

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Comparación del método de curado clásico versus la
utilización de bambú como método de curado para concreto f'c
210”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Pacheco Trujillo, George Emilio

ASESORA: Boyanovich Ordoñez, Lili Tatiana

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (x)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería civil**Disciplina:** Ingeniería de la construcción**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71528993

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41948561

Grado/Título: Maestra en Gestión Pública

Código ORCID: 0000-0003-1751-1336

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Torres Ponce, Carlos Antonio	Magister en gestión pública	22407564	0000-0001-9026-0647
2	Rodriguez Ponce, Charly Fernando	Título oficial de Máster universitario en Ingeniería estructural y de la construcción (Grado de maestro)	71944966	0000-0003-6984-8681
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:30 horas del día viernes 11 de setiembre de 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE	PRESIDENTE
❖ MG. CHARLY FERNANDO RODRIGUEZ PONCE	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1580-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO DE CURADO CLÁSICO VERSUS LA UTILIZACIÓN DE BAMBÚ COMO MÉTODO DE CURADO PARA CONCRETO F C 210", presentado por el (la) Bachiller. Bach: George Emilio PACHECO TRUJILLO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO... por UNANIMIDAD... con el calificativo cuantitativo de 15... y cualitativo de BUENO..... (Art. 47).

Siendo las 12:15.. horas del día 11 del mes de setiembre del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE

DNI: 22407564

ORCID: 0000-0001-9026-0647

PRESIDENTE

MG. CHARLY FERNANDO RODRIGUEZ PONCE

DNI: 71944956

ORCID: 0000-0001-6984-8681

SECRETARIO (A)

MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO

DNI: 41891649

ORCID: 0000-0001-8392-1769

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **GEORGE EMILIO PACHECO TRUJILLO**, de la investigación titulada **"Comparación del método de curado clásico versus la utilización de bambú como método de curado para concreto f'c 210"**, con asesor(a): **LILI TATIANA BOYANOVICH ORDOÑEZ**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 1422-2024-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **25 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 07 de julio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una vigencia de cuatro (4) meses, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 07 de noviembre de 2026.

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfono: 952 069 844
Huánuco - Perú

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2 repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

3 hdl.handle.net

Fuente de Internet

4 Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

5 repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

6 Submitted to uncedu

Trabajo del estudiante

7 apirepositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

8 ciencialatina.org

Fuente de Internet

9 www.conftool.pro

Fuente de Internet



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mis padres, por su esfuerzo constante, sacrificio y amor incondicional, pilares fundamentales que me impulsaron a culminar mis estudios y alcanzar el grado de Ingeniero Civil.

A mis hermanos, por su compañía, apoyo y aliento en cada etapa de mi formación, recordándome siempre la importancia de la unión familiar.

Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, a quienes dedico con gratitud y orgullo el fruto de este esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi asesora, por su orientación, dedicación y valiosas recomendaciones que guiaron el desarrollo de esta investigación.

A los docentes del programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación profesional.

Extiendo también mi gratitud a mis amigos, quienes con su apoyo y ánimo hicieron más llevadero este camino académico.

Finalmente, agradezco a la Universidad de Huánuco, institución que me brindó las herramientas y el espacio necesarios para crecer académica y profesionalmente, siendo parte fundamental en la culminación de esta etapa.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	22
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. CONCRETO.....	22
2.2.2 EL BAMBÚ	25
2.2.3 CURADO DEL CONCRETO	27

2.2.4. MECANISMOS DE CURADO	32
2.2.5. TRANSFERENCIA DE HUMEDAD	32
2.2.6. MATERIALES ALTERNATIVOS DE CURADO	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	33
2.4. HIPÓTESIS	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	35
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	35
2.5. VARIABLES	36
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	36
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
CAPÍTULO III.....	38
METODOLOGÍA.....	38
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.1.1. ENFOQUE	38
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	39
3.1.3. DISEÑO	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.2.1. POBLACIÓN	40
3.2.2 Muestra.....	40
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	58
3.6. ASPECTOS ÉTICOS.....	59
CAPÍTULO IV	60
RESULTADOS	60
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	60
4.1.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN AL OBJETIVO GENERAL	60
4.1.2. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	62

4.1.3. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	64
4.1.4. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	65
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES	66
4.2.1 PRUEBA DE NORMALIDAD	67
4.2.2. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS	67
4.2.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL	67
4.2.4. PRUEBA POST HOC GAMES-HOWELL	68
4.2.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1 ...	69
4.2.6. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 ...	69
4.2.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 ...	70
CAPÍTULO V	71
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables.....	37
Tabla 2 Distribución de la muestra según curado	41
Tabla 3 Estadísticos descriptivos de la resistencia a la compresión según método de curado.....	60
Tabla 4 Reducción de resistencia de los métodos con bambú respecto al curado clásico.....	61
Tabla 5 Comparación descriptiva entre curado clásico y curado con láminas de bambú	63
Tabla 6 Comparación descriptiva entre curado clásico y curado con bambú triturado	64
Tabla 7 Comparación descriptiva entre curado clásico y curado con mallas de bambú	65
Tabla 8 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk según método de curado...	67
Tabla 9 Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas	67
Tabla 10 ANOVA de Welch para la resistencia a la compresión según método de curado	68
Tabla 11 Comparaciones múltiples mediante prueba Games-Howell	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El concreto de alto desempeño.....	31
Figura 2 Adquisición del bambú.....	42
Figura 3 Cortado del bambú con una máquina especializada.....	42
Figura 4 Corte de trozos de bambú a 2 cm x 3 mm	43
Figura 5 Corte del bambú a 2.5 cm x 3 mm	43
Figura 6 Enmallado del bambú	44
Figura 7 Enmallado realizados con bambú	44
Figura 8 Selección del agregado fino.....	45
Figura 9 Pesaje del agregado fino	45
Figura 10 Adición del AF al trompo	46
Figura 11 Selección del agregado grueso.....	46
Figura 12 Pesaje del agregado grueso	47
Figura 13 Adición del agregado grueso	47
Figura 14 Pesaje del cemento	48
Figura 15 Adición del cemento al trompo	48
Figura 16 Pesaje del agua	49
Figura 17 Adición del agua al trompo.....	49
Figura 18 Aplicación del desmoldante a los moldes.....	50
Figura 19 Llenado de concreto al cono de abrams	50
Figura 20 Ensayo SLUMP	51
Figura 21 Elaboración de testigos de concreto	51
Figura 22 Testigos de concreto.....	52
Figura 23 Enmallado de muestras	52
Figura 24 Laminado de las muestras	53
Figura 25 Curado de las muestras patrón	53
Figura 26 Aplicación de agua en diversos periodos	54
Figura 27 Curado del concreto.....	54
Figura 28 Muestra total de concreto	55
Figura 29 Ensayo de compresión	55
Figura 30 Rotura de testigos de concreto	56
Figura 31 Ensayo a compresión muestras patrón	56
Figura 32 Rotura de testigos de concreto	57

Figura 33 Rotura de muestras de concreto	57
Figura 34 Resistencia a la compresión del grupo patrón respecto al valor de diseño	61
Figura 35 Comparación de la resistencia a la compresión entre curado clásico y curado con láminas de bambú	62
Figura 36 Comparación de la resistencia a la compresión entre curado clásico y curado con mallas de bambú	63
Figura 37 Comparación de la resistencia a la compresión entre curado clásico y curado con bambú triturado	65
Figura 38 Comparación de la resistencia promedio según método de curado	66

RESUMEN

La presente investigación titulada “Comparación del método de curado clásico versus la utilización de bambú como método de curado para concreto $f'c$ 210” tuvo como objetivo comparar la resistencia a la compresión del concreto sometido al curado clásico y a métodos alternativos de curado con bambú en sus distintas configuraciones: láminas, mallas y triturado. La metodología fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental de laboratorio. Para ello, se elaboraron probetas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, distribuidas en un grupo patrón curado mediante inmersión en agua y grupos experimentales curados con láminas, mallas y bambú triturado. Los resultados demostraron que el curado clásico alcanzó la mayor resistencia promedio, con $217,49 \text{ kg/cm}^2$, superando el valor de diseño de 210 kg/cm^2 . En cambio, los métodos alternativos con bambú registraron valores menores: $202,67 \text{ kg/cm}^2$ con láminas, $205,04 \text{ kg/cm}^2$ con bambú triturado y $201,24 \text{ kg/cm}^2$ con mallas. El análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre los métodos de curado evaluados; sin embargo, dichas diferencias favorecieron al curado clásico y no a los métodos con bambú. Se concluye que el curado clásico continúa siendo el método más eficiente para el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Entre las alternativas evaluadas, el bambú triturado presentó el mejor desempeño relativo; no obstante, ninguno de los métodos con bambú alcanzó la resistencia promedio de diseño. Por ello, el uso del bambú debe considerarse como una alternativa experimental o complementaria, sujeta a mayor validación técnica antes de recomendarse como reemplazo del curado convencional.

Palabras clave: Bambú, concreto, curado del concreto, resistencia a la compresión, método de curado.

ABSTRACT

The present research, entitled “Comparison of the Classic Curing Method versus the Use of Bamboo as a Curing Method for Concrete $f'c$ 210” aimed to compare the compressive strength of concrete subjected to conventional curing and alternative bamboo-based curing methods in three configurations: sheets, mesh, and crushed bamboo. The methodology followed a quantitative approach, applied type, explanatory level, and laboratory experimental design. For this purpose, concrete specimens with a design strength of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ were prepared and distributed into a control group cured by water immersion and experimental groups cured with bamboo sheets, bamboo mesh, and crushed bamboo. The results showed that conventional curing achieved the highest average compressive strength, with 217.49 kg/cm^2 , exceeding the design value of 210 kg/cm^2 . In contrast, the alternative bamboo-based curing methods recorded lower values: 202.67 kg/cm^2 with bamboo sheets, 205.04 kg/cm^2 with crushed bamboo, and 201.24 kg/cm^2 with bamboo mesh. The statistical analysis showed significant differences among the curing methods evaluated; however, these differences favored conventional curing rather than the bamboo-based methods. It is concluded that conventional curing remains the most efficient method for developing the compressive strength of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Among the alternatives evaluated, crushed bamboo showed the best relative performance; however, none of the bamboo-based curing methods reached the average design strength. Therefore, the use of bamboo should be considered an experimental or complementary alternative, subject to further technical validation before being recommended as a replacement for conventional curing.

Keywords: bamboo, concrete, concrete curing, compressive strength, curing method.

INTRODUCCIÓN

El curado del concreto constituye una etapa fundamental dentro del proceso constructivo, debido a que permite conservar condiciones adecuadas de humedad y temperatura para favorecer la hidratación del cemento y el desarrollo de las propiedades mecánicas del material. Cuando este proceso no se realiza de manera adecuada, la resistencia a la compresión puede verse afectada, comprometiendo la calidad y durabilidad del concreto. Por ello, el curado clásico por inmersión o aplicación continua de agua continúa siendo uno de los métodos más utilizados y reconocidos en la práctica constructiva.

Sin embargo, en determinados contextos, especialmente en zonas rurales o lugares donde el acceso al agua puede ser limitado, surge la necesidad de estudiar alternativas que permitan conservar la humedad del concreto durante su proceso de endurecimiento. En ese sentido, el uso de materiales naturales y disponibles localmente, como el bambú, representa una posibilidad experimental que merece ser evaluada desde el punto de vista técnico. El bambú es un recurso renovable, accesible y con capacidad de retención de humedad, por lo que puede analizarse como material complementario en el proceso de curado.

La presente investigación se desarrolla en torno a la comparación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometido al curado clásico y a métodos alternativos de curado con bambú en tres configuraciones: láminas, mallas y triturado. Esta comparación permite determinar si dichos métodos alternativos generan diferencias significativas respecto al curado convencional, considerando como criterio principal la resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días.

El estudio se justifica porque busca aportar evidencia experimental sobre el comportamiento del concreto curado con materiales alternativos de origen natural, sin asumir previamente que estos reemplazan al curado clásico. Por el contrario, la investigación permite analizar objetivamente su desempeño, identificar sus limitaciones y reconocer cuál de las configuraciones de bambú presenta mejor comportamiento relativo frente al método convencional.

En ese sentido, la investigación contribuye al campo de la ingeniería civil al evaluar una alternativa vinculada con el uso responsable de recursos

locales y la búsqueda de prácticas constructivas más sostenibles. No obstante, el análisis se centra estrictamente en la resistencia a la compresión, por lo que los resultados obtenidos deben interpretarse desde un enfoque técnico y experimental, evitando generalizaciones sobre su aplicación estructural sin estudios complementarios.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad para diferentes tipos de obras civiles. Sin embargo, para que alcance adecuadamente sus propiedades mecánicas, requiere un proceso de curado que permita conservar la humedad necesaria durante las primeras edades de endurecimiento. Cuando el curado no se realiza de forma adecuada, se puede afectar la hidratación del cemento, disminuir la resistencia a la compresión y comprometer la calidad del concreto.

El curado clásico mediante agua continúa siendo uno de los métodos más empleados por su efectividad para mantener la humedad del concreto. No obstante, este procedimiento requiere disponibilidad continua del recurso hídrico, lo cual representa una limitación en determinados contextos donde el acceso al agua no es constante o donde se busca optimizar su uso en actividades constructivas. En el Perú, según el INEI, durante el año móvil octubre 2023 – setiembre 2024, el 90,4 % de la población accedió a agua proveniente de red pública; sin embargo, esta cobertura fue menor en el área rural, donde alcanzó el 78,7 %, frente al 93,2 % registrado en el área urbana (INEI, 2024).

En el contexto local, la disponibilidad del servicio de agua también presenta limitaciones. De acuerdo con el Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras 2025, con datos del año 2024, EPS SEDA HUÁNUCO S.A. registró una cobertura de agua potable de 57,21 % dentro de su ámbito de prestación. Asimismo, reportó una continuidad promedio de 22,61 horas al día y un 38,45 % de agua no facturada, lo que evidencia la necesidad de promover prácticas que contribuyan al uso más eficiente del recurso hídrico en actividades que demandan agua, como el curado del concreto (Sunass, 2025).

En este escenario, surge la necesidad de estudiar materiales alternativos que puedan contribuir a conservar la humedad del concreto durante el proceso de curado, sin asumir previamente que reemplazan al método convencional. El bambú representa una posibilidad de análisis debido a que es un material natural, renovable y disponible en diversas zonas del país. En la región Huánuco, particularmente en sectores como el centro poblado Lindero, distrito de Tomayquichua, este recurso se emplea principalmente en cercos, techos, actividades agrícolas y usos tradicionales, pero aún no ha sido suficientemente evaluado como material externo para el curado del concreto.

A nivel científico, existen investigaciones sobre métodos de curado con agua, aditivos, membranas y cubiertas húmedas; sin embargo, son limitados los estudios que analizan el uso del bambú como medio de conservación de humedad aplicado externamente al concreto. Esta situación evidencia un vacío de conocimiento, especialmente respecto al comportamiento de configuraciones como láminas, mallas y bambú triturado frente al curado clásico. Por ello, resulta necesario evaluar experimentalmente si estos métodos generan diferencias en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

En ese sentido, la presente investigación busca comparar el método de curado clásico con métodos alternativos que emplean bambú en distintas configuraciones, considerando como criterio principal la resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días. De esta manera, el estudio pretende aportar evidencia técnica sobre el desempeño del bambú como alternativa experimental de curado, contribuyendo al conocimiento sobre el uso de recursos locales en procesos constructivos, sin plantearlo de manera anticipada como sustituto directo del curado convencional.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la diferencia en la resistencia a la compresión del concreto $F'_c 210 \text{ kg/cm}^2$ al ser curado mediante el método clásico en comparación con métodos alternativos que emplean bambú?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cómo influye el uso de láminas de bambú húmedas en la resistencia a la compresión del concreto $F'c$ 210 kg/cm²?

¿Qué efecto tiene el uso de capas de bambú triturado húmedo en el curado del concreto $F'c$ 210 kg/cm²?

¿Cuál es el impacto del uso de mallas de bambú húmedas como método de curado en la resistencia a la compresión del concreto $F'c$ 210 kg/cm²?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² sometido al curado clásico y a métodos alternativos de curado con bambú en sus distintas configuraciones: láminas, mallas y triturado.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la influencia del uso de láminas de bambú húmedas en la resistencia a la compresión del concreto $F'c$ 210 kg/cm².

