

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones

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

AUTOR

Edinson Cunia Tocto

ASESOR

Alcibiades Bances Meza

Rioja, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	Edinson
Apellidos	Cunia Tocto
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	76921138
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	Alcibíades
Apellidos	Bances Meza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737
Número de Orcid (obligatorio)	https://orcid.org/0000-0003-0158-3407

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

Nombres	Víctor
Apellidos	Garcés Díaz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	32860015

Datos del segundo miembro

Nombres	Félix German
Apellidos	Delgado Ramírez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	22264222

Datos del tercer miembro

Nombres	Maiquel
Apellidos	López Silva
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	49087489

Datos de la obra

Materia*	fibras, concreto, resistencia, flexión, diseño
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 070-2024-UCSS-FI/TPICIV

**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
FILIAL RIOJA: NUEVA CAJAMARCA**

Los Olivos, 22 de agosto del 2024

Siendo las 15:01 horas del 22 de agosto del 2024, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

Efectos de las fibras de coco y la calathea lutea para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones

Por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

CUNIA TOCTO, EDINSON

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Mgr. GARCÉS DÍAZ, Víctor

Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German

Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel

Presidente

Secretario

Miembro

Siendo las 16:00 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

APROBADO

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CUNIA TOCTO, EDINSON el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,

.....
Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel
Miembro

.....
Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German
Secretario

.....
Mgr. GARCÉS DÍAZ, Víctor
Presidente

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Rioja, 20 de mayo de 2024

Señor
Víctor Garcés Díaz
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ingeniería - UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis / informe académico/ trabajo de investigación/ trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: Efectos de las fibras de coco y la calathea lutea para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones, presentado por CUNIA TOCTO, EDINSON (código de estudiante 2015101978 y DNI 76921138) para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 5 %**.* Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



BANCES MEZA, ALCIBIADES
DNI N°: 44127737
ORCID: 0000-0003-0158-3407
Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha dado la vida y ha guiado mi camino; a mis padres JUANA YSABEL TOCTO PEÑA y HIPOLITO CUNIA PEÑA por su apoyo incondicional durante toda mi formación profesional. A todos los miembros de mi familia por sus enseñanzas y palabras de aliento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y sabiduría, a mis padres por el apoyo incondicional, a los maestros por transmitirme sus conocimientos y experiencias durante la formación profesional, y a los amigos y familiares que contribuyeron al final de la investigación.

RESUMEN

La presente investigación determinó los efectos de las fibras de coco y la *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones, a fin de determinar los efectos causados en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto. Para ello se elaboró un diseño de mezcla a base de fibra de coco y de *Calathea Lutea* que fueron recolectadas en el distrito de Nueva Cajamarca. Se utilizó una metodología descriptiva, cuantitativa y experimental, así como la aplicación de técnicas de recolección de datos como fichas y formatos. Como principales resultados fueron que el prototipo que brindó mejores efectos al esfuerzo de compresión fue el prototipo I que contiene 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea*, llegando a la resistencia a la compresión a los 28 días de edad a los 227,20 MPa siendo mayor al prototipo inicial en un 3,35 %. La resistencia a flexión fue favorable con la incorporación de 1 % fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea* obteniendo módulo de rotura de 21,58 MPa, siendo mayor en 1,17 % al prototipo inicial.

Palabras clave: fibras, concreto, resistencia, flexión, diseño

ABSTRACT

The present investigation determined the effects of coconut fibers and Calathea Lutea to improve the mechanical properties of hydraulic concrete in buildings, in order to determine the effects caused on the workability, compressive strength and flexural strength of the concrete. For this, a mixture design was developed based on coconut fiber and Calathea Lutea that were collected in the Nueva Cajamarca district. A descriptive, quantitative and experimental methodology was used, as well as the application of data collection techniques such as sheets and formats. The main results were that the prototype that provided the best effects on the compressive stress was prototype I, which contains 0.25% coconut fiber and 0.25% Calathea Lutea fiber, reaching the compressive strength at 28 days of age at 227.20 MPa, being 3.35% greater than the initial prototype. The flexural strength was favorable with the incorporation of 1% coconut fiber and 1% Calathea Lutea fiber, obtaining a modulus of rupture of 21.58 MPa, being 1.17% higher than the initial prototype.

