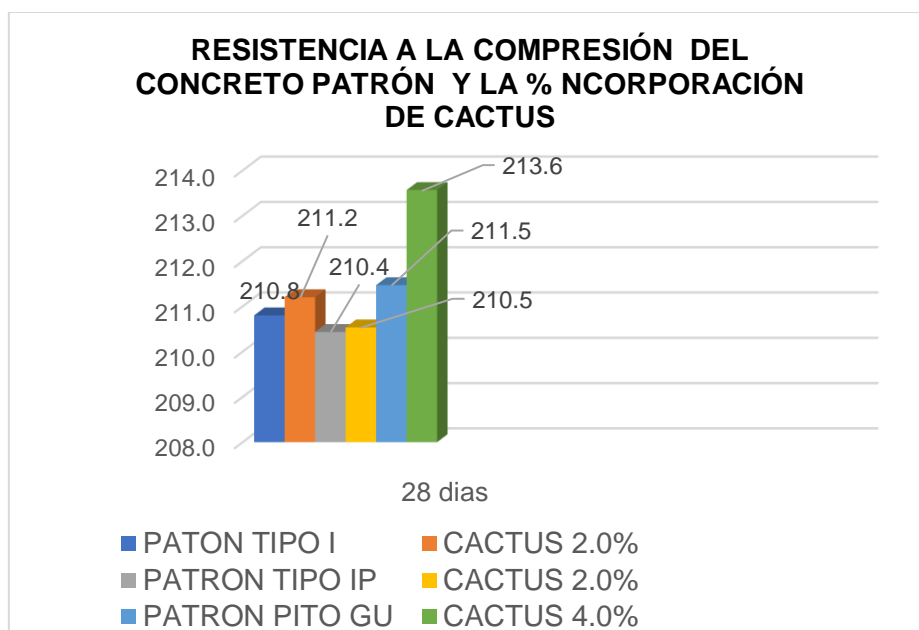
Dado que la cota máxima de resistencia se verificó a los 28 días, del concreto patrón evidenció promedios de 210,8 kg/cm², 210,4 kg/cm² y 211,5 kg/cm² para los cementos tipo I, IP y GU, respectivamente.

Con la adición fitogénica del 2,0 % y 4,0 %, la resistencia compresiva en los mismos conglomerantes se estableció en 211,2 kg/cm², 210,5 kg/cm² y 213,6 kg/cm², correspondientemente.

De esta data se infiere que la dosificación óptima del cactus *Echinopsis pachanoi* como aditivo organico es: para tipo I, 2,0 % (211,2 kg/cm²); para tipo IP, 2,0 % (210,5 kg/cm²); y para tipo GU, 4,0 % (213,6 kg/cm²).

Figura 46

Porcentaje óptimo de la incorporación de cactus



Nota: En la figura se precisa que el porcentaje optima de incorporación de cactus *echinopsis pachanoi* en, tipo I y tipo IP fue 2.0% con la resistencia de 211.2 kg/cm², 210.5kg/cm², el tipo de GU fue de 4% con la resistencia de 213.6kg/cm².

III resultados del objetivos especificos:

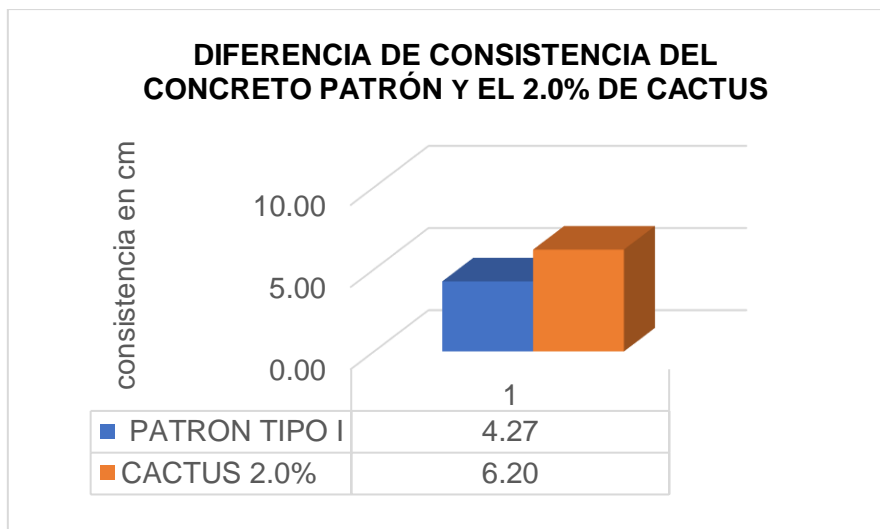
En la presente indagación se plantea como propósito puntual precisar el modo en que la adición de *Echinopsis pachanoi* en calidad de aditivo natural repercute sobre la plasticidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Considerando las mediciones de trabajabilidad del hormigón testigo, promediadas en diversas tipologías —I, IP, GU—, se registran valores de 4,27 cm, 5,11 cm y 4,72 cm. En contraste, con la incorporación de 2,0 % y 4,0 % del aditivo vegetal, se constatan promedios de 6,39 cm, 5,23 cm y 6,32 cm.

En el gráfico de columnas se aprecia la manera en que la inclusión del cactus *Echinopsis pachanoi* incide en la consistencia.

Figura 47

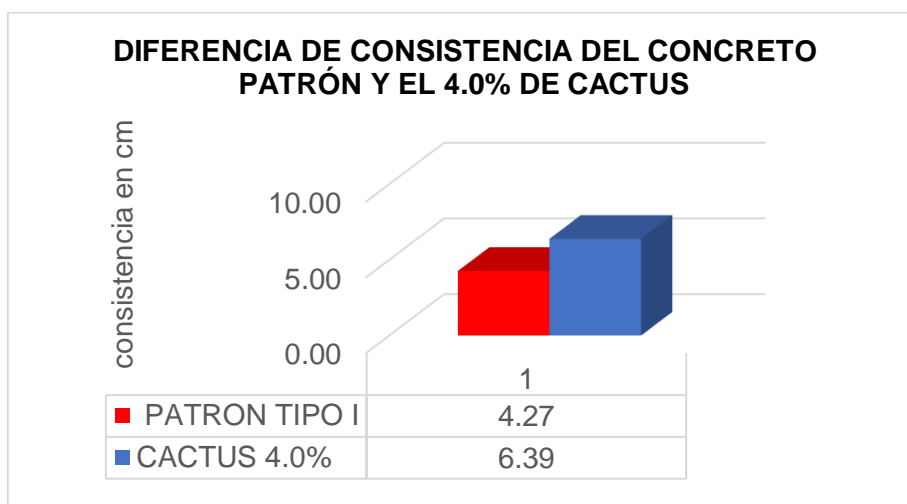
Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 2.0% de cactus en tipo I



Nota: En la figura se puede observar que la consistencia del cp es de 4.27 cm y la incorporación del cactus de 2.0% en la mezcla se precisa la consistencia de 6.20cm .

Figura 48

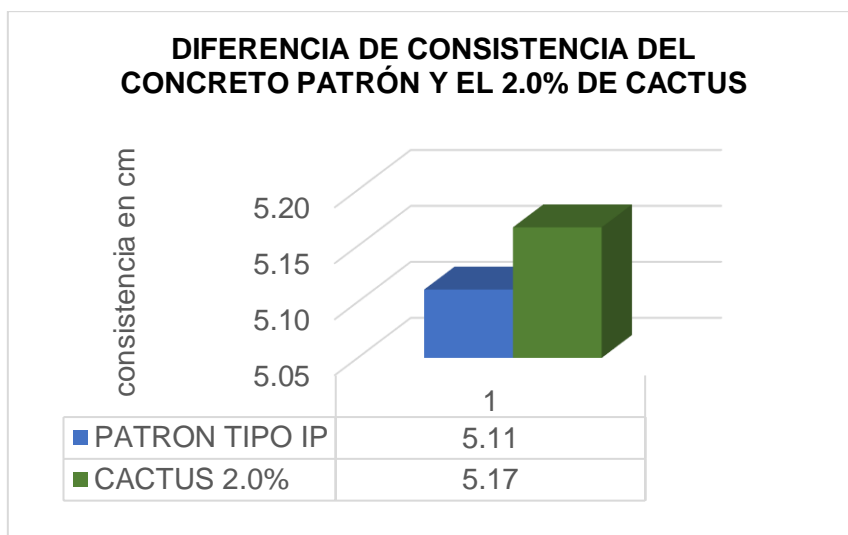
Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 4.0% de cactus en tipo I