Evaluar el efecto de las capas de bambú triturado húmedo como método de curado sobre la resistencia a la compresión del concreto $F'c$ 210 kg/cm².

Analizar el impacto de las mallas de bambú húmedas como método de curado en la resistencia a la compresión del concreto $F'c$ 210 kg/cm².

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación tiene justificación práctica porque evalúa el comportamiento resistente del concreto $f'c = 210$ kg/cm² sometido a métodos alternativos de curado con bambú, en comparación con el curado clásico por inmersión en agua. En contextos donde el acceso al agua puede ser limitado o donde se busca promover el uso responsable de recursos locales, resulta necesario analizar alternativas que permitan

conservar la humedad del concreto durante su proceso de endurecimiento.

El uso del bambú en láminas, mallas y triturado representa una alternativa natural y disponible en determinadas zonas de Huánuco; sin embargo, su aplicación como método de curado requiere ser evaluada técnicamente antes de ser recomendada. Por ello, esta investigación permite conocer si dichos métodos generan diferencias en la resistencia a la compresión respecto al curado clásico, aportando información útil para futuras investigaciones y para la toma de decisiones en prácticas constructivas sostenibles.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación se justifica teóricamente porque contribuye al conocimiento sobre la relación entre el método de curado y la resistencia a la compresión del concreto. El curado es un proceso fundamental para favorecer la hidratación del cemento, conservar la humedad y permitir el desarrollo de las propiedades mecánicas del concreto endurecido. Por esta razón, estudiar diferentes métodos de curado permite comprender cómo las condiciones de conservación de humedad influyen en el comportamiento resistente del material.

Asimismo, el estudio aporta al análisis del bambú como recurso natural aplicado al proceso de curado del concreto. Si bien el bambú ha sido investigado principalmente como material constructivo o como refuerzo incorporado al concreto, existe limitada información sobre su uso como material externo para conservar humedad durante el curado. En ese sentido, la investigación permite ampliar la base teórica sobre alternativas de curado con recursos naturales, sin asumir previamente que estas sustituyen al método convencional.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La investigación se justifica metodológicamente porque aplica un enfoque cuantitativo y un diseño experimental de laboratorio, mediante la elaboración de probetas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometidas a diferentes métodos de curado. Se consideró un grupo patrón curado

mediante inmersión en agua y tres grupos experimentales curados con bambú en láminas, mallas y triturado.

El diseño es experimental porque se manipuló deliberadamente la variable independiente, representada por el método de curado, y las probetas fueron asignadas aleatoriamente a los grupos de tratamiento. Asimismo, se procuró mantener condiciones controladas en la dosificación, materiales, edad de ensayo y procedimiento de rotura, a fin de comparar objetivamente los resultados obtenidos.

Este procedimiento metodológico permite obtener datos medibles, procesarlos estadísticamente y determinar si existen diferencias significativas entre los métodos de curado evaluados. De esta manera, la investigación aporta una ruta experimental útil para estudios posteriores sobre alternativas sostenibles aplicadas al curado del concreto.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se limitó a evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometido a cuatro métodos de curado: curado clásico por inmersión en agua, curado con láminas de bambú, curado con mallas de bambú y curado con bambú triturado, considerando únicamente ensayos realizados a los 28 días de edad. Asimismo, el estudio se desarrolló bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando materiales de una misma procedencia y una dosificación específica de concreto, por lo que los resultados obtenidos no pueden generalizarse directamente a otras resistencias de diseño, condiciones ambientales o tipos de materiales. Del mismo modo, la investigación se enfocó exclusivamente en la resistencia a la compresión, sin evaluar otras propiedades del concreto como la durabilidad, permeabilidad o absorción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Zambrano Navarrete et al. (2022), en la investigación titulada “Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón”, tuvieron como objetivo determinar qué método de curado permite alcanzar mayor resistencia a la compresión a los 28 días. El estudio evaluó distintos procedimientos de curado y demostró que la conservación adecuada de humedad durante el endurecimiento influye directamente en el desarrollo resistente del concreto. Este antecedente se relaciona con la presente investigación porque ambas analizan el método de curado como variable independiente y la resistencia a la compresión como variable dependiente. Sin embargo, se diferencia porque dicho estudio se centró en métodos convencionales o de uso frecuente, sin considerar materiales naturales como el bambú. Por tanto, aporta sustento técnico sobre la importancia del curado, pero deja como vacío la evaluación de materiales alternativos sostenibles aplicados como medio de conservación de humedad.

Sandoval González et al. (2022), en la investigación “Evaluación técnica de la eficacia de productos curadores como opción al curado húmedo del concreto”, analizaron el efecto de productos curadores sobre el concreto hidráulico bajo condiciones de laboratorio. Los autores evaluaron propiedades como resistencia a la compresión, módulo de ruptura y cambios dimensionales, señalando que las alternativas al curado húmedo deben verificarse experimentalmente antes de considerarse sustitutos del curado convencional. Este antecedente es pertinente porque coincide con la lógica metodológica de la presente tesis: comparar un método alternativo frente al curado clásico. No obstante, se diferencia porque estudia productos curadores comerciales, mientras que la presente investigación evalúa el bambú como recurso

natural disponible localmente. En ese sentido, permite identificar que no toda alternativa al curado húmedo garantiza un mejor comportamiento resistente, por lo que su desempeño debe comprobarse mediante ensayos experimentales.

Ali et al. (2024) estudiaron el comportamiento mecánico y la durabilidad del concreto reforzado con fibras de bambú y basalto, con el propósito de evaluar el uso de materiales sostenibles en compuestos cementicios. El estudio reportó que el empleo combinado de fibras puede contribuir al desarrollo de materiales de construcción de bajo costo y menor impacto ambiental. Este antecedente se vincula con la presente investigación porque incorpora el bambú como material sostenible asociado al concreto. Sin embargo, su diferencia principal radica en que el bambú fue utilizado como fibra incorporada en la mezcla y no como material externo de curado. Por ello, aporta evidencia sobre el interés técnico del bambú en el concreto, pero también permite identificar un vacío específico: la escasa investigación sobre su uso como medio de curado en configuraciones de láminas, mallas o triturado.

De manera comparativa, los antecedentes internacionales muestran dos ideas relevantes. Primero, el método de curado influye directamente en la resistencia a la compresión del concreto. Segundo, el bambú viene siendo estudiado como material sostenible en aplicaciones cementicias. Sin embargo, estos estudios no integran ambas líneas de manera directa, pues no evalúan el bambú como material externo de curado. Ese vacío justifica la pertinencia de la presente investigación.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Tapia Cabrera (2024), en la tesis “Influencia de los métodos de curado con aditivo químico en la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 ”, desarrollada en la Universidad Nacional de Cajamarca, evaluó el curado tradicional con agua frente a métodos con aditivos químicos formadores de membrana. Los resultados indicaron que el curado tradicional con agua alcanzó mejores resistencias a la compresión que los métodos alternativos con aditivos. Este antecedente guarda relación directa con la presente investigación

porque trabaja con concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y analiza la resistencia a la compresión en función del método de curado. Su aporte principal es demostrar que las alternativas al curado convencional pueden generar resistencias menores que el curado con agua, aspecto que permite interpretar críticamente los resultados obtenidos con bambú.

Tarrillo Vigil (2024), en la investigación “Comparación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometido a diferentes tipos de curados”, comparó el curado por inmersión, cubiertas húmedas, rociado y aditivo formador de membrana impermeabilizante. El estudio concluyó que la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ está directamente influenciada por el tipo de curado, destacando el mejor comportamiento de las cubiertas húmedas y el menor desempeño del curado con aditivo. Este antecedente es importante porque coincide con la resistencia de diseño de la presente tesis y refuerza la necesidad de comparar cualquier método alternativo frente a un grupo patrón. A diferencia de dicho estudio, la presente investigación incorpora bambú en distintas configuraciones, ampliando el análisis hacia alternativas naturales y locales.

Salinas Acuña y Flores Granados (2024), en el estudio “Métodos de curado en la resistencia a la compresión y tracción del concreto de $f'c = 35 \text{ MPa}$ ”, analizaron la incidencia de tres métodos de curado: inmersión, mantas húmedas y aditivo membranal, sobre las propiedades mecánicas del concreto. Se elaboraron 80 especímenes cilíndricos y se evaluaron resistencias a los 7 y 28 días. Los resultados permitieron identificar que el método de curado tiene incidencia directa en la resistencia a la compresión y tracción indirecta. Este antecedente se relaciona con la presente investigación porque confirma la importancia del curado en el desarrollo de propiedades mecánicas; sin embargo, se diferencia porque trabaja con un concreto de mayor resistencia y no evalúa bambú como material alternativo de curado.

En conjunto, los antecedentes nacionales evidencian que el curado por agua, inmersión o cubiertas húmedas suele presentar mejores resultados que otros métodos alternativos. También demuestran que el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ha sido ampliamente empleado para comparar

métodos de curado. No obstante, los estudios revisados se concentran en aditivos, cubiertas o rociado, sin evaluar el bambú como material externo de conservación de humedad. Por ello, la presente investigación cubre un vacío específico al comparar el curado clásico con métodos alternativos que emplean bambú en láminas, mallas y triturado.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Curi Vicente (2022), en la investigación “Análisis de la resistencia de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en la aplicación de cinco tipos de curados de la norma técnica ACI 308 en Huánuco en el año 2020”, desarrollada en la Universidad de Huánuco, evaluó diferentes métodos de curado y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto. El estudio consideró curado con compuesto líquido, película plástica, alfombra, inmersión, papel impermeable y probetas sin curado. Los resultados mostraron que el curado por inmersión alcanzó uno de los mejores desempeños a los 28 días, confirmando la importancia del control de humedad en el desarrollo resistente del concreto. Este antecedente es relevante porque se desarrolla en el contexto local de Huánuco y aborda directamente la relación entre curado y resistencia a la compresión. Sin embargo, se diferencia porque trabaja con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y no incorpora materiales naturales como el bambú. Por tanto, deja como vacío local la evaluación de alternativas sostenibles de curado aplicadas a concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONCRETO

El concreto es uno de los materiales más ampliamente utilizados en el ámbito de la construcción debido a sus excepcionales propiedades mecánicas, versatilidad y durabilidad. Este material, compuesto esencialmente por una mezcla de cemento, agregados, agua y, en algunos casos, aditivos, ha evolucionado significativamente desde su invención para satisfacer las demandas de las construcciones modernas y garantizar estructuras más sostenibles y eficientes (Martínez Lara, 2020).

Definición y Composición del Concreto

El concreto se define como un material compuesto heterogéneo que se obtiene mediante la mezcla adecuada de un aglomerante (generalmente cemento Portland), agua y agregados (gruesos y finos), los cuales se combinan en proporciones específicas para formar una masa endurecida tras un proceso químico conocido como hidratación. Este proceso transforma la mezcla fluida en un sólido resistente que actúa como un material de construcción fundamental en la ingeniería civil (McCormac y Brown, 2017).

El cemento Portland, como componente principal, funciona como el agente aglomerante que, al reaccionar con el agua, forma una pasta que recubre los agregados y proporciona cohesión a la mezcla. Los agregados, que representan entre el 60 % y el 80 % del volumen total del concreto, contribuyen a mejorar las propiedades mecánicas del material y a reducir los costos de producción (McCormac y Brown, 2017).

Además, la relación agua-cemento (A/C) es un factor crucial en el diseño del concreto, ya que influye directamente en su resistencia y durabilidad. Según Chipategua, 2019, una proporción equilibrada garantiza una mezcla trabajable y reduce la incidencia de defectos, como la formación de fisuras.

Propiedades del Concreto

Las propiedades del concreto se dividen en dos categorías: las propiedades en estado fresco y las propiedades en estado endurecido. En estado fresco, el concreto se caracteriza por su trabajabilidad, cohesión y capacidad de compactación. Estos atributos son esenciales para garantizar que el concreto pueda ser colocado adecuadamente en los moldes y alcanzar una distribución uniforme en estructuras complejas (Harmsen, 2019).

En estado endurecido, el concreto destaca por su resistencia a la compresión, que es la capacidad de soportar cargas axiales. Esta propiedad es crucial en elementos estructurales como columnas, losas

y muros. No obstante, su baja resistencia a la tracción requiere el uso de refuerzos, como acero, para evitar la formación de grietas bajo tensiones elevadas (Chiscol Llontop, 2021). Además, la durabilidad del concreto depende de su capacidad para resistir ataques químicos, ciclos de congelación y descongelación, y la penetración de agua o agentes agresivos.

Tipos de Concreto

El concreto ha sido adaptado a lo largo de los años para satisfacer diversas necesidades constructivas. Algunos de los tipos más comunes incluyen:

Concreto convencional: Es el más utilizado y está compuesto por cemento Portland, agua y agregados. Su principal aplicación se encuentra en estructuras generales como edificios y puentes (Jaimes y García, 2020).

Concreto reforzado: Este tipo incorpora barras de acero o mallas metálicas para mejorar su resistencia a la tracción, lo que lo convierte en una opción idónea para estructuras sometidas a cargas complejas (Chiscol Llontop, 2021).

Concreto premezclado: Producido en plantas especializadas, garantiza una mezcla homogénea y control de calidad, siendo ideal para grandes proyectos de construcción (Jaimes y García, 2020).

Concreto de alta resistencia: Diseñado para soportar cargas significativas, este concreto presenta una resistencia superior a los 40 MPa gracias a la optimización de su composición y la incorporación de aditivos avanzados (Chiscol Llontop, 2021).

Concreto autocompactante: Se caracteriza por su capacidad para fluir y llenar moldes sin necesidad de vibración mecánica, lo que facilita su aplicación en áreas de difícil acceso (Harmsen, 2019).

Importancia del Concreto en la Construcción

El concreto desempeña un papel fundamental en el desarrollo de infraestructuras modernas. Su versatilidad permite adaptarlo a una amplia gama de aplicaciones, desde viviendas y edificios comerciales hasta puentes, presas y carreteras. Además, su disponibilidad y bajo costo en comparación con otros materiales han contribuido a su aceptación universal (Chiscol Llontop, 2021).

Sin embargo, también enfrenta desafíos, como la reducción de su impacto ambiental debido a la alta emisión de CO₂ asociada a la producción de cemento. En respuesta, se han desarrollado concretos ecológicos que incorporan materiales reciclados y subproductos industriales para minimizar su huella de carbono (Chipategua, 2019).

2.2.2 EL BAMBÚ

El bambú es un recurso natural de gran importancia en diversas partes del mundo, no solo por su abundancia y rápido crecimiento, sino también por sus propiedades mecánicas, versatilidad y sostenibilidad. Su utilización en áreas como la construcción, el diseño, la agricultura y la conservación ambiental ha llevado a un creciente interés por su estudio, especialmente en el ámbito de la ingeniería civil y la arquitectura sostenible (Gómez Salés et al., 2020).

Definición y Características del Bambú

El bambú es una planta perenne perteneciente a la subfamilia Bambusoideae dentro de la familia de las gramíneas (Poaceae). Se caracteriza por su rápido crecimiento y su capacidad de regeneración sin necesidad de replantación después de la cosecha, lo que lo convierte en un recurso renovable de alto potencial. Esta planta posee un sistema radicular rizomatoso que le permite desarrollarse en diversas condiciones climáticas, desde regiones tropicales hasta zonas templadas (Chamba et al., 2020).

A nivel estructural, el bambú se distingue por su forma tubular, con nudos y entrenudos a lo largo de su culmo. Su composición está

dominada por fibras de celulosa, hemicelulosa y lignina, las cuales le otorgan una notable resistencia mecánica y flexibilidad. Además, su baja densidad, que oscila entre 600 y 800 kg/m³, le permite ser un material liviano, fácil de transportar y manipular (Chamba et al., 2020).

Propiedades Físicas y Mecánicas del Bambú

El bambú ha sido ampliamente estudiado por su comportamiento físico-mecánico, evidenciando propiedades que lo posicionan como una alternativa sostenible frente a materiales convencionales. En términos de resistencia a la tracción, el bambú supera a muchos tipos de madera y es comparable al acero debido a la disposición alineada de sus fibras longitudinales (Bello y Villacreses, 2021). Su resistencia a la compresión, aunque inferior a la tracción, lo hace adecuado para soportar cargas axiales en aplicaciones estructurales.