Keywords: fibers, concrete, resistance, bending, design

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLA	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la Problemática	3
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.2.1. Problema Principal	4
1.2.2. Problema Secundario.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1. Objetivo Principal.....	4
1.3.2. Objetivo Secundario	4
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	4
Práctica.....	4
Social.....	5
Económica.....	5
Importancia.....	5
1.5. Delimitación del Área de Investigación.....	6
Delimitación del Contenido	6
Delimitación Espacial	6
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes Nacionales e Internacionales	7
2.2 Bases Teóricas	9
Fibras Naturales.....	9
Fibra de Estopa de Coco.....	11
Fibra de Calathea Lutea.....	15

Concreto Hidráulico	18
Diseño de mezclas del concreto	22
Curado del concreto	25
Curado inicial.....	26
Curado final.....	26
2.3 Definición de términos básicos	26
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1 Hipótesis Principal	28
3.2 Hipótesis Secundarias	28
3.3 Variables e Indicadores.....	28
Variable Independiente	28
Variable Dependiente.....	28
3.4 Operacionalización de las Variables	29
CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	31
4.1 Diseño de Ingeniería	31
Cuantitativo	31
Experimental	31
Descriptiva y correlacional.....	32
4.2 Métodos y Técnicas del Proyecto.	32
4.3 Diseño Estadístico.....	33
4.4 Técnicas e Instrumentos de investigación.....	33
Instrumentos	33
CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL	35
5.1 Proyecto Piloto, Pruebas, Ensayos, Prototipos, Modelamiento.	35
Pruebas de Campo.....	35
Extracción de las muestras de fibras de coco	37
Extracción de las Muestras de Fibra de Calathea Lutea.....	38
Ensayos Físicos y Mecánicos en el Proyecto Especial Alto Mayo – Nueva Cajamarca.	38
Ensayo Químico de los Agregados en el Laboratorio Proyecto Especial Alto Mayo..	46
Prototipos de la Investigación	46
Modelamiento.....	53
5.2 Aplicación Estadística.....	56
Análisis Descriptivo	58

Análisis Descriptivo	59
Análisis descriptivo	62
Análisis del X^2	62
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	67
6.1 Beneficios no Financieros.....	67
6.2 Evaluación del Impacto Social y/o Ambiental.....	67
6.3 Evaluación Económica - Financiera	67
Costo de un m ³ de Concreto Convencional.....	67
Costo de un m ³ de Concreto Adicionada Fibra.....	68
CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
7.1 Resultados.....	70
Resultados de las Propiedades de los Agregados.....	70
Resultados del Diseño de Mezclas	74
Resistencia a la Compresión del Concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la Incorporación de la Fibra de Coco y la Fibra de la Calathea Lutea al 0,25 %, 0,5 %, 1 % 1,5 % en Relación al Peso del Cemento.....	76
Resistencia a la Flexión del Concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la Incorporación de la Fibra de Coco y la Fibra de la Calathea Lutea al 0,5 % y 1 %.....	88
7.2 Conclusiones.....	90
7.3 Recomendaciones	91
Referencias	92
Anexos.....	98

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 <i>Propiedades mecánicas de las fibras naturales</i>	11
Tabla 2 <i>Características físicas de la fibra de coco</i>	13
Tabla 3 <i>Composición química de la fibra de coco</i>	13
Tabla 4 <i>Propiedades mecánicas de la fibra de coco</i>	14
Tabla 5 <i>Tipos de cemento portland</i>	21
Tabla 6 <i>Clasificación de los agregados por su tamaño</i>	22
Tabla 7 <i>Datos necesarios para el diseño de mezclas</i>	23
Tabla 8 <i>Consistencia y asentamiento</i>	23
Tabla 9 <i>Requerimientos aproximados de agua y contenido de aire</i>	24
Tabla 10 <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	25
Tabla 11 <i>Relación agua/cemento</i>	25
Tabla 12 <i>Operacionalización de variables</i>	29
Tabla 13 <i>Métodos y técnicas del proyecto</i>	32
Tabla 14 <i>Proporción de materiales en peso para 1 m³</i>	47
Tabla 15 <i>Volumen para 1 m³</i>	48
Tabla 16 <i>Proporción de materiales en peso para 1 m³</i>	48
Tabla 17 <i>Proporción en volumen para 1 m³</i>	49
Tabla 18 <i>Mezcla para 1 m³ de concreto</i>	49
Tabla 19 <i>Proporción en volumen para 1 m³ de concreto</i>	50
Tabla 20 <i>Proporción de materiales en peso para 1 m³</i>	51
Tabla 21 <i>Proporción en volumen para 1 m³ de concreto</i>	51
Tabla 22 <i>Proporción de materiales en peso para 1 m³ de concreto</i>	52
Tabla 23 <i>Proporción en volumen para 1 m³ de concreto</i>	52
Tabla 24 <i>Resistencia a compresión promedio de 5 probetas a los 7,14 y 28 días</i>	56
Tabla 25 <i>Resistencia a flexión de los testigos a los 7,14 y 28 días</i>	59
Tabla 26 <i>Resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días</i>	60
Tabla 27 <i>Especificaciones técnicas de los testigos sometidos a la resistencia a compresión</i>	61
Tabla 28 <i>Resultados del Chi cuadrado (X²) calculado sobre los efectos de las fibras</i>	63
Tabla 29 <i>Chi cuadrado (X²) en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico</i>	64
Tabla 30 <i>Distribución del Chi cuadrado</i>	64