Nota: En la figura se puede observar que la consistencia del cp es de 4.27 cm y la incorporación del cactus de 4.0% en la combinación se precisa la consistencia de 6.39cm.

Figura 49

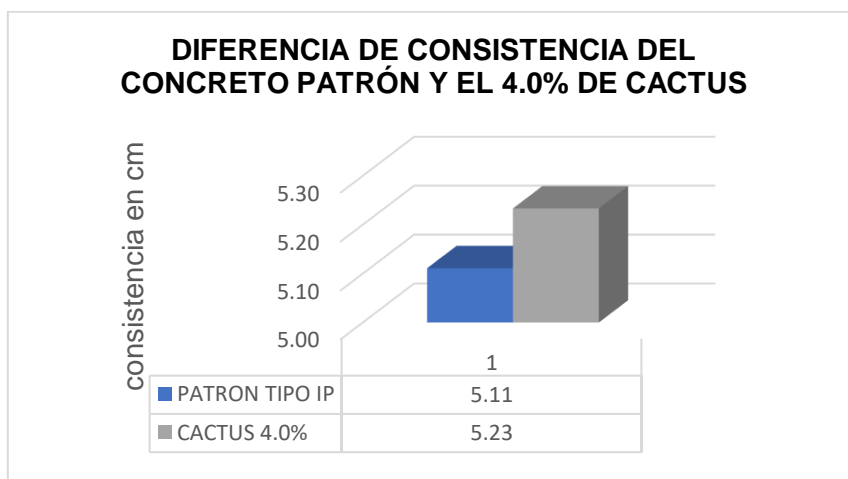
Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 2.0% de cactus en tipo IP



Nota: En la figura se puede observar que la consistencia del cp es de 5.11 cm y la incorporación del cactus de 2.0% en la mezcla se precisa la consistencia de 5.17cm.

Figura 50

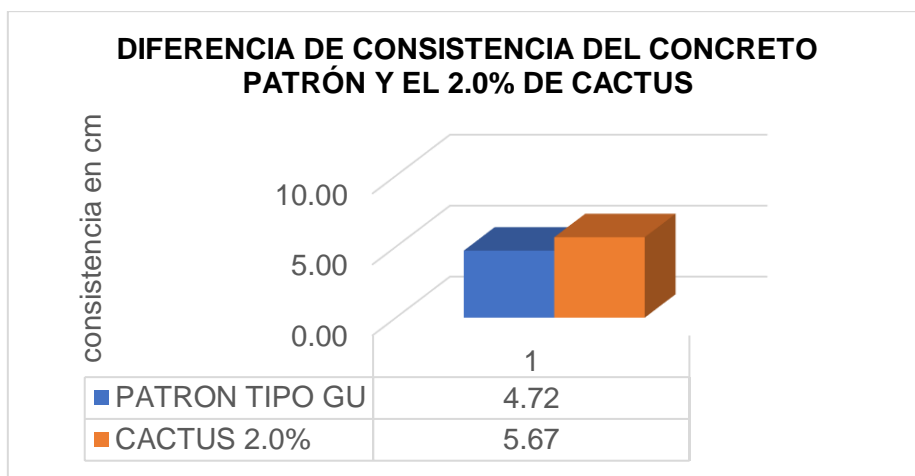
Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 4.0% de cactus en tipo IP



Nota: En la figura se puede observar que la consistencia del cp es de 5.11 cm y la incorporación del cactus de 4.0% en la mezcla se precisa la consistencia de 5.23cm.