Otro aspecto relevante es su relación resistencia-peso, que es excepcionalmente alta en comparación con otros materiales. Esta propiedad lo convierte en un material idóneo para estructuras ligeras, como viviendas modulares, puentes temporales y sistemas de andamiaje (Bello y Villacreses, 2021). Sin embargo, el bambú presenta limitaciones, como su susceptibilidad a la humedad, el ataque de insectos y hongos, y la variabilidad en sus propiedades mecánicas debido a factores ambientales y de crecimiento.

Usos del Bambú en la Construcción

El bambú ha sido utilizado durante siglos como material de construcción, especialmente en Asia, América Latina y África, donde su disponibilidad es abundante y su costo accesible. En la actualidad, su aplicación se ha extendido al diseño de estructuras innovadoras y sostenibles gracias a la combinación de técnicas tradicionales con tecnologías modernas.

Entre los usos más destacados del bambú en la construcción se encuentran:

Estructuras principales: El bambú se emplea como elemento portante en viviendas, pabellones y puentes, aprovechando su resistencia y flexibilidad (Gómez Salés et al., 2020).

Sistemas de cerramiento: Su versatilidad permite usarlo en paredes, techos y pisos, ofreciendo propiedades de aislamiento térmico y acústico (Delgado Ladino, 2023).

Refuerzo en concreto: Las investigaciones recientes han explorado el uso de bambú como refuerzo natural en concreto, mostrando resultados prometedores en la mejora de la resistencia a la flexión y tracción (Torres et al., 2019).

Bambú y Sostenibilidad

El bambú es reconocido como un recurso altamente sostenible debido a su capacidad para regenerarse rápidamente y absorber grandes cantidades de dióxido de carbono durante su crecimiento. Un estudio realizado por (Bello y Villacreses, 2021) destacó que el bambú puede capturar hasta 62 toneladas de CO₂ por hectárea al año, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático.

Además, su cultivo no requiere fertilizantes intensivos ni grandes cantidades de agua, lo que reduce su impacto ambiental en comparación con otros cultivos. En términos de economía circular, el bambú es completamente biodegradable y puede reutilizarse en diferentes aplicaciones, desde la construcción hasta la elaboración de productos artesanales y muebles (Barnet y Jabrane, 2019).

2.2.3 CURADO DEL CONCRETO

El curado del concreto es un proceso fundamental en la construcción, ya que influye directamente en la resistencia, durabilidad y desempeño del material a lo largo del tiempo. A pesar de su importancia, muchas veces se subestima o no se ejecuta de manera adecuada, lo que puede comprometer la calidad de las estructuras. En términos generales, el curado consiste en el mantenimiento de condiciones

óptimas de humedad y temperatura en la superficie del concreto recién colocado, con el objetivo de evitar la evaporación prematura del agua de mezclado y permitir el desarrollo adecuado de las reacciones de hidratación del cemento (Sandoval et al., 2022).

Definición y Objetivos del Curado del Concreto

El curado del concreto se define como el conjunto de procedimientos aplicados para mantener el contenido de humedad y la temperatura en la mezcla durante un período específico, favoreciendo el proceso de hidratación del cemento. Este proceso es crucial, ya que el cemento Portland, al combinarse con el agua, inicia una serie de reacciones químicas que conducen a la formación de productos hidratados, responsables de la resistencia mecánica y la estabilidad del material (Zambrano Navarrete et al., 2022).

El objetivo principal del curado es prevenir la pérdida rápida de humedad de la mezcla, lo que podría resultar en fisuras de retracción y en una disminución de la resistencia a la compresión. Además, el curado adecuado contribuye a mejorar la impermeabilidad, resistencia a agentes agresivos y durabilidad del concreto en diferentes condiciones ambientales (Zambrano Navarrete et al., 2022).

Importancia del Curado en la Resistencia y Durabilidad del Concreto

La resistencia mecánica del concreto está directamente relacionada con el grado de hidratación del cemento. Si la evaporación del agua ocurre rápidamente, las partículas de cemento no logran completar su proceso de hidratación, lo que reduce la resistencia final del material. Investigaciones han demostrado que el concreto expuesto a condiciones secas prematuramente puede presentar hasta un 40 % menos de resistencia a la compresión en comparación con un concreto adecuadamente curado (Tapia Cabrera, 2024).

Por otro lado, la durabilidad del concreto depende de su capacidad para resistir ataques físicos, químicos y ambientales. Un concreto con un

curado deficiente suele desarrollar microfisuras en su superficie, lo que facilita la penetración de agua, sales y otros agentes agresivos que pueden generar corrosión en el refuerzo y reducir la vida útil de la estructura (Tapia Cabrera, 2024). Por esta razón, normativas como la ACI 308-01 enfatizan la necesidad de un curado adecuado en obras de infraestructura sometidas a ambientes agresivos.

Métodos de Curado del Concreto

Existen diversos métodos de curado, cada uno adecuado para diferentes condiciones ambientales y tipos de obra. Entre los más utilizados, se encuentran los siguientes

Curado con agua: Consiste en mantener la superficie del concreto continuamente húmeda mediante el uso de rociadores, mantas saturadas o inmersión en agua. Este método es altamente efectivo para evitar la pérdida de humedad y garantizar una hidratación óptima (Zambrano Navarrete et al., 2022).

Curado con membranas de sellado: Se aplican compuestos líquidos sobre la superficie del concreto para formar una barrera que retiene la humedad en el interior de la mezcla. Es una alternativa eficiente en proyectos donde el acceso al agua es limitado o en estructuras con superficies extensas (Zambrano Navarrete et al., 2022).

Curado con plásticos o geotextiles: Se utilizan láminas de polietileno o geotextiles para cubrir la superficie del concreto y reducir la evaporación del agua. Este método es adecuado para pavimentos y grandes losas expuestas a la radiación solar (Salinas y Flores, 2024).

Curado por aplicación de vapor o calor: En aplicaciones industriales, como la fabricación de elementos prefabricados, se emplean cámaras de vapor para acelerar el proceso de hidratación y obtener resistencias tempranas en menor tiempo (Salinas y Flores, 2024).

Cada método tiene ventajas y limitaciones, por lo que la elección depende del tipo de estructura, las condiciones climáticas y los recursos disponibles en la obra.

Factores que Afectan el Curado del Concreto

Varios factores pueden influir en la efectividad del curado del concreto, entre los cuales destacan:

Condiciones ambientales: La temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento afectan la tasa de evaporación del agua en la superficie del concreto. En climas cálidos y secos, la pérdida de humedad es más rápida, por lo que es necesario reforzar las medidas de curado (Mendez Apaico, 2022).

Relación agua-cemento: Un concreto con una relación agua-cemento baja tiende a secarse más rápidamente, lo que requiere un curado más prolongado para evitar la formación de fisuras por retracción plástica (Mendez Apaico, 2022).

Tipo de cemento y aditivos: El tipo de cemento utilizado influye en la velocidad de hidratación y en la cantidad de agua requerida. Además, algunos aditivos, como los retardantes de fraguado, pueden modificar el tiempo necesario para el curado (Tapia Cabrera, 2024).

Normativas y Recomendaciones sobre el Curado del Concreto

Existen diversas normativas internacionales que establecen recomendaciones y criterios para el curado del concreto. La norma ACI 308-01 del American Concrete Institute establece que el tiempo mínimo de curado debe ser de 7 días para concretos con cemento Portland normal y de 14 días para concretos con cementos de fraguado lento o mezclas con adiciones puzolánicas. Por otro lado, la norma ASTM C171 recomienda el uso de membranas de curado para garantizar la retención de humedad en superficies expuestas.

En el caso de pavimentos y estructuras viales, la norma AASHTO T23 sugiere que el curado se mantenga hasta que el concreto alcance

al menos el 70 % de su resistencia de diseño. En contextos donde se requiere una resistencia temprana, como en prefabricados, se permite el uso de curado acelerado mediante vapor o calor (Salinas y Flores, 2024).

El curado del concreto es el proceso mediante el cual se mantiene la humedad y temperatura adecuadas en la mezcla recién colocada, con el objetivo de favorecer la hidratación del cemento y el desarrollo de su resistencia. Este proceso es crucial en las primeras etapas de endurecimiento, ya que evita la evaporación prematura del agua, lo que podría generar fisuras y reducir la durabilidad de la estructura. Existen diferentes métodos de curado, como la aplicación de agua mediante rociado o inmersión, el uso de membranas selladoras para retener la humedad, y la protección con lonas o plásticos que minimizan la pérdida de agua por evaporación (NTP 339.033, 2009).

La duración del curado depende de factores como el tipo de cemento, la relación agua/cemento y las condiciones ambientales, pero generalmente se recomienda un período mínimo de siete días para concretos con cemento Portland común. En climas cálidos y secos, es fundamental prolongar el curado para evitar un secado acelerado que pueda comprometer la resistencia del material. Un curado adecuado no solo mejora la resistencia mecánica del concreto, sino que también reduce su permeabilidad y aumenta su vida útil, garantizando el buen desempeño estructural en el tiempo (NTP 339.033, 2009).

Figura 1

El concreto de alto desempeño



Nota. Mezcla de los materiales que componen el concreto. Fuente: (Construmarket, 2019).

2.2.4. MECANISMOS DE CURADO

Los mecanismos de curado son los procedimientos aplicados al concreto para conservar la humedad y controlar la temperatura durante sus primeras edades de endurecimiento. Su finalidad es permitir que la hidratación del cemento continúe adecuadamente y evitar la pérdida prematura del agua necesaria para el desarrollo de la resistencia. Estos mecanismos pueden actuar mediante el aporte directo de humedad, como ocurre en el curado por inmersión o rociado, o mediante la reducción de la evaporación, como sucede con membranas, plásticos o cubiertas húmedas (Zambrano Navarrete et al., 2022).

Desde el punto de vista técnico, el mecanismo de curado seleccionado influye en la calidad final del concreto, debido a que cada procedimiento conserva la humedad de manera distinta. Por ello, cuando se emplean productos curadores o métodos alternativos, su desempeño debe verificarse experimentalmente antes de considerarlos equivalentes al curado húmedo convencional (Sandoval González et al., 2022).

2.2.5. TRANSFERENCIA DE HUMEDAD

La transferencia de humedad es el movimiento del agua contenida en el concreto desde su interior hacia la superficie, donde puede perderse por evaporación debido a factores como temperatura, humedad relativa, viento y exposición ambiental. Cuando esta pérdida no se controla, disminuye la disponibilidad de agua para la hidratación del cemento, lo que puede afectar el desarrollo resistente del concreto (Lawal et al., 2021).

Este proceso es importante porque la resistencia a la compresión depende, en parte, de que el concreto conserve humedad suficiente durante el periodo de endurecimiento. En ese sentido, los métodos de curado que reducen la pérdida de humedad favorecen mejores condiciones para la hidratación, mientras que el secado prematuro puede generar mayor porosidad y menor desempeño mecánico (Zambrano Navarrete et al., 2022).

2.2.6. MATERIALES ALTERNATIVOS DE CURADO

Los materiales alternativos de curado son recursos distintos al curado convencional por inmersión o riego continuo que se emplean para conservar la humedad del concreto y reducir la evaporación durante el endurecimiento. Entre estos se consideran membranas de curado, cubiertas húmedas, mantas, plásticos, geotextiles y otros materiales con capacidad de retención de humedad (Salinas Acuña & Flores Granados, 2024).

La eficacia de estos materiales depende de su capacidad para mantener contacto con la superficie del concreto, conservar humedad y evitar el secado prematuro. Por ello, no deben asumirse automáticamente como sustitutos del curado clásico, sino que requieren verificación experimental según el tipo de concreto, el ambiente de exposición y la forma de aplicación (Sandoval González et al., 2022).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Bambú: Material vegetal renovable, liviano y de rápido crecimiento, empleado en construcción por su disponibilidad, bajo costo y bajo impacto ambiental. En esta investigación, se analiza como material externo de curado debido a su posible capacidad de retención de humedad en configuraciones de láminas, mallas y triturado (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021).

Capilaridad: Movimiento del agua a través de los poros del concreto. Este fenómeno se relaciona con la absorción y transferencia de humedad dentro del material, por lo que influye en el comportamiento del concreto durante el proceso de curado y en su grado de saturación superficial (Palenque Vidaurre & Valero Choque, 2023).

Compresión: Esfuerzo axial que actúa sobre el concreto cuando una carga tiende a reducir su volumen. La resistencia a la compresión es una de las propiedades mecánicas más importantes del concreto y se utiliza como indicador principal para evaluar el desempeño de los diferentes métodos de curado (Tarrillo Vigil, 2024).

Curado: Proceso aplicado al concreto para conservar condiciones adecuadas de humedad y temperatura durante sus primeras edades de endurecimiento.

Su finalidad es favorecer la hidratación del cemento y contribuir al desarrollo de la resistencia a la compresión (Zambrano Navarrete et al., 2022).

Evaporación: Pérdida de agua desde la superficie del concreto hacia el ambiente. Este proceso puede acelerarse por factores como temperatura, viento y baja humedad relativa, afectando la disponibilidad de agua necesaria para la hidratación del cemento (Zambrano Navarrete et al., 2022).

Falla: Condición en la que la probeta de concreto pierde su capacidad de resistir la carga aplicada durante el ensayo de compresión. En la investigación, la falla permite identificar la carga máxima soportada y calcular la resistencia alcanzada por cada grupo de curado evaluado (Tarrillo Vigil, 2024).

Hidratación: Reacción química entre el cemento y el agua que permite el fraguado, endurecimiento y aumento progresivo de resistencia del concreto. Para que este proceso se desarrolle correctamente, es necesario conservar humedad suficiente durante el periodo de curado (Salinas Acuña & Flores Granados, 2024).

Humedad: Presencia de agua disponible dentro o sobre la superficie del concreto durante el proceso de endurecimiento. Su conservación permite que continúe la hidratación del cemento y reduce el riesgo de secado prematuro, por lo que resulta esencial en el curado (Sandoval González et al., 2022).

Inmersión: Método de curado que consiste en mantener las probetas de concreto en contacto permanente con agua durante un periodo determinado. Este procedimiento permite conservar humedad continua y suele presentar mejores resultados frente a métodos alternativos que no aseguran una hidratación uniforme (Salinas Acuña & Flores Granados, 2024).

Membrana: Capa protectora aplicada sobre la superficie del concreto para reducir la pérdida de agua por evaporación. En los métodos de curado, las membranas funcionan como barreras que ayudan a conservar la humedad interna; sin embargo, su efectividad debe comprobarse experimentalmente (Sandoval González et al., 2022).

Porosidad: Presencia de vacíos dentro de la estructura interna del concreto endurecido. Una mayor porosidad puede afectar la resistencia mecánica y facilitar el ingreso de agua o agentes externos, mientras que un curado adecuado contribuye a reducirla mediante una mejor hidratación del cemento (Palenque Vidaurre & Valero Choque, 2023).

Retención: Capacidad de un material para conservar humedad durante un periodo determinado. En el curado del concreto, la retención de humedad permite disminuir el secado prematuro y favorecer el desarrollo de resistencia, especialmente cuando se emplean cubiertas húmedas o materiales alternativos (Sandoval González et al., 2022).

Tiempo: Periodo durante el cual el concreto debe mantenerse en condiciones adecuadas de humedad y temperatura para favorecer el desarrollo de resistencia. En investigaciones experimentales, la evaluación a los 28 días es una referencia común para comparar el desempeño de diferentes métodos de curado (Zambrano Navarrete et al., 2022; Salinas Acuña & Flores Granados, 2024).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: Existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú.

H0: No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú húmedas.

HE2: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con bambú triturado húmedo.

HE3: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú húmedas.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del concreto.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Métodos de curado.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable independiente: Método de curado	Procedimiento aplicado al concreto recién elaborado para conservar condiciones adecuadas de humedad y temperatura, favoreciendo la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades mecánicas.	Se evaluó mediante la aplicación de cuatro tratamientos de curado en probetas de concreto f'c 210 kg/cm ² : curado clásico por inmersión en agua, curado con láminas de bambú húmedas, curado con mallas de bambú húmedas y curado con bambú triturado húmedo, durante un periodo de 28 días.	Tipo de método de curado	Curado clásico por inmersión en agua; curado con láminas de bambú; curado con mallas de bambú; curado con bambú triturado; tiempo de curado de 28 días.	Ficha de laboratorio; registro fotográfico; guía de procedimiento experimental.
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	Capacidad del concreto endurecido para soportar cargas axiales de compresión antes de alcanzar la falla, expresada en kg/cm ² .	Se determinó mediante el ensayo de compresión simple aplicado a probetas cilíndricas de concreto f'c 210 kg/cm ² , después de 28 días de curado, registrando la carga máxima soportada y calculando la resistencia alcanzada en kg/cm ² .	Resistencia mecánica del concreto	Resistencia a la compresión a los 28 días; carga máxima de rotura; variación porcentual respecto al curado clásico; comparación con el f'c de diseño de 210 kg/cm ² .	Máquina de ensayo a compresión; ficha de registro de resultados; hoja de procesamiento estadístico.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se centra en la resolución de problemas específicos y prácticos, utilizando conocimientos y teorías existentes para generar soluciones innovadoras que puedan implementarse en un contexto real. Este tipo de investigación busca un impacto tangible en la sociedad, la industria o un área específica del conocimiento, priorizando resultados útiles y relevantes sobre la mera generación de teoría (Zapata y Lombana, 2023).