Figura 51

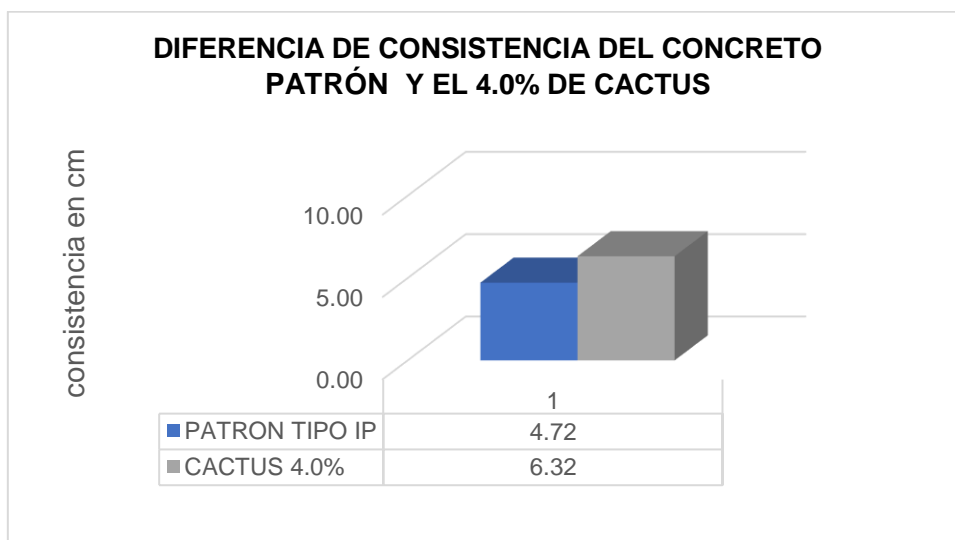
Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 2.0% de cactus en tipo GU



Nota: En la figura se puede observar que la consistencia del cp es de 4.72 cm y la incorporación del cactus de 2.0% en la mezcla se precisa la consistencia de 5.67 cm.

Figura 52

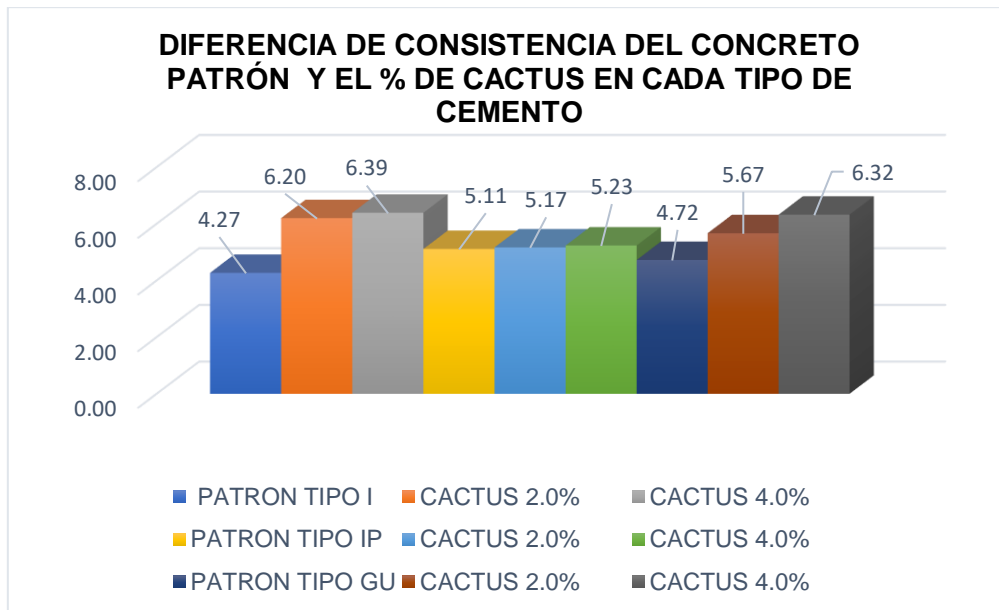
Diferencia de consistencia del concreto patrón y del 4.0% de cactus en tipo GU



Nota: En la figura se puede observar que la consistencia del patrón es de 4.72 cm y la incorporación del cactus de 4.0% en la mezcla se precisa la consistencia de 6.32 cm.

Figura 53

Diferencia de consistencia del concreto patrón y % de cactus



Nota: En la figura se percibe los hallazgos donde se determina la incorporación del cactus echinopsis pachanol, se obtiene la consistencia ligeramente proporcional.

5.2. Discusión

A partir de los dictámenes obtenidos con la inclusión de cactus como aditivo natural, se confeccionó un concreto patrón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando los cementos tipo I, tipo IP y tipo GU considerados en la pesquisa.

Las proporciones de Echinopsis pachanol empleadas fueron del 2 % y 4 %, registrándose, a los 28 días, para cada tipo de cemento, las siguientes resistencias compresivas frente al patrón: tipo I, 211.2 kg/cm^2 ; tipo IP, 210.5 kg/cm^2 ; tipo GU, 213.6 kg/cm^2 . Ello supone incrementos de 0.57 %, 0.24 % y 1.71 % respectivamente.

De acuerdo con Abanto (2017), el mezclado debe prolongarse 90 segundos tras la incorporación completa de los insumos al tambor, conforme a la norma ASTM C94M, con el fin de asegurar homogeneidad. Durante la adición del Echinopsis pachanol en la mezcla, se observó que hasta los 90 segundos la masa conservó su cohesión, presentando luego una leve fluidez; en los primeros instantes, este comportamiento tiende a integrarse con los constituyentes de la pasta cementaría, elevando su consistencia.

En sintonía con Oyola R. y Ponce G. (2019), quienes, al contrastar un concreto patrón con adiciones de 0.5 %, 1 % y 1.5 % de AN, determinaron que el 1.5 % produjo un aumento del 1.32 % en la resistencia compresiva, una mejora del 25 % en consistencia y superioridad en permeabilidad respecto al patrón; asimismo, para las proporciones de 0.5 % y 1 % se demostró un ascenso en la resistencia a compresión.

De forma análoga, Huamán (2021) constató, al evaluar la añadidura de Aloe vera en mezclas, que el incremento de este aditivo conlleva mayor fluidez frente al patrón. Las proporciones de 1.5 %, 2 %, 2.5 % y 3 % arrojaron asentamientos de 8.5 cm, 9 cm, 10.10 cm y 10.73 cm, mientras que el patrón presentó 7.67 cm, corroborando que la añadidura de Aloe vera guarda proporcionalidad con el aumento del asentamiento.

VI. Conclusión

En concordancia con el propósito general, se persigue dilucidar la fortaleza compresiva derivada de la adición de *Echinopsis pachanoi* como AN en concreto $f'c = 210$ kg/cm², según los veredictos obtenidos en los ensayos de compresión con AN de *Echinopsis pachanoi* en diferentes cementos: tipo I, tipo IP y tipo GU. Con el tipo I, la probeta manifiesta supremacía frente al concreto patrón; con el tipo IP, la precisa conserva ventaja respecto al patrón; y con el tipo GU, igualmente se constata un comportamiento propicio sobre el patrón.

En cuanto al objetivo específico, se establece la capacidad compresiva con aditivo natural de *Echinopsis pachanoi* en $f'c = 210$ kg/cm² a 7, 14 y 28 días, para tipo I, tipo IP y tipo GU. En todos los casos, la adición de cactus confiere incremento en la potencia compresiva frente al patrón.

En lo relativo a la cuantía óptima de AN, se identifico las siguientes proporciones para concreto $f'c = 210$ kg/cm²: tipo I, 2 % de AN revela mejora sustancial; tipo IP, 2 % igualmente propicia aumento; tipo GU, 4 % otorga la mayor ganancia compresiva.