La investigación es aplicada porque evalúa una alternativa experimental de curado mediante el uso de bambú disponible localmente, con la finalidad de analizar su efecto en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados permiten generar información técnica útil para futuras investigaciones sobre materiales alternativos de curado, sin asumir previamente que estos reemplazan al método convencional.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para establecer patrones, relaciones y generalizaciones. Este enfoque utiliza mediciones objetivas y herramientas estadísticas para evaluar hipótesis previamente formuladas, asegurando la precisión y confiabilidad de los resultados. Su propósito es explicar fenómenos a través de variables cuantificables (Ñaupas et al., 2019).

El enfoque cuantitativo se aplica en esta investigación porque se trabajará con datos numéricos relacionados con la resistencia a la compresión del concreto curado con diferentes métodos. Se emplearán herramientas estadísticas para analizar y comparar los resultados obtenidos entre los grupos experimentales (métodos con bambú) y el grupo control (curado clásico).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel explicativo de la investigación busca identificar las causas y efectos de un fenómeno, respondiendo al “por qué” y “cómo” ocurre. Este tipo de estudio profundiza en las relaciones entre variables, formulando hipótesis que luego se verifican mediante análisis detallados. Es esencial para comprender y justificar las razones detrás de un comportamiento o resultado (Hernández, 2018).

El nivel explicativo de esta investigación se evidencia en el análisis del efecto que generan los métodos alternativos de curado con bambú sobre la resistencia a la compresión del concreto, comparándolos con el curado clásico a los 28 días. De esta manera, se busca explicar si las diferencias obtenidas en la resistencia están asociadas al método de curado aplicado.

3.1.3. DISEÑO

El diseño experimental se caracteriza por la manipulación intencionada de una variable independiente para analizar su efecto sobre una variable dependiente. Este diseño permite comparar grupos sometidos a distintos tratamientos y fortalece la validez interna del estudio cuando las unidades de análisis son asignadas aleatoriamente a los grupos experimentales y de control (Ramos-Galarza, 2021).

La presente investigación corresponde a un diseño experimental de laboratorio, debido a que se manipuló deliberadamente la variable independiente, representada por el método de curado, con la finalidad de evaluar su efecto sobre la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm². Para ello, se elaboraron probetas de concreto bajo condiciones controladas y se distribuyeron en cuatro grupos de estudio: curado clásico, curado con láminas de bambú, curado con mallas de bambú y curado con bambú triturado.

El diseño es experimental porque las probetas fueron asignadas aleatoriamente a cada tratamiento de curado, permitiendo comparar el comportamiento resistente de los grupos bajo condiciones similares de dosificación, materiales, edad de ensayo y procedimiento de rotura. Esta

asignación aleatoria contribuye a reducir sesgos en la distribución de las probetas y fortalece la validez interna del estudio.

Asimismo, el estudio se desarrolló en condiciones de laboratorio, procurando mantener constantes variables como el tipo de cemento, procedencia de agregados, relación agua/cemento, dimensiones de las probetas, tiempo de curado y edad de ensayo. De esta manera, las diferencias obtenidas en la resistencia a la compresión pueden analizarse principalmente en función del método de curado aplicado.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población se refiere al conjunto total de elementos o unidades que comparten características específicas relacionadas con el objeto de estudio. En esta investigación, la población podría ser todos los concretos curados en diferentes condiciones (Lerma, 2022).

La población en esta investigación está representada por todas las posibles probetas de concreto fabricadas bajo las condiciones especificadas para el curado.

3.2.2 MUESTRA

Una muestra no probabilística se selecciona sin aplicar criterios aleatorios, sino que se elige según conveniencia, disponibilidad o juicio del investigador. Esto permite trabajar con grupos representativos en contextos donde no se puede garantizar la aleatoriedad. En este caso, se seleccionarán probetas de concreto de manera no probabilística, garantizando que representen adecuadamente las condiciones de curado estudiadas (Lerma, 2022).

La muestra estuvo conformada por 60 probetas cilíndricas de concreto $f'c$ 210 kg/cm², elaboradas bajo condiciones controladas de laboratorio y distribuidas en cuatro grupos de 15 probetas cada uno: curado clásico, curado con láminas de bambú, curado con mallas de bambú y curado con bambú triturado.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia o criterio técnico, debido a que la cantidad de probetas se definió según la

disponibilidad de materiales, tiempo y condiciones de ensayo. Sin embargo, una vez elaboradas las probetas, estas fueron asignadas aleatoriamente a los grupos de curado, con la finalidad de reducir sesgos y fortalecer la comparación entre los tratamientos evaluados.

Tabla 2

Distribución de la muestra según curado

Grupo	Método de curado	N.º de probetas
Patrón	Curado clásico	15
Experimental 1	Láminas de bambú	15
Experimental 2	Mallas de bambú	15
Experimental 3	Bambú triturado	15
Total	—	60

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En la investigación se empleó la técnica de observación directa durante el proceso de curado y en los ensayos de resistencia a la compresión. Para el recojo de datos se utilizaron fichas de laboratorio diseñadas para registrar las características de cada probeta, considerando el método de curado aplicado, la duración del proceso, las condiciones ambientales y los resultados obtenidos. Asimismo, se empleó una máquina de ensayo universal para determinar la resistencia a la compresión de las probetas después del periodo de curado de 28 días.

Figura 2

Adquisición del bambú



Figura 3

Cortado del bambú con una máquina especializada



Figura 4

Corte de trozos de bambú a 2 cm x 3 mm



Figura 5

Corte del bambú a 2.5 cm x 3 mm



Figura 6

Enmallado del bambú



Figura 7

Enmallado realizados con bambú



Figura 8

Selección del agregado fino



Figura 9

Pesaje del agregado fino



Figura 10

Adición del AF al trompo



Figura 11

Selección del agregado grueso



Figura 12

Pesaje del agregado grueso



Figura 13

Adición del agregado grueso



Figura 14

Pesaje del cemento



Figura 15

Adición del cemento al trompo



Pesaje del agua



Adición del agua al trompo



Figura 18

Aplicación del desmoldante a los moldes



Figura 19

Llenado de concreto al cono de abrams



Figura 20

Ensayo SLUMP



Figura 21

Elaboración de testigos de concreto



Figura 22

Testigos de concreto



Figura 23

Enmallado de muestras



Figura 24

Laminado de las muestras



Figura 25

Curado de las muestras patrón



Figura 26

Aplicación de agua en diversos periodos



Figura 27

Curado del concreto



Figura 28

Muestra total de concreto



Figura 29

Ensayo de compresión



Figura 30

Rotura de testigos de concreto

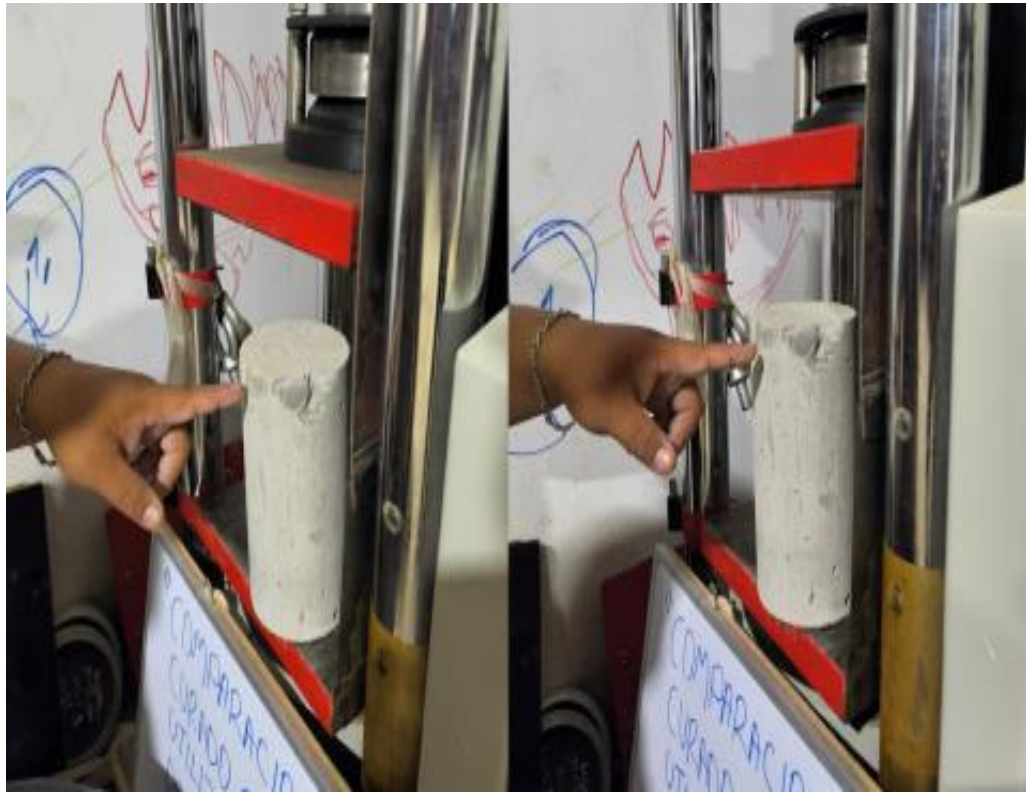


Figura 31

Ensayo a compresión muestras patrón



Figura 32

Rotura de testigos de concreto

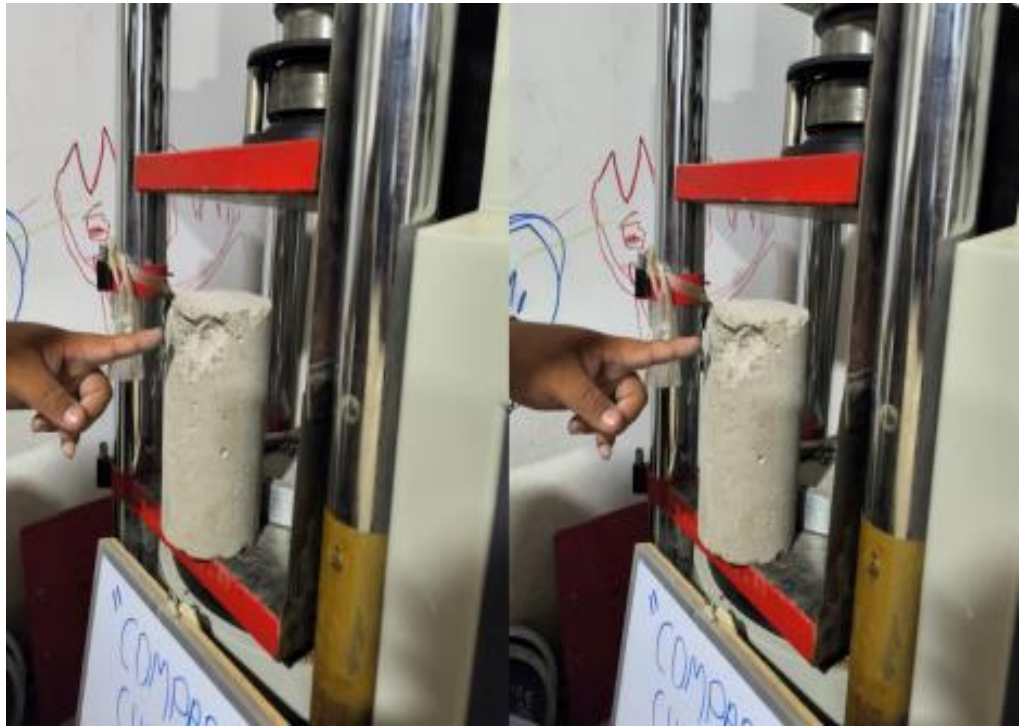
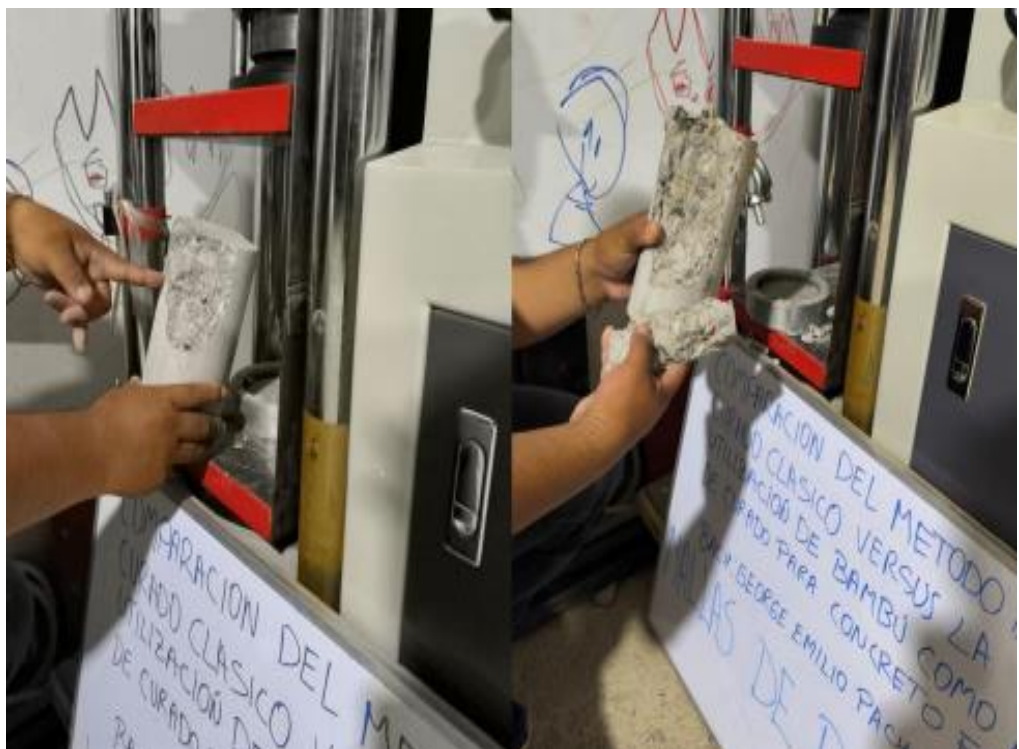


Figura 33

Rotura de muestras de concreto



3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos, los resultados obtenidos en la investigación se organizaron en cuadros y gráficos comparativos que permiten mostrar de manera clara y objetiva las diferencias entre el método de curado clásico y la utilización de bambú como método de curado para concreto $f'c$ 210, presentando tanto los valores de resistencia a la compresión a los 28 días como las observaciones cualitativas relacionadas con la retención de humedad, la adherencia y los cambios visibles en las probetas, de modo que la información cuantitativa y cualitativa pueda interpretarse de forma integral y facilitar la comparación del desempeño entre ambos métodos.

3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Los datos obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión fueron organizados en tablas y gráficos comparativos, con la finalidad de describir el comportamiento del concreto $f'c$ 210 kg/cm² sometido al curado clásico y a los métodos alternativos de curado con bambú en sus configuraciones de láminas, mallas y triturado.

Para el procesamiento estadístico se empleó el programa IBM SPSS Statistics. En primer lugar, se realizó el análisis descriptivo mediante la media, desviación estándar, varianza, valor mínimo, valor máximo, rango y coeficiente de variación, con el propósito de caracterizar el comportamiento resistente de cada grupo de estudio.

Posteriormente, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que cada grupo estuvo conformado por 15 probetas. Luego, se utilizó la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas entre los grupos. Al no cumplirse este supuesto, se aplicó el ANOVA de Welch como prueba inferencial principal, debido a que permite comparar medias cuando las varianzas no son homogéneas.

Finalmente, se empleó la prueba post hoc Games-Howell para identificar entre qué métodos de curado existían diferencias estadísticamente significativas. Los resultados fueron interpretados considerando un nivel de significancia de 0,05, de manera que valores de p menores a 0,05 indicaron diferencias significativas entre los grupos evaluados.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación se desarrolló respetando los principios de veracidad, responsabilidad académica e integridad científica. Al tratarse de un estudio experimental de laboratorio aplicado a probetas de concreto, no se involucró la participación de personas ni el uso de información personal, por lo que no fue necesario aplicar consentimiento informado.

Los datos obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión fueron registrados y procesados de manera objetiva, evitando cualquier alteración de los resultados. Asimismo, se respetó la autoría de las fuentes consultadas mediante el uso adecuado de citas y referencias bibliográficas. Finalmente, se procuró el uso responsable de los materiales empleados durante la elaboración, curado y ensayo de las probetas, manteniendo criterios de seguridad, transparencia y responsabilidad ambiental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Los resultados descriptivos se presentan en función de los objetivos de la investigación, considerando la resistencia a la compresión obtenida en probetas de concreto $f'c$ 210 kg/cm² sometidas al curado clásico y a métodos alternativos de curado con bambú en sus distintas configuraciones: láminas, mallas y triturado. Para el análisis se consideraron cuatro grupos experimentales reales: curado clásico, curado con láminas de bambú, curado con mallas de bambú y curado con bambú triturado.

4.1.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN AL OBJETIVO GENERAL

El objetivo general fue comparar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² sometido al curado clásico y a métodos alternativos de curado con bambú en sus distintas configuraciones: láminas, mallas y triturado.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos de la resistencia a la compresión según método de curado

Método de curado	n	Media (kg/cm ²)	Desv. estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Rango	C.V. (%)
Curado clásico	15	217,49	0,12	0,01	217,32	217,68	0,36	0,05
Láminas de bambú	15	202,67	1,47	2,17	200,37	204,98	4,61	0,73
Mallas de bambú	15	201,24	1,00	1,01	199,67	202,81	3,14	0,50
Bambú triturado	15	205,04	0,78	0,61	203,82	206,26	2,44	0,38

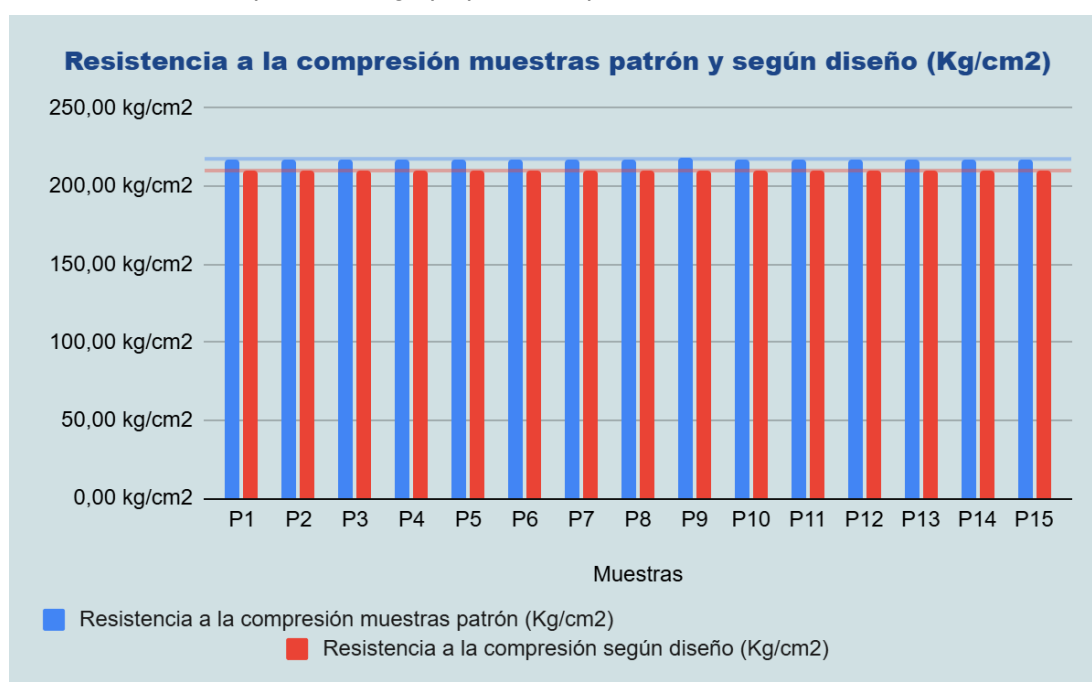
Interpretación:

Los resultados muestran que el curado clásico alcanzó la mayor resistencia promedio, con 217,49 kg/cm², superando el valor de diseño $f'c$ = 210 kg/cm². En cambio, los métodos alternativos con bambú registraron resistencias promedio menores: 202,67 kg/cm² con láminas de bambú, 201,24 kg/cm² con mallas de bambú y 205,04 kg/cm² con bambú triturado.

Desde el punto de vista descriptivo, el curado clásico presentó el mejor desempeño resistente. Entre los métodos alternativos, el bambú triturado obtuvo la mayor resistencia promedio, seguido por las láminas de bambú y, finalmente, las mallas de bambú. Sin embargo, ninguno de los métodos con bambú alcanzó el valor promedio de diseño de 210 kg/cm². Asimismo, los coeficientes de variación fueron bajos en todos los grupos, lo que evidencia poca dispersión de los datos; no obstante, dicha uniformidad debe estar respaldada por las fichas de laboratorio y evidencias del ensayo.

Figura 34

Resistencia a la compresión del grupo patrón respecto al valor de diseño



Nota. La figura compara la resistencia a la compresión de las 15 probetas del grupo patrón con el valor de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 4

Reducción de resistencia de los métodos con bambú respecto al curado clásico

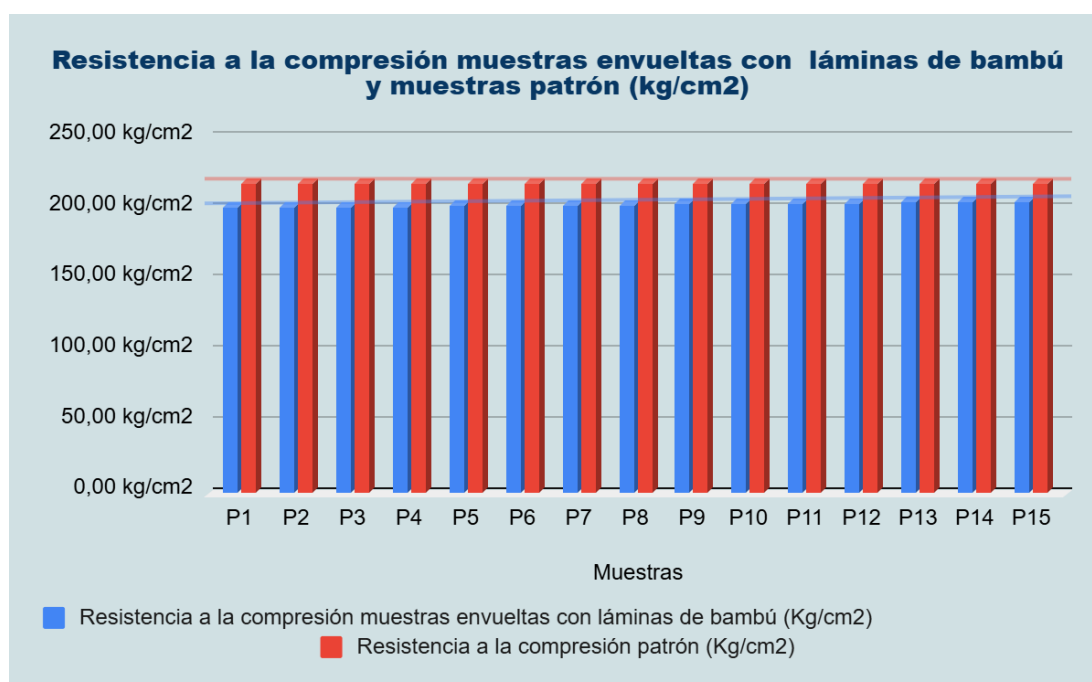
Método de curado con bambú	Media (kg/cm ²)	Diferencia respecto al curado clásico (kg/cm ²)	Reducción porcentual
Láminas de bambú	202,67	14,81	6,81 %
Mallas de bambú	201,24	16,25	7,47 %
Bambú triturado	205,04	12,44	5,72 %

Interpretación:

Los métodos de curado con bambú presentaron reducciones de resistencia respecto al curado clásico. La menor reducción se obtuvo con el bambú triturado, con 5,72 %, mientras que la mayor disminución correspondió a las mallas de bambú, con 7,47 %. Estos resultados indican que el bambú triturado fue el método alternativo con mejor comportamiento relativo; sin embargo, su resistencia promedio continuó siendo inferior al curado clásico y al valor de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 35

Comparación de la resistencia a la compresión entre curado clásico y curado con láminas de bambú



Nota. La figura compara los resultados individuales de las probetas curadas con láminas de bambú frente al grupo patrón.

4.1.2. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

El primer objetivo específico fue determinar la influencia del uso de láminas de bambú húmedas en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 5

Comparación descriptiva entre curado clásico y curado con láminas de bambú

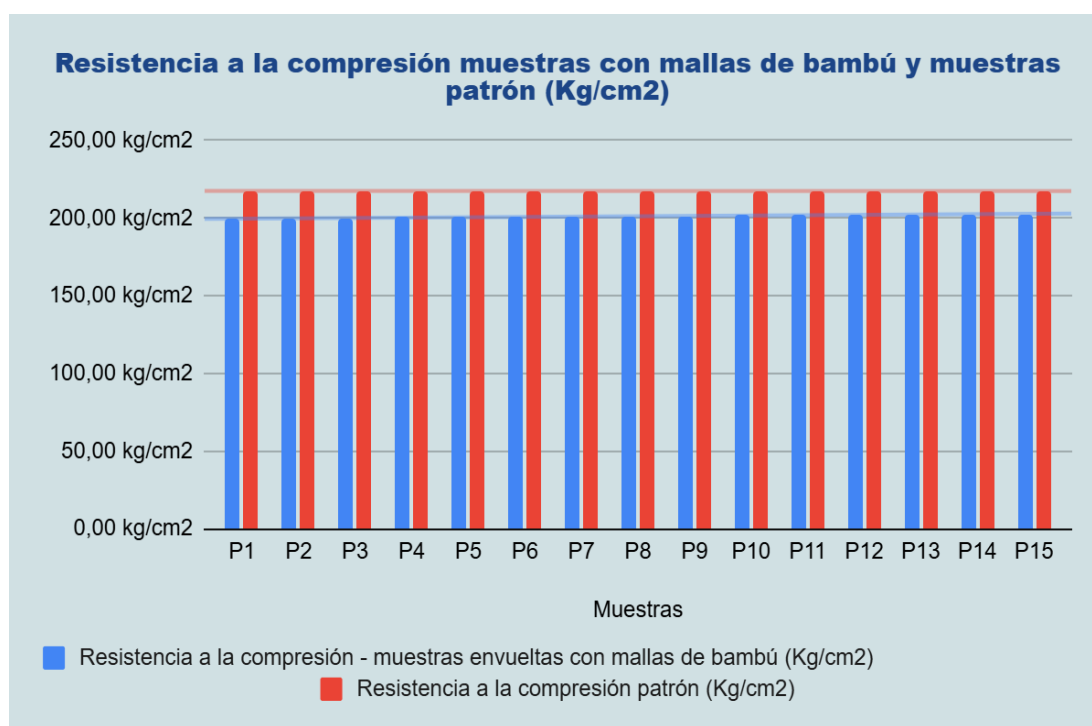
Método de curado	n	Media (kg/cm ²)	Mínimo	Máximo	Diferencia respecto al patrón	Reducción
Curado clásico	15	217,49	217,32	217,68	—	—
Láminas de bambú	15	202,67	200,37	204,98	14,81 kg/cm ²	6,81 %

Interpretación:

Las probetas curadas con láminas de bambú alcanzaron una resistencia promedio de 202,67 kg/cm², valor inferior en 14,81 kg/cm² respecto al curado clásico. Esta diferencia representa una reducción aproximada de 6,81 %. Por tanto, descriptivamente, el uso de láminas de bambú húmedas redujo la resistencia a la compresión frente al curado convencional.

Figura 36

Comparación de la resistencia a la compresión entre curado clásico y curado con mallas de bambú



Nota. La figura compara los resultados individuales de las probetas curadas con mallas de bambú frente al grupo patrón.

4.1.3. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

El segundo objetivo específico fue evaluar el efecto de las capas de bambú triturado húmedo como método de curado sobre la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm².

Tabla 6

Comparación descriptiva entre curado clásico y curado con bambú triturado

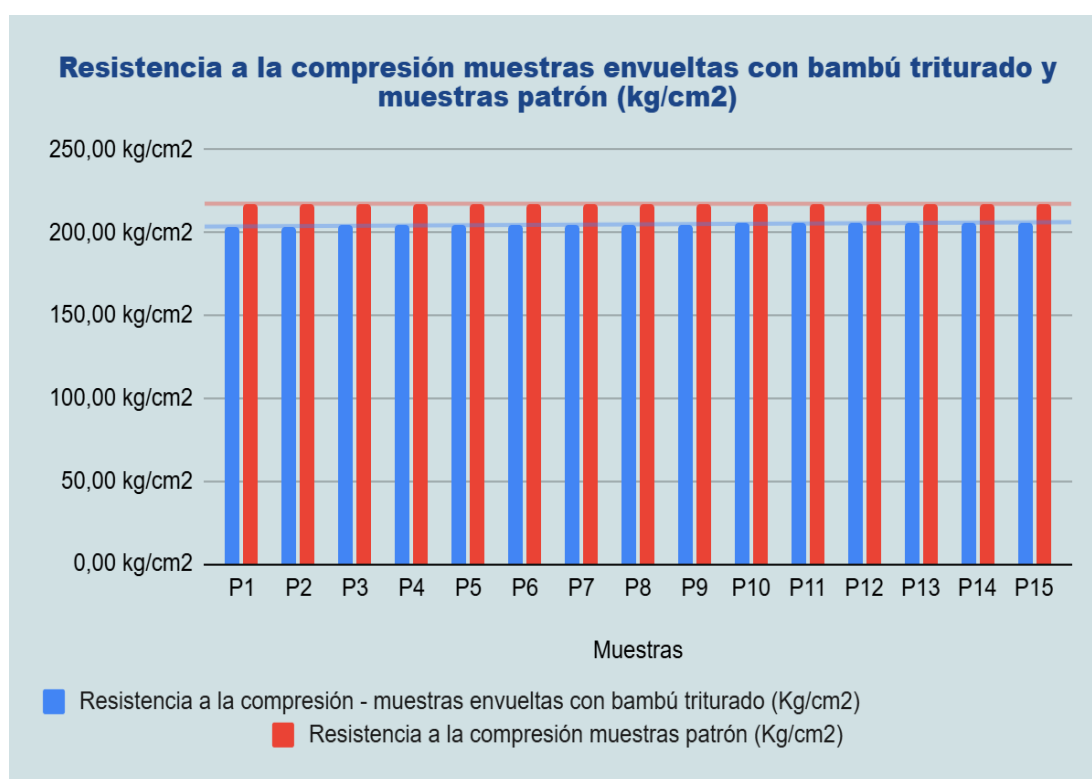
Método de curado	n	Media (kg/cm ²)	Mínimo	Máximo	Diferencia respecto al patrón	Reducción
Curado clásico	15	217,49	217,32	217,68	—	—
Bambú triturado	15	205,04	203,82	206,26	12,44 kg/cm ²	5,72 %

Interpretación:

Las probetas curadas con bambú triturado alcanzaron una resistencia promedio de 205,04 kg/cm². Este valor fue inferior al curado clásico en 12,44 kg/cm², equivalente a una reducción aproximada de 5,72 %. No obstante, dentro de los métodos alternativos con bambú, el bambú triturado presentó el mejor comportamiento relativo, debido a que obtuvo la mayor media de resistencia entre las configuraciones evaluadas.

Figura 37

Comparación de la resistencia a la compresión entre curado clásico y curado con bambú triturado



Nota. La figura compara los resultados individuales de las probetas curadas con bambú triturado frente al grupo patrón.

4.1.4. RESULTADOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

El tercer objetivo específico fue analizar el impacto de las mallas de bambú húmedas como método de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm².