Respecto a la consistencia, la incorporación de cactus en tipo I, tipo IP y tipo GU produce una plasticidad levemente proporcional y equilibrada.

VII. Recomendaciones

Sugerencia: Una dosificación desacertada puede incidir desfavorablemente en las cualidades del hormigón, tales como los intervalos de endurecimiento o la solidez definitiva. Es aconsejable efectuar pruebas exploratorias de plasticidad, cronometraje de fraguado y resistencia a compresión con el fin de fijar proporciones idóneas.

Se advierte que los dictámenes derivados de los ensayos de compresión pueden experimentar fluctuaciones al repetirse, debido a la injerencia del factor humano; no obstante, a mayor número de repeticiones, más fidedigno será el valor obtenido.

Se aconseja la adición de cactáceas de *Echinopsis pachanoi* en proporciones del 0,5 %, 0,8 % y 1 %, según el tipo de cemento, dado que se ha evidenciado un incremento en la resistencia compresiva del hormigón, siendo provechosa para estructuras que demandan elevada solidez, tales como firmes, vigas y losas de gran luz, donde prevalecen la rigidez y la perdurabilidad.

Es pertinente llevar a cabo indagaciones con diversos porcentajes de *Echinopsis pachanoi* en cada tipo de cemento, a fin de precisar superiores atributos físico-mecánicos del hormigón.

VIII. Referencias

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos.
- ACI, A. C. I. (2014). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-14) y comentario (ACI 318R-14). American Concrete Institute.
- Adrianzen, A., y Chuquipiendo, M. (2021). *Influencia de la adición de Echinopsis pachanoi para mejorar la resistencia de un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, Moyobamba – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de Universidad César Vallejo.
- Anderson, E. F. (2001). *The cactus Family*. Timber Press-Oregon.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de Indagación introducción a la metodología científica*. Editorial Epistime
- Arias, J. L., Holgado, J., Tafur, T. L., y Vásquez, M. J. (2022). *Metodología de la Investigación. El método ARIAS para hacer el proyecto de tesis*. Editorial Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
- Babilonia, I., & Urango, S. (2015). *El uso de aditivos de origen natural integral a masas de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido (caso de estudio: sábila)* [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena] Repositorio Universidad de Cartagena.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Administración, económica, humanidades y ciencias sociales. (3.^a ed.). Pearson Educación.
- Bombón, P., y Rosero P. (2021) *Estudio de la incorporación de nano sílice en concreto de alto desempeño (HPC)*, [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23952>
- Cader, G., y Oliva, C. (2012). *Adaptación del método de diseño de mezclas de concreto según ACI 211.1* [Tesis de pregrado, Universidad del Salvador]. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/20871>

- Carboneti, A. (2015, 7 de febrero). Echinopsis Pachanoi - San Pedro. <https://cactusysuculentascuatrohermanos.wordpress.com/2015/02/07/>
- Cárdenas, A., Goycoolea, F. M., & Cactus Development Association. (1998). On the possible role of Opuntia ficus-indica mucilage in lime mortar performance. Journal of the Professional Association for Cactus Development, 3. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v3i.161>
- CITES, P. (2013). *El san pedro o achuma: El género echinopsis, taxonomía, distribución y comercio*. Informe de la Autoridad Científica CITES Perú
- COGUANOR, C. G. de normas. (2013). *Método de ensayo. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por su resistencia a la penetración*.
- Cueva, I. (2021). *Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural con aditivos naturales en Trujillo* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Universidad Privada del Norte
- De la Roz, I., y Puig, R. (2021). Modelo matemático para predecir la resistencia a compresión del hormigón a 28 días. *Revista Cubana de Ingeniería*, XII, 58–66.
- De La Roz, I., Puig, R. A., & Martínez, F. M. (2020). Procedimientos Para Pronosticar La Resistencia Del Hormigón a 28 Días Desde Las Edades Tempranas. *Revista Ciencia y Construcción*, I(2), 20–31.
- De León, Ri. (2012). *Evaluación del mucílago de Nopal como reductor de retracción en concreto autoconsolidable*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Universidad Autónoma de Nuevo León
- Díaz, O. (2012). *La Evolución De La Industria Del Cemento Con Énfasis En Latinoamérica* (Vol. 0) [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3377_C.pdf
- Díaz, Y., Menchaca, E. C., Rocabruno, C. I., y Uruchurtu, J. (2019). Influencia de un AN (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto. *Revista ALCONPAT*, 9(3), 260–276. . <http://www.scielo.org.mx>