Tabla 7

Comparación descriptiva entre curado clásico y curado con mallas de bambú

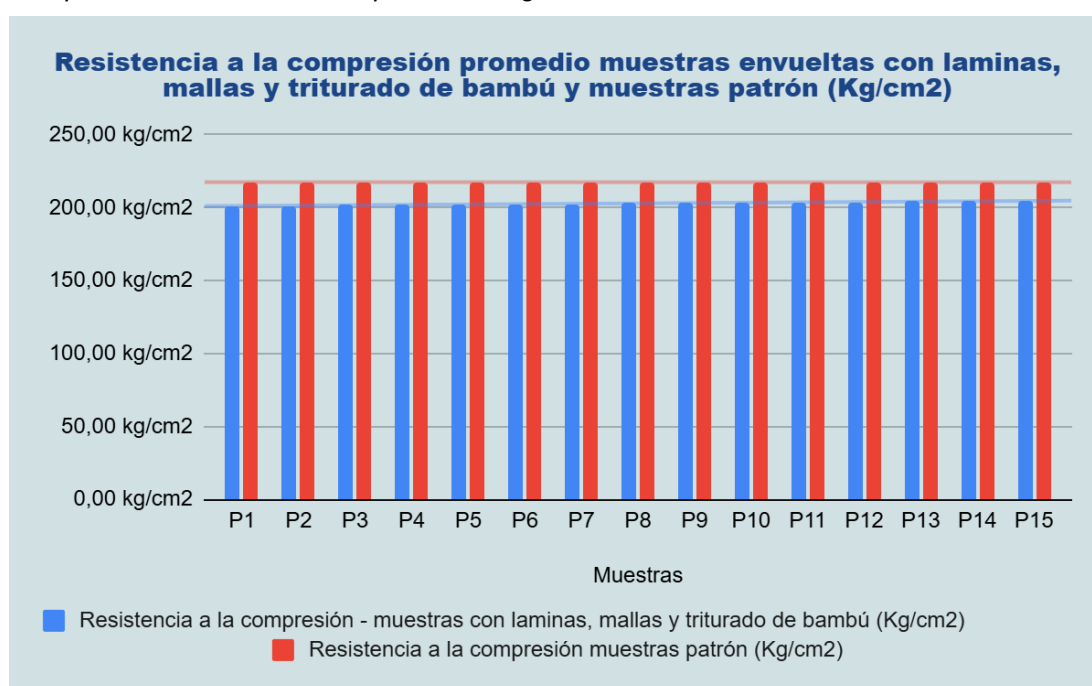
Método de curado	n	Media (kg/cm ²)	Mínimo	Máximo	Diferencia respecto al patrón	Reducción
Curado clásico	15	217,49	217,32	217,68	—	—
Mallas de bambú	15	201,24	199,67	202,81	16,25 kg/cm ²	7,47 %

Interpretación:

Las probetas curadas con mallas de bambú alcanzaron una resistencia promedio de 201,24 kg/cm², siendo el valor más bajo entre los métodos evaluados. En comparación con el curado clásico, la reducción fue de 16,25 kg/cm², equivalente a 7,47 %. Por tanto, el curado con mallas de bambú presentó el menor desempeño resistente dentro de las alternativas analizadas.

Figura 38

Comparación de la resistencia promedio según método de curado



Nota. La figura muestra la resistencia promedio obtenida por el curado clásico y los métodos alternativos con bambú.

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

Los resultados inferenciales se presentan en función de las hipótesis de investigación. El procesamiento estadístico se realizó mediante el programa IBM SPSS Statistics, a partir de los datos de resistencia a la compresión obtenidos en cada grupo experimental. Primero, se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, considerando que cada grupo estuvo conformado por 15 probetas. Posteriormente, se aplicó la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas. Debido a que no se

cumplió este supuesto, se utilizó el ANOVA de Welch como prueba inferencial principal. Finalmente, se aplicó la prueba post hoc Games-Howell para identificar entre qué grupos se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

4.2.1 PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 8

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk según método de curado

Método de curado	Estadístico W	gl	Sig.
Curado clásico	0,938	15	0,358
Láminas de bambú	0,964	15	0,759
Mallas de bambú	0,963	15	0,753
Bambú triturado	0,964	15	0,755

Interpretación:

Los valores de significancia obtenidos mediante la prueba de Shapiro-Wilk fueron mayores a 0,05 en todos los grupos evaluados. Por tanto, se concluye que los datos presentan distribución normal, lo que permite continuar con pruebas estadísticas paramétricas.

4.2.2. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

Tabla 9

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

Prueba	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
Levene	13,861	3	56	< 0,001

Interpretación:

La prueba de Levene presentó un valor de significancia menor a 0,05, por lo que se rechaza el supuesto de homogeneidad de varianzas. En consecuencia, no se empleó el ANOVA clásico como prueba principal, sino el ANOVA de Welch, debido a que este procedimiento es más adecuado cuando las varianzas entre grupos no son homogéneas.

4.2.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Ha: Existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú.

H0: No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú.

Tabla 10

ANOVA de Welch para la resistencia a la compresión según método de curado

Prueba	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
ANOVA de Welch	2813,474	3	23,953	< 0,001

Interpretación:

El ANOVA de Welch presentó un valor de significancia menor a 0,05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinándose que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² según el método de curado aplicado.

Sin embargo, este resultado no indica superioridad de los métodos con bambú. Al comparar las medias, se observa que las diferencias favorecen al curado clásico, debido a que este alcanzó la mayor resistencia promedio con 217,49 kg/cm². En cambio, los métodos con bambú obtuvieron valores menores, entre 201,24 kg/cm² y 205,04 kg/cm².

4.2.4. PRUEBA POST HOC GAMES-HOWELL

Tabla 11

Comparaciones múltiples mediante prueba Games-Howell

Comparación	Diferencia de medias (kg/cm ²)	Sig.	Interpretación
Curado clásico – Láminas de bambú	14,81	< 0,001	Diferencia significativa a favor del curado clásico
Curado clásico – Mallas de bambú	16,25	< 0,001	Diferencia significativa a favor del curado clásico
Curado clásico – Bambú triturado	12,44	< 0,001	Diferencia significativa a favor del curado clásico
Láminas de bambú – Mallas de bambú	1,43	0,022	Diferencia significativa a favor de láminas de bambú
Láminas de bambú – Bambú triturado	-2,37	< 0,001	Diferencia significativa a favor del bambú triturado
Mallas de bambú – Bambú triturado	-3,80	< 0,001	Diferencia significativa a favor del bambú triturado

Nota. La diferencia de medias corresponde al primer método menos el segundo método de cada comparación.

Interpretación:

La prueba post hoc Games-Howell confirma que el curado clásico presenta diferencias significativas frente a cada uno de los métodos alternativos con bambú. Estas diferencias favorecen al curado clásico, ya que obtuvo la mayor resistencia promedio.

Asimismo, entre los métodos alternativos, el bambú triturado presentó diferencias significativas frente a las láminas y mallas de bambú, demostrando el mejor desempeño relativo dentro de los métodos con bambú. Las mallas de bambú registraron el menor desempeño resistente.

4.2.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

HE1: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú húmedas.

H01: No existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú húmedas.

De acuerdo con la prueba Games-Howell, la diferencia de medias entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú fue de 14,81 kg/cm², con un valor de significancia $p < 0,001$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula específica y se acepta la hipótesis alterna específica 1, estableciendo que existe diferencia significativa entre ambos métodos de curado.

No obstante, dicha diferencia favorece al curado clásico, puesto que este alcanzó una media de 217,49 kg/cm², mientras que las láminas de bambú alcanzaron 202,67 kg/cm². En consecuencia, el curado con láminas de bambú redujo la resistencia a la compresión respecto al método convencional.

4.2.6. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

HE2: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con bambú triturado húmedo.

H02: No existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con bambú triturado húmedo.

De acuerdo con la prueba Games-Howell, la diferencia de medias entre el curado clásico y el curado con bambú triturado fue de 12,44 kg/cm², con un valor de significancia $p < 0,001$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula específica y se acepta la hipótesis alterna específica 2, determinándose que existe diferencia significativa entre ambos métodos de curado.

Sin embargo, la diferencia favorece al curado clásico, debido a que este obtuvo una media de 217,49 kg/cm², mientras que el bambú triturado alcanzó una media de 205,04 kg/cm². Aunque el bambú triturado fue el método alternativo con mejor desempeño relativo, no igualó ni superó la resistencia obtenida mediante el curado clásico.

4.2.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

HE3: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú húmedas.

H03: No existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú húmedas.

De acuerdo con la prueba Games-Howell, la diferencia de medias entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú fue de 16,25 kg/cm², con un valor de significancia $p < 0,001$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula específica y se acepta la hipótesis alterna específica 3, estableciendo que existe diferencia significativa entre ambos métodos de curado.

La diferencia identificada favorece al curado clásico, debido a que este obtuvo una resistencia promedio de 217,49 kg/cm², mientras que las mallas de bambú alcanzaron 201,24 kg/cm². Por ello, el curado con mallas de bambú presentó el menor desempeño resistente entre los métodos evaluados.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos evidencian que el método de curado influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm². El curado clásico alcanzó la mayor resistencia promedio, con 217,49 kg/cm², superando el valor de diseño; mientras que los métodos alternativos con bambú registraron valores menores: 202,67 kg/cm² con láminas, 201,24 kg/cm² con mallas y 205,04 kg/cm² con bambú triturado. Por tanto, la diferencia estadística encontrada no demuestra superioridad del bambú, sino que confirma diferencias significativas entre los métodos evaluados, favorables al curado clásico.

Estos resultados coinciden con Zambrano Navarrete et al. (2022), quienes sostienen que el curado es determinante para alcanzar resistencias óptimas a la compresión en el hormigón. De igual manera, Sandoval González et al. (2022) señalan que las alternativas al curado húmedo deben verificarse experimentalmente antes de considerarse sustitutos del curado convencional. En ese sentido, la presente investigación confirma que el bambú, aunque representa una alternativa natural, no logró igualar el desempeño resistente del curado clásico.

A nivel nacional, los hallazgos guardan relación con Tapia Cabrera (2024) y Tarrillo Vigil (2024), quienes trabajaron con concreto $f'_c = 210$ kg/cm² y evidenciaron que el tipo de curado influye directamente en la resistencia a la compresión. En ambos casos, los métodos tradicionales o húmedos presentaron mejores resultados frente a métodos alternativos. Esta tendencia también se observó en la presente investigación, ya que los métodos con bambú redujeron la resistencia respecto al grupo patrón.

Asimismo, Salinas Acuña y Flores Granados (2024) demostraron que los métodos de curado inciden en las propiedades mecánicas del concreto, evaluando resistencia a compresión y tracción indirecta en especímenes curados por inmersión, mantas húmedas y aditivo membranil. Por otro lado, Ali et al. (2024) evidencian el interés actual por el uso del bambú en materiales cementicios; sin embargo, su estudio lo emplea como fibra incorporada al concreto, no como material externo de curado. Esta diferencia resalta el aporte

de la presente investigación, al evaluar el bambú como medio de conservación de humedad durante el curado.

Finalmente, en el contexto local, Curi Vicente (2022) demostró en Huánuco que los tipos de curado influyen en la resistencia del concreto, destacando la importancia del control de humedad durante el proceso de endurecimiento. En concordancia con ello, la presente investigación reafirma que el curado clásico continúa siendo el método más eficiente para alcanzar la resistencia de diseño. No obstante, entre las alternativas con bambú, el triturado presentó el mejor desempeño relativo, por lo que podría considerarse como una opción experimental o complementaria, siempre que se realicen estudios adicionales sobre control de humedad, edad de curado y condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

Se concluye que el curado clásico por inmersión en agua presentó el mejor desempeño en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, alcanzando una media de $217,49 \text{ kg/cm}^2$. En cambio, los métodos alternativos con bambú obtuvieron valores menores: $202,67 \text{ kg/cm}^2$ con láminas, $205,04 \text{ kg/cm}^2$ con bambú triturado y $201,24 \text{ kg/cm}^2$ con mallas. Por tanto, los métodos con bambú no igualaron ni superaron la resistencia obtenida mediante el curado clásico.

El curado con láminas de bambú húmedas alcanzó una resistencia promedio de $202,67 \text{ kg/cm}^2$, lo que representa una reducción aproximada de $6,81 \%$ respecto al curado clásico. Este resultado indica que las láminas de bambú permitieron un comportamiento uniforme, pero no fueron suficientes para alcanzar el valor de diseño de 210 kg/cm^2 .

El curado con bambú triturado húmedo presentó el mejor desempeño relativo entre los métodos alternativos, con una resistencia promedio de $205,04 \text{ kg/cm}^2$ y una reducción aproximada de $5,72 \%$ frente al curado clásico. Sin embargo, aunque fue la alternativa con mayor resistencia dentro de los métodos con bambú, tampoco alcanzó la resistencia promedio de diseño.

El curado con mallas de bambú húmedas obtuvo la menor resistencia promedio, con $201,24 \text{ kg/cm}^2$, equivalente a una reducción aproximada de $7,47 \%$ respecto al curado clásico. Por ello, este método presentó el desempeño más limitado entre las configuraciones evaluadas.

En términos generales, el bambú puede considerarse una alternativa experimental o complementaria para el curado del concreto en contextos donde se busque reducir el uso continuo de agua; sin embargo, no debe plantearse como reemplazo directo del curado clásico para concretos estructurales $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin una validación técnica adicional.

RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener el curado clásico por inmersión en agua como método principal para concretos estructurales $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, debido a que fue el único tratamiento que superó el valor de diseño y presentó el mejor desempeño resistente.

Se recomienda no utilizar los métodos de curado con bambú como sustitutos directos del curado clásico en elementos estructurales que requieran alcanzar plenamente la resistencia de diseño. Su aplicación debe limitarse, por ahora, a estudios experimentales, elementos no estructurales o situaciones donde se realice un control técnico riguroso.

Se sugiere profundizar el estudio del bambú triturado, debido a que fue la alternativa con mejor comportamiento relativo. Para futuras investigaciones, se recomienda evaluar diferentes espesores de cobertura, grados de saturación, especies de bambú, tiempos de humedecimiento y combinaciones con plásticos o mantas húmedas que mejoren la conservación de humedad.

Se recomienda ampliar futuras investigaciones a diferentes edades de ensayo, como 7, 14, 28 y 56 días, con el fin de conocer la evolución de la resistencia en el tiempo. También sería conveniente incluir variables como temperatura, humedad relativa, absorción, pérdida de masa, durabilidad y consumo de agua.

Se recomienda respaldar los resultados con fichas de laboratorio completas, registros fotográficos, calibración de equipos y control de condiciones ambientales, debido a que estos elementos fortalecen la confiabilidad del proceso experimental y permiten sustentar técnicamente la uniformidad de los datos obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali, D. M., Chin, S. C., Bao, C., & Gimbun, J. (2024). Enhancement of reinforced concrete durability and performance by bamboo and basalt fibres. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 134, 103572. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2024.103572>

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). AASHTO T 23: Standard method of test for making and curing concrete test specimens in the field. AASHTO.

American Concrete Institute. (2001). Guide to curing concrete (ACI 308R-01). American Concrete Institute.

ASTM International. (2020). ASTM C171-20: Standard specification for sheet materials for curing concrete. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/C0171-20>

Barnet, Y., & Jabrane, F. (2019). Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/320337684_Diseño_de_proyectos_con_bambu_en_Lima_como_estrategia_de_difusion_de_un_metodo_constructivo_alternativo_y_sostenible

Bello Zambrano, J. A., & Villacreses Viteri, C. G. (2021). Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. *Polo del Conocimiento*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094507.pdf>

Chamba Ontaneda, M., Vilela, D., & León Cueva, O. (2020). El bambú y su importancia como un material estructural para la construcción. *Bosques Latitud Cero*. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/719>

Chipategua, L. (2019). ¿Cuál es la composición química del cemento y cómo afecta sus propiedades? 360 en Concreto. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/cual-es-la-composicion-quimica-del-cemento-y-como-afecta-sus-propiedades/>

Chiscol Llontop, M. Á. (2021). Evaluación del comportamiento a la resistencia en compresión por efecto de tres curados en elementos verticales,

Chiclayo, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94317>

Construmarket. (2019, 11 de noviembre). Concreto de alto desempeño viabiliza estructuras mais esbeltas e duráveis. AECweb. <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/concreto-de-alto-desempeno-viabiliza-estruturas-mais-esbeltas-e-duraveis/19433>

Curi Vicente, K. P. (2022). Análisis de la resistencia de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en la aplicación de cinco tipos de curados de la norma técnica ACI 308 en Huánuco en el año 2020 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://hdl.handle.net/20.500.14257/3660>

Delgado Ladino, C. C. (2023). Uso del bambú en la construcción para reducir el impacto ambiental: una revisión de literatura [Trabajo académico, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3a64c64-64eb-45be-b79b-3db67d32d886/content>

Gómez Salés, H. J., Rodríguez Chumacero, S. I., & Ramal Montejó, R. (2020). El bambú: Una solución ecológica sustentable como material de construcción. TZHOECOEN.