- Diego, J., Garcia, J., & Rondón, J. (2020). Importancia del Concreto en el Campo de la Construcción. Revista *Formación Estratégica*.
- Fabrisio Manríquez Novoa (2018) *evaluación de mucilago de nopal para disminuir las fisuras causadas por retracción plástica en hormigón*" [teiaia pregado, Universidad de Valparaíso chili]. <http://repositoriobibliotica.uv.cl./handle/uvscl/2636>
- Falcon, L. (2022). *Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucílago de huaraco en zonas alto andinas, Huancayo, Junín 2021*. [tesis pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Universidad Continental
- Fernández, J., & Estupiñan, C. (2005). Echinopsis pachanoi y Opuntia quitensis, dos cactáceas nuevas para la Flora Colombia. <https://www.researchgate.net/publication/263237602>.
- Garcia, A. (2005). *Consideraciones generales sobre concreto reforzado* [tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. repositorio Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gonzales, E. (2006). *Las estructuras de hormigon: Debilidades y fortalezas*.
- Hernández, E. F., De Cano-Barrita, P. F. J., & Torres-Acosta, A. A. (2016). *Influence of cactus mucilage and marine brown algae extract on the compressive strength and durability of concrete. Materiales de Construccion*. Editorial volomin 66. <https://doi.org/10.3989/mc.2016.v66.i321> .
- Hernandez, E. F., Pfeiffer Perea, H., & Cano Barrita, P. F. (2017). *Influencia del mucilago de nopal y extracto de algas cafes en el grado de hidratacion de pastas de cemento portland ordinario. Nexo*, <http://dx.doi.org/10.5377/nexo.v30i2.5526>
- Hernández Sampieri. (2014) *metodología de la investigación*. sexta edicion
- Huaman, W. (2018). *Influencia de la incorporación del aloe vera en la mezcla del concreto estructural $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, sobre la resistencia a la compresión axial del concreto en la ciudad de Abancay- Apurímac, 2018*. [tesis pregrado Universidad tecnologia de los Andes]. Repositorio Universidad tecnologia de los Andes.

- Laura, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*.
https://www.academia.edu/9628754/DISE%C3%91O_DE_MEZCLAS
- Leon, J. (2021). *Efecto de la implementacion de aditivos en la resistencia de concreto de alto desempeño*. [tesis pregrado, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia] Facultad de Ingeniería.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2016). *Materials for Civil and Construction Engineers (Fourth)*. 3rd edición
- (Manríquez, 2018) " *evaluación de mucilago de nopal para disminuir las fisuras causadas por retracción plástica en hormigón*", [tesis pregrado, universidad de Valparaíso Chile], Repositorio Universidad de Valparaíso.
- MIT, M. de transportes e infraestructura. (2017). Norma mínima de diseño y construcción de concreto estructural.
- Nagrockiene, D., & Giedrius, G. (2017). *Properties of concrete modified with mineral additives*. Editorial Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.215>
- NTP 339.035, N. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión axial del concreto en muestras cilíndricas. Lima: INACAL.
150
- NTP 339.035, N. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.185, N. (2013). ÁRIDOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados. LIMA: INDECOPI.
- NTP 400.011, N. (2008). Áridos. Definición y clasificación de áridos para uso en morteros y concretos. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.012, N. (2018). ÁRIDOS. Análisis granulométrico del árido. Lima.

- NTP 400.017, N. (2016). ÁRIDOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso unitario") y los vacíos en los áridos. Lima.
- NTP 400.021, N. (2018). ÁRIDOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del árido grueso. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.022, N. (2013). ÁRIDOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del árido fino. LIMA: INDECOPI.
- NTP 400.037, N. (2014). Áridos. Especificaciones normalizadas para áridos en hormigón (concreto). Lima: INDECOPI.
- Olaya, R., & Ponce, G. (2019). *Influencia del uso del mucilago de cactus echinopsis pachanoi como AN para evaluar la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la ciudad de Trujillo*. [tesis pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Universidad Privada Antenor Orrego.
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista de Ingeniería y Construcción*, 33, 161–172.
- Ortiz, L., & Pumayalla, M. (2022). *Adición del mucilago de nopal para mejora de las propiedades físicas del concreto estructural en Nuevo Chimbote* [tesis pregrado, Universidad Nacional de Santa] <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4152>
- Ostolaza, C. (2021). *101 Cactus del Perú*. edición 1° autor
- Pasquel, E. (1998). *Temas de tecnología del concreto del Perú*. Segunda Edición
- Peñaranda, L., y Fontalvo, J. (2020). *Evaluación de las propiedades de cemento obtenido a partir de mezclas Clinker/yeso proporcionado por CEMEX con ceniza volátil calcárea producida en la planta Termotasajero Dos*. [tesis pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. repositorio Universidad Nacional.
- Perez, Y., y Plasencia, Y. (2021). *Determinación de la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia utilizando mucilago de aloe barbadensis, San Martín –*

- 2020.[tesis pregrado, Universidad Científica del Perú-UCP]. Repositorio Universidad Científica del Perú
- Quiroz, M., & Salamanca, L. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “ Tecnología del Hormigón.” Universidad Mayor de San Simón: Facultad de Ciencias y Tecnología.*
<https://es.scribd.com/document/326200375/Tecnologia-Del-Hormigon>
- Quispe, A. (2021). *Un Cactus llamado san pedro-Echinopsis Pachanoi .Edición 2°*
- Ramírez, S. (2008). *Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucílago de nopal como aditivo natural.* [tesis Maestría en ciencias, Instituto político nacional]. Repositorio Instituto político nacional.
- Rivva, E. (1992). *Tecnología del concreto: Diseño de mezclas. Universidad Nacional de Ingeniería.* primera edición
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto.* Primera edición
- Romero, A., & Hernández, J. (2014). *Diseño de mezclas de hormigón por el método a.c.i. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión.* [tesis pregrado, Universidad Santo Tomás]. repositorio Universidad Santo Tomás
- Ruiz, C., & Valenzuela, M. (2021). *Metodología de la Investigación.* Editorial Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo(UNAT)
- Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta.* Editorial Mc Graw Hill Education
- Sanchez, L. (2019). *Evaluación de hormigones elaborados con cemento de bajo carbono en diferentes condiciones de agresividad de acuerdo a la Norma Cubana 120:2014.* Universidad central “Martha Abreu” de las villas.
- Sanjuan, M. A., y Castro, P. (2001). *Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto. Imcyc, 46.* Primera edición

- Simeon, J. (2017). Determinación Del Tiempo De Fraguado Inicial Y Final Del Cemento. Universidad Centroamericana, 01, 1–9.
- Torre, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto. Universidad Nacional de Ingenieria: primera edicion Facultad de Ingenieria Civil.*
- Tuskaeva, Z., y Karyaev, S. (2020). *Influence of various additives on properties of concrete. E3S Web of Conferences, 164, 1–9.* <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016414007>
- Valverde (2022) “*determinación de la resistencia a compresión axial del concreto estructural $f'c=210$ kg/cm² integrando a la mezcla como AN el mucílago de penca de tuna en la ciudad de Abancay, 2022*”. [Tesis pregado profesional de ingeniería. Universidad Tecnológica de los Andes].Repositorio Universidad Tecnológica de los Andes.
- Vélez, L. M. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto Palabras clave. *Revista Tecno Lógicas*, 25, 169–187. <http://www.redalyc.org/pdf/3442/344234320010.pdf>.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.