Gonzalez, A., Montero, M. C., & Rautenberg, D. (2021). Incidencia del transporte en la eco-eficiencia de la producción de hormigón elaborado en Argentina. Ingenio Tecnológico. <https://ingenio.frlp.utn.edu.ar/index.php/ingenio/article/view/73>

Harmesen, T. E. (2019). Diseño de estructuras de concreto armado. Alpha Editorial.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Año móvil: octubre 2023 - setiembre 2024. INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_2024.pdf

Jaimes Estupiñan, D. F., & García Caballero, J. J. (2020). Importancia del concreto en el campo de la construcción. *Formación Estratégica*. <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/18>

Lawal, O. O., & Agboola, O. P. (2021). Comparative study of diverse concrete curing methods. *International Multilingual Journal of Science and Technology*, 6(10), 4142–4152. <https://www.imjst.org/wp-content/uploads/2021/10/IMJSTP29120573.pdf>

Lerma González, H. D. (2022). Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. ECOE Ediciones.

Martínez Lara, E. J. (2020). Desempeño de las propiedades físicas-mecánicas del concreto, utilizando agregado de concreto reciclado, Lambayeque 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9009>

McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2017). Diseño de concreto reforzado. Alpha Editorial.

Mendez Apaico, G. R. (2022). Análisis comparativo de las ventajas económicas y técnicas del curado con aditivo y curado tradicional para concretos $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho - 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13457>

Norma Técnica Peruana 339.033. (2009). Hormigón (concreto). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. INDECOPI.

Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2019). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U.

Palenque Vidaurre, E. R., & Valero Choque, E. (2023). Determinación de la porosidad de un hormigón mediante medidas eléctricas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9194910.pdf>

Ramos-Galarza, C. A. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

Salinas Acuña, F. A., & Flores Granados, H. (2024). Métodos de curado en la resistencia a la compresión y tracción del concreto de $f'_c = 35$ MPa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 8276–8304. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11306

Sandoval González, J. D., Muñoz Umaña, F. M., & Rodríguez Rojas, E. (2022). Evaluación técnica de la eficacia de productos curadores como opción al curado húmedo del concreto. *Métodos & Materiales*, 12, 12–22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8719377>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2025). Benchmarking regulatorio de las empresas prestadoras 2025: Datos 2024. SUNASS. <https://sedahuanuco.com/pdf/benchmarking.pdf>

Tapia Cabrera, O. (2024). Influencia de los métodos de curado con aditivo químico en la resistencia a compresión del concreto de $f'_c = 175$ kg/cm² y 210 kg/cm² [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://hdl.handle.net/20.500.14074/6785>

Tarrillo Vigil, E. E. (2024). Comparación de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm² sometido a diferentes tipos de curados [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://hdl.handle.net/20.500.14074/6345>

Torres, B., Segarra, M., & Bragança, L. (2019). El bambú como alternativa de construcción sostenible. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5, 389–396. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/article/view/3787>

Uriarte Herrera, L., & Cieza Sánchez, E. (2021). Evaluación de concreto elaborado con agregados de canteras de río y de cerro de los Andes del norte de Perú. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(2), 4–13.

Zambrano Navarrete, L. D., Alava Santos, R. J., Ruíz Párraga, W. E., & Menéndez Menéndez, E. A. (2022). Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. *Gaceta Técnica*, 23(1), 35–47. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

Zapata Domínguez, Á., & Lombana Coy, J. (2023). Guía práctica para elaborar proyectos de investigación aplicada en administración, gerencia y negocios. Universidad del Norte.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Pacheco Trujillo, G. E. (2026). *Comparación del método de curado clásico versus la utilización de bambú como método de curado para concreto f'c 210*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de consistencia

TÍTULO: “Comparación del método de curado clásico versus la utilización de bambú como método de curado para concreto f’c 210”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema general PG: ¿Qué diferencias existen en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú?	Objetivo general OG: Comparar la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² sometido al curado clásico y a métodos alternativos de curado con bambú en sus distintas configuraciones: láminas, mallas y triturado.	Hipótesis general Ha: Existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú. H0: No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y los métodos alternativos de curado con bambú.	Enfoque: cuantitativo Tipo: aplicada Alcance o nivel: explicativo Diseño: experimental de laboratorio Técnica de investigación: observación directa y ensayo de laboratorio.
Problemas específicos PE1: ¿Qué diferencia existe en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú húmedas?	Objetivos específicos OE1: Determinar la diferencia en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú húmedas.	Hipótesis específicas HE1: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con láminas de bambú húmedas.	Instrumentos: ficha de laboratorio, ficha de control experimental y registro fotográfico. Población: probetas de concreto f’c 210 kg/cm² elaboradas bajo condiciones controladas de laboratorio y sometidas a distintos métodos de curado.
PE2: ¿Qué diferencia existe en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con bambú triturado húmedo? PE3: ¿Qué diferencia existe en la resistencia a la	OE2: Evaluar la diferencia en la resistencia a la compresión del concreto f’c 210 kg/cm² entre el curado clásico y el curado con bambú triturado húmedo.	HE2: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto	Muestra: 60 probetas de concreto, distribuidas en cuatro

compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú húmedas?	OE3: Analizar la diferencia en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú húmedas.	$f'c$ 210 kg/cm ² entre el curado clásico y el curado con bambú triturado húmedo. HE3: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ² entre el curado clásico y el curado con mallas de bambú húmedas. Variables Variable independiente: método de curado. Variable dependiente: resistencia a la compresión del concreto.	grupos de 15 probetas cada uno: curado clásico, láminas de bambú, bambú triturado y mallas de bambú. Muestreo: no probabilístico por conveniencia o criterio técnico, con asignación aleatoria de las probetas a los grupos de tratamiento. Procesamiento estadístico: estadística descriptiva, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, prueba de Levene, ANOVA de Welch y prueba post hoc Games-Howell.
---	--	--	--

AENXO 2

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS

FICHA DE LABORATORIO

Contenido de Humedad de los agregados Gruesos y agregados Finos.

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/06/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/06/2025

AGREGADO FINO

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.50	27.53	27.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	318.10	310.60	315.40
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	314.20	307.10	311.30
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), $D = B - A$	290.60	283.07	287.90
E	Peso muestra Seca - Ps (g), $E = C - A$	286.70	279.57	283.80
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	3.90	3.50	4.10
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	1.36%	1.25%	1.44%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.35%		

AGREGADO GRUESO

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.71	28.68	28.74
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	231.50	235.20	233.20
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	230.13	233.95	231.81
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), $D = B - A$	202.79	206.52	204.46
E	Peso muestra Seca - Ps (g), $E = C - A$	201.42	205.27	203.07
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	1.37	1.25	1.39
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	0.68%	0.61%	0.68%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		0.66%		




AQUINO GARCÍA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



GRANULOMETRÍA

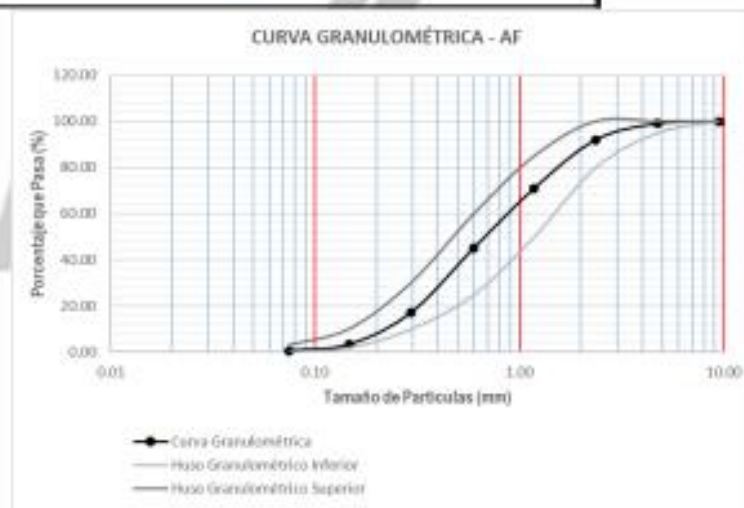
ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/06/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/06/2025

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)		1,000.00gr			
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	ARENA	ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	8.75	0.88	0.88	99.12	95	100
N° 8	2.36	70.69	7.07	7.95	92.05	80	100
N° 16	1.18	209.54	20.96	28.90	71.10	50	85
N° 30	0.60	258.96	25.90	54.80	45.20	25	60
N° 50	0.30	281.32	28.14	82.94	17.06	10	30
N° 100	0.15	137.89	13.79	96.73	3.27	2	10
N° 200	0.075	28.09	2.81	99.54	0.46	0	3
FONDO		4.58	0.46	100.00	0.00		
		999.82	100.00				

Error: 0.0180%

Ensayo Aceptado

Módulo de Finura Agregado Fino	2.72
$M.F. = \frac{\%ret. Acum.walla(N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$	



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
 SEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abad Garcia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. 130756

GRANULOMETRÍA

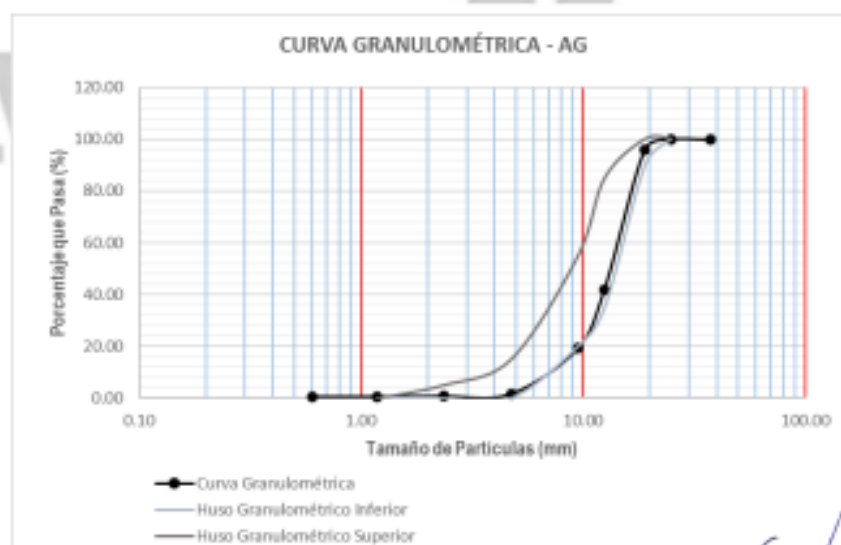
ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/05/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/05/2025

AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)		5,000.00 gr			
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	209.00	4.18	4.18	95.82	90	100
1/2"	12.50	2,701.00	54.03	58.21	41.79	35	85
3/8"	9.50	1,111.00	22.22	80.43	19.57	20	55
N° 4	4.75	885.00	17.70	98.13	1.87	0	15
N° 8	2.36	51.34	1.03	99.16	0.84	0	5
N° 16	1.18	7.05	0.14	99.30	0.70	0	0
N° 30	0.60	6.62	0.13	99.43	0.57		
FONDO		28.27	0.57	100.00	0.00		
		4999.28	100.00				

Error: 0.0144%

Ensayo Aceptado

Módulo de Finura Agregado Grueso	6.81
$M.F. = \frac{\text{Suma de pesos retenidos} (N^{\circ} 1/2" + N^{\circ} 3/4" + N^{\circ} 3/8" + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100)}{100}$	
Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso	3/4"
<i>"Está dada por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% acumulado, o más del agregado grueso tamizado"</i>	



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abel Garcia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. 130756

Peso unitario y vacío de los agregados fino y Agregados gruesos.

PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/06/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/06/2025

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.01000 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	21.62	21.84	21.83	
B	Peso del Molde	kg	3.54	4.79	4.79	
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	kg	18.08	17.05	17.04	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	kg/m³	1,807.16	1,704.21	1,703.21	1,738.19
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	20.15	20.24	20.19	
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	kg	16.61	15.45	15.40	
G	PESO UNITARIO SUELTO $G = F / \text{Vol. Molde}$	kg/m³	1,660.23	1,544.28	1,539.28	1,581.26

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"	Volumen Molde	0.01000 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	26.29	26.20	26.41	
B	Peso del Molde	kg	5.82	5.82	5.82	
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	kg	20.47	20.38	20.59	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	kg/m³	2,046.05	2,037.05	2,058.04	2,047.05
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	29.43	28.41	30.81	
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	kg	23.61	22.59	24.99	
G	PESO UNITARIO SUELTO $G = F / \text{Vol. Molde}$	kg/m³	2,359.90	2,257.95	2,497.84	2,371.90



MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS


Gerlyn G. Abal Garcia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.º 130756

Gravedad específica y absorción – Agregado Fino.

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF		
NORMA	MTC E 205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	2006/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	2006/2025

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (P _{ss})	g	500.00	500.00	500.00	
B	Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	g	1,296.83	1,297.81	1,296.96	
C	Peso del frasco + Agua + P _{ss} , C = A + B	g	1,796.83	1,797.81	1,796.96	
D	Peso del frasco + P _{ss} + Agua hasta la marca de 500ml	g	1,995.62	1,805.85	1,605.64	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío, E = C - D	cm ³	201.21	191.96	190.52	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	494.53	494.96	493.34	
G	Volumen de masa, G = E - (A - F)	cm ³	195.74	186.52	183.86	
H	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $H = F / E$	gr/cm ³	2.46	2.58	2.59	2.54
I	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $I = A / E$	gr/cm ³	2.48	2.60	2.62	2.57
J	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $J = F / G$	gr/cm ³	2.53	2.65	2.68	2.62
K	ABSORCIÓN $K = [(A - F) / F] \cdot 100$	%	1.11%	1.10%	1.13%	1.19%



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Gerlyn G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
REG. C. I. 130756

MONTAÑA

Peso específico y absorción – Agregado Grueso.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG		
NORMA	MTC E206 / ASTM C 127 / NTP 400.021		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/06/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/06/2025

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	gr	3,041.04	3,060.04	3,076.04	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	gr	1,872.04	1,896.04	1,878.04	
C	Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1,169.00	1,164.00	1,198.00	
D	Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)	gr	3,020.04	3,038.04	3,030.04	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm ³	1,148.00	1,142.00	1,152.00	
F	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $F = D / C$	gr/cm ³	2.58	2.61	2.53	2.57
G	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $G = A / C$	gr/cm ³	2.60	2.63	2.57	2.60
H	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $H = D / E$	gr/cm ³	2.63	2.66	2.63	2.64
I	ABSORCIÓN $I = [(A - D) / D] * 100$	%	0.70%	0.72%	1.52%	0.98%



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abel Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C. 130756

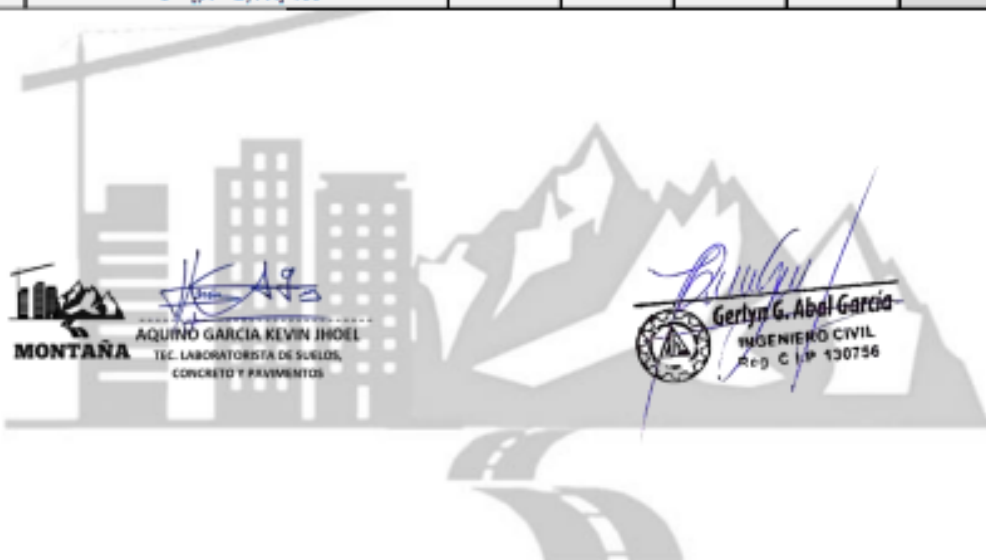
MONTAÑA

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/06/2025
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/06/2025

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr	5,006.00	5,004.00	5,008.00	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3,247.21	3,146.10	3,451.14	
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES	%	35.13%	37.13%	31.09%	34.45%
	$C = [(A - B) / A] * 100$					



MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
 T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

MONTAÑA
 Gerlyn G. Abal Garcia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. I. P. 130756

MONTAÑA



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

MÉTODO ACI

1) RESUMEN DE DATOS

Resistencia Especificada (f'_{cd})	210 kg/cm ²	Desviación Estándar (S)	84 kg/cm ²
Uso (Tipo de Estructura)	Columnas	Asestamiento (Usd)	3 a 4 Pulgadas
Consistencia	Pelada	Asestamiento (Con consistencia)	3 a 4 Pulgadas
Condición de Exposición	Sin Aire Incorporado		
Condiciones Específicas de Exposición	Sin Condición Especial		
Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfato	No		

2) MATERIALES

CEMENTO	APU GU	Peso Específico	314 g/cm ³
AGUA	Pedale		
AGREGADO FINO			
Peso Específico	2.630 g/cm ³		
Absorción	1.18%		
Contenido de Humedad	1.35%		
Módulo de Finura	2.72		
AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"		
Peso Específico	2.64 g/cm ³		
Peso Seco Compactado	2047.047 kg/m ³		
Absorción	0.93%		
Contenido de Humedad	0.68%		

3) DESARROLLO

1) DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

$$f'_{cr} = 206.000 \text{ kg/cm}^2$$

2) SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

$$TMN = 3/4"$$

3) SELECCIÓN DEL ASESTAMIENTO

$$\text{Slump} = 3 \text{ a } 4 \text{ Pulgadas}$$

4) VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

$$205 \text{ Litro}$$

5) CONTENIDO DE AIRE

$$2.0 \%$$

6) RELACIÓN AGUA / CEMENTO

$$a/c \text{ Por Resistencia} = 0.58$$

$$a/c \text{ Por Durabilidad}$$

$$A/C \text{ de diseño es } 0.58$$

7) FACTOR CEMENTO

$$367.384 \text{ kg/m}^3$$

$$6.64 \text{ kg/m}^3$$

8) CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

$$\text{Vol. A.G. Seco Compactado} = 0.63$$

$$\text{Peso Agr. Grueso Seco} = 1265.546 \text{ kg/m}^3$$

9) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

$$\text{Cemento} = 0.117 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.03 \text{ m}^3$$

$$\text{Agr. Grueso} = 0.467 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ Volúmenes Absolutos} = 0.632 \text{ m}^3$$

10) CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Vol. Absoluto Agr. Fino} = 0.171 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso Agr. Fino Seco} = 446.066 \text{ kg/m}^3$$

11) VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

$$\text{Cemento} = 367.384 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 205.000 \text{ Litro/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Seco} = 446.066 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 1265.546 \text{ kg/m}^3$$



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C. 130756

② CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

AGREGADO FINO

Contenido de Humedad	1.352%
Peso Húmedo A.F.	454.156 kg/m ³

AGREGADO GRUESO

Contenido de Humedad	0.658%
Peso Húmedo A.G.	1294.003 kg/m ³

HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

H.S. Agregado Fino	0.966%
H.S. Agregado Grueso	-0.0327%

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

A.H. Agregado Fino	0.744	L/m ³
A.H. Agregado Grueso	4.131	L/m ³
	-3.387	L/m³
Agu a Efectiva	266.387	L/m³

PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Cemento	367.384	kg/m ³	=	367	kg/m ³
Agua Efectiva	266.387	L/m ³	=	266	L/m ³
Agregado Fino Húmedo	454.156	kg/m ³	=	454	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	1294.003	kg/m ³	=	1294	kg/m ³

③ PROPORCIÓN EN PESO

CEMENTO	1
AGREGADO FINO	1.316
AGREGADO GRUESO	3.552
AGUA	24.108

DOSIFICACIÓN	1 : 1.316 : 3.552 : 24.108 Litros/Bolsa
---------------------	--

Relación Agua/Cemento de Diseño	0.556
Relación Agua/Cemento Efectiva	0.567 Corregida

④ PESO POR TONDA DE UN BAGO O BOLSA

Peso de 1 bolsa de Cemento	42.50kg	
Cemento	42500	kg/bolsa
Agua Efectiva	24108	L/bolsa
Agregado Fino Húmedo	52530	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	140685	kg/bolsa

APLICACIÓN

① CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN

DIMENSIONES				N° VECES	VOLUMEN m ³	Considerar Volumen
LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	ÁREA CIRCUNFERENCIA			
		0.20	0.10	15	0.02	CUNDRIO (área)
					0.00	CUNDRIO
					0.00	CUNDRIO
					0.00	CUNDRIO
					0.00	CUNDRIO
					0.00	CUNDRIO
				TO TAL	0.02 m³	

⇒ Cemento	734	kg	Adicionando	5.44	kg
⇒ Agua	4.16	L	15 %	4.78	L
⇒ Agregado Fino	506	kg		10.44	kg
⇒ Agregado Grueso	25.86	kg	de Desperdicio	26.76	kg



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Gerlyn G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 130756

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto patrón

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILINDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO DE CURADO CLÁSICO VERSUS LA UTILIZACIÓN DE BAMBÚ COMO MÉTODO DE CURADO PARA CONCRETO F'C 210"
SOLICITA:	Bach. George Emilio Pacheco Trujillo
FECHA:	JULIO DE 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm²)	
M-1	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.64 kn	17,094.56 kg	10.000	20.000	78.540	217.65 kg/cm²
M-2	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.38 kn	17,068.04 kg	10.000	20.000	78.540	217.32 kg/cm²
M-3	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.42 kn	17,072.12 kg	10.000	20.000	78.540	217.37 kg/cm²
M-4	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.61 kn	17,091.50 kg	10.000	20.000	78.540	217.62 kg/cm²
M-5	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.53 kn	17,083.34 kg	10.000	20.000	78.540	217.51 kg/cm²
M-6	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.54 kn	17,084.36 kg	10.000	20.000	78.540	217.52 kg/cm²
M-7	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.59 kn	17,089.46 kg	10.000	20.000	78.540	217.59 kg/cm²
M-8	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.41 kn	17,071.10 kg	10.000	20.000	78.540	217.36 kg/cm²
M-9	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.66 kn	17,096.60 kg	10.000	20.000	78.540	217.68 kg/cm²
M-10	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.51 kn	17,081.30 kg	10.000	20.000	78.540	217.49 kg/cm²
M-11	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.45 kn	17,075.18 kg	10.000	20.000	78.540	217.41 kg/cm²
M-12	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.55 kn	17,085.38 kg	10.000	20.000	78.540	217.54 kg/cm²
M-13	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.43 kn	17,073.14 kg	10.000	20.000	78.540	217.38 kg/cm²
M-14	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.41 kn	17,071.10 kg	10.000	20.000	78.540	217.36 kg/cm²
M-15	PATRÓN	24/06/2025	22/07/2025	28 días	167.51 kn	17,081.30 kg	10.000	20.000	78.540	217.49 kg/cm²

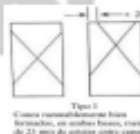
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

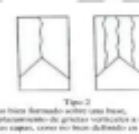
f'c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

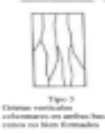
A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Concreto naturalmente frías
frías, en ambos lados, menos
de 25 mm de grueso entre capas



Tipo 2
Concreto frías formado sobre una base,
desplazamiento de grietas verticales a través
de las capas, como no frías dañadas en la otra
base



Tipo 3
Concreto naturalmente
uniformemente en ambos lados,
como no frías dañadas



Tipo 4
Frías diagonales en grietas en las



Tipo 5
Frías de todo en los frías



Tipo 6
Módulo al Tipo 3 pero el terminal

f'c PROMEDIO

217.48 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abel Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C. P. 130756

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto con láminas de bambú.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO DE CURADO CLÁSICO VERSUS LA UTILIZACIÓN DE BAMBÚ COMO MÉTODO DE CURADO PARA CONCRETO F'C 210"
SOLICITA:	Bach. George Emilio Pacheco Trujillo
FECHA:	JULIO DE 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN (BAMBU)	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm2)	
M-1	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.33 kn	15,737.03 kg	10.000	20.000	78.540	200.37 kg/cm²
M-2	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.58 kn	15,762.93 kg	10.000	20.000	78.540	200.70 kg/cm²
M-3	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.84 kn	15,788.73 kg	10.000	20.000	78.540	201.03 kg/cm²
M-4	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.09 kn	15,814.63 kg	10.000	20.000	78.540	201.36 kg/cm²
M-5	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.34 kn	15,840.43 kg	10.000	20.000	78.540	201.69 kg/cm²
M-6	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.60 kn	15,866.33 kg	10.000	20.000	78.540	202.02 kg/cm²
M-7	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.85 kn	15,892.13 kg	10.000	20.000	78.540	202.34 kg/cm²
M-8	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.11 kn	15,918.03 kg	10.000	20.000	78.540	202.67 kg/cm²
M-9	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.36 kn	15,943.93 kg	10.000	20.000	78.540	203.00 kg/cm²
M-10	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.61 kn	15,969.73 kg	10.000	20.000	78.540	203.33 kg/cm²
M-11	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.87 kn	15,995.63 kg	10.000	20.000	78.540	203.66 kg/cm²
M-12	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.12 kn	16,021.42 kg	10.000	20.000	78.540	203.99 kg/cm²
M-13	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.37 kn	16,047.32 kg	10.000	20.000	78.540	204.32 kg/cm²
M-14	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.63 kn	16,073.12 kg	10.000	20.000	78.540	204.65 kg/cm²
M-15	LAMINAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.88 kn	16,099.02 kg	10.000	20.000	78.540	204.98 kg/cm²

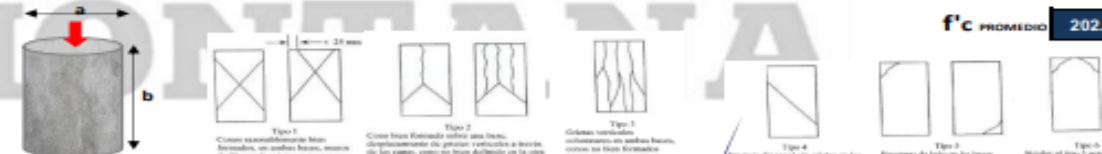
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 202.67 kg/cm²

Gerlyn G. Abel Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 130756

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto con mallas de bambú.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTG E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO DE CURADO CLÁSICO VERSUS LA UTILIZACIÓN DE BAMBÚ COMO MÉTODO DE CURADO PARA CONCRETO F'C 210"
SOLICITA:	Bach. George Emilio Pacheco Trujillo
FECHA:	JULIO DE 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN (BAMBU)	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
							Diámetro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm2)	
M-1	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	153.79 kn	15,681.97 kg	10.000	20.000	78.540	199.67 kg/cm²
M-2	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	153.96 kn	15,699.61 kg	10.000	20.000	78.540	199.89 kg/cm²
M-3	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.14 kn	15,717.25 kg	10.000	20.000	78.540	200.12 kg/cm²
M-4	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.31 kn	15,734.89 kg	10.000	20.000	78.540	200.34 kg/cm²
M-5	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.48 kn	15,752.43 kg	10.000	20.000	78.540	200.57 kg/cm²
M-6	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.65 kn	15,770.07 kg	10.000	20.000	78.540	200.79 kg/cm²
M-7	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	154.83 kn	15,787.71 kg	10.000	20.000	78.540	201.01 kg/cm²
M-8	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.00 kn	15,805.35 kg	10.000	20.000	78.540	201.24 kg/cm²
M-9	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.17 kn	15,822.99 kg	10.000	20.000	78.540	201.46 kg/cm²
M-10	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.35 kn	15,840.63 kg	10.000	20.000	78.540	201.69 kg/cm²
M-11	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.52 kn	15,858.27 kg	10.000	20.000	78.540	201.91 kg/cm²
M-12	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.69 kn	15,875.81 kg	10.000	20.000	78.540	202.14 kg/cm²
M-13	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	155.86 kn	15,893.45 kg	10.000	20.000	78.540	202.36 kg/cm²
M-14	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.04 kn	15,911.09 kg	10.000	20.000	78.540	202.59 kg/cm²
M-15	MALLAS	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.21 kn	15,928.73 kg	10.000	20.000	78.540	202.81 kg/cm²

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga

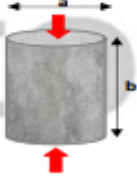


Figura 1

Cilindro de concreto con malla de bambú, sección de 20 mm de grueso entre capas

Figura 2

Cilindro de concreto con malla de bambú, desplazamiento de grutas y mallas a través de los ejes, como se vea detallado en la foto

Figura 3

Grutas y mallas de bambú, como se vea detallado en la foto

Figura 4

Fractura de concreto con grutas en los ejes

Figura 5

Fractura de concreto en los ejes

Figura 6

Detalle de tipo 7 para el ensayo



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Gerly G. Abol García
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 130756

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

94

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto con triturado de bambú.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO DE CURADO CLÁSICO VERSUS LA UTILIZACIÓN DE BAMBÚ COMO MÉTODO DE CURADO PARA CONCRETO F'C 210"
SOLICITA:	Bach. George Emilio Pacheco Trujillo
FECHA:	JULIO DE 2025
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN (BAMBU)	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
							Díametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm2)	
M-1	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	156.99 kn	16,008.27 kg	10.000	20.000	78.540	203.82 kg/cm²
M-2	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.12 kn	16,021.93 kg	10.000	20.000	78.540	204.00 kg/cm²
M-3	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.26 kn	16,035.70 kg	10.000	20.000	78.540	204.17 kg/cm²
M-4	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.39 kn	16,049.36 kg	10.000	20.000	78.540	204.35 kg/cm²
M-5	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.53 kn	16,063.03 kg	10.000	20.000	78.540	204.52 kg/cm²
M-6	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.66 kn	16,076.69 kg	10.000	20.000	78.540	204.69 kg/cm²
M-7	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.80 kn	16,090.46 kg	10.000	20.000	78.540	204.87 kg/cm²
M-8	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	157.93 kn	16,104.12 kg	10.000	20.000	78.540	205.04 kg/cm²
M-9	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.06 kn	16,117.79 kg	10.000	20.000	78.540	205.22 kg/cm²
M-10	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.20 kn	16,131.55 kg	10.000	20.000	78.540	205.39 kg/cm²
M-11	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.33 kn	16,145.22 kg	10.000	20.000	78.540	205.57 kg/cm²
M-12	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.47 kn	16,158.88 kg	10.000	20.000	78.540	205.74 kg/cm²
M-13	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.60 kn	16,172.54 kg	10.000	20.000	78.540	205.91 kg/cm²
M-14	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.74 kn	16,186.31 kg	10.000	20.000	78.540	206.09 kg/cm²
M-15	TRITURADO	24/06/2025	22/07/2025	28 días	158.87 kn	16,199.97 kg	10.000	20.000	78.540	206.26 kg/cm²

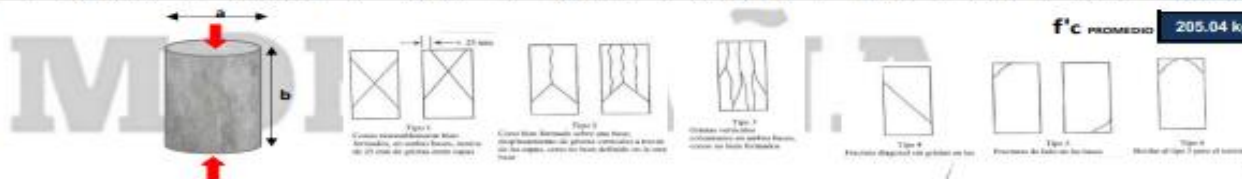
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc: Resistencia a la Compresión del Mortero

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 205.04 kg/cm²



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Gerly G. Abal García
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 130756

ANEXO 3

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