Tabla 31 <i>Costo por m³ de concreto convencional</i>	68
Tabla 32 <i>Costo de un m³ de concreto adicionado 1,00 % fibra</i>	69
Tabla 33 <i>Propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados</i>	70
Tabla 34 <i>Propiedades físicas, mecánicas y químicas de las fibras de coco y la Calathea Lutea</i>	71
Tabla 35 <i>Granulometría del agregado fino</i>	71
Tabla 36 <i>Granulometría del agregado grueso</i>	73
Tabla 37 <i>Resumen de diseño de mezclas – sin incorporación de fibra</i>	74
Tabla 38 <i>Resumen de diseño de mezclas</i>	75
Tabla 39 <i>Diseño de mezclas – con adición de 1 % y 1,5 % de fibra coco y Calathea Lutea</i>	75
Tabla 40 <i>Resistencia a compresión del prototipo inicial sin incorporación de fibra</i>	76
Tabla 41 <i>Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo inicial</i>	77
Tabla 42 <i>Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo I con 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % fibra de Calathea Lutea</i>	78
Tabla 43 <i>Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo I</i>	79
Tabla 44 <i>Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo II con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % fibra de Calathea Lutea</i>	80
Tabla 45 <i>Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo II</i>	81
Tabla 46 <i>Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo III con 1 % de fibra de coco y 1 % fibra de Calathea Lutea</i>	82
Tabla 47 <i>Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo III</i>	83
Tabla 48 <i>Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % fibra de Calathea Lutea</i>	84
Tabla 49 <i>Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo IV</i>	85
Tabla 50 <i>Comparación de las resistencias a la compresión con el prototipo inicial</i>	87
Tabla 51 <i>Resistencia a la flexión de prototipo inicial a los días de rotura</i>	88
Tabla 52 <i>Resistencia a flexión en viguetas con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % fibra de Calathea Lutea</i>	88

Tabla 53 <i>Resistencia a la flexión en viguetas con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de Calathea Lutea</i>	89
Tabla 54 <i>Propiedades físicas, mecánicas y químicas de las fibras de coco y la Calathea Lutea</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Clasificación de las fibras según su origen</i>	10
Figura 2 <i>Estructura del fruto de coco</i>	12
Figura 3 <i>Proceso de extracción de la fibra de coco</i>	15
Figura 4 <i>Planta de Calathea Lutea</i>	16
Figura 5 <i>Fibras de Calathea Lutea</i>	17
Figura 6.....	20
Figura 7 <i>Recolección de agregados finos de la cantera cerro Calero</i>	36
Figura 8 <i>Recolección del agregado grueso de la cantera cerro Calero</i>	36
Figura 9 <i>Recolección de la estopa de coco</i>	37
Figura 10 <i>Forma manual las fibras de coco</i>	37
Figura 11 <i>Extracción de las fibras de Calathea lutea</i>	38
Figura 12 <i>Ensayo del agregado grueso</i>	39
Figura 13 <i>Peso unitario suelto del agregado grueso</i>	39
Figura 14 <i>Ensayo del agregado fino</i>	40
Figura 15 <i>Peso unitario suelto del agregado fino</i>	40
Figura 16 <i>Resultado de absorción del agregado fino</i>	41
Figura 17 <i>Ensayo de absorción del agregado grueso</i>	41
Figura 18 <i>Absorción de la fibra de coco y Calathea Lutea</i>	42
Figura 19 <i>Peso específico del agregado fino</i>	42
Figura 20 <i>Humedad natural de los agregados</i>	43
Figura 21 <i>Análisis de humedad natural de la fibra de coco</i>	43
Figura 22 <i>Análisis de humedad natural de la fibra de Calathea lutea</i>	44
Figura 23 <i>Muestras para el ensayo granulométrico</i>	44
Figura 24 <i>Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino</i>	45
Figura 25 <i>Ensayo granulométrico del agregado grueso</i>	45
Figura 26 <i>Ensayo de cloruros</i>	46
Figura 27 <i>Ensayos de sulfatos</i>	46
Figura 28 <i>Saturación de testigos (cilíndricos) de concreto</i>	53
Figura 29 <i>Saturación de testigos (tipo viga) de concreto</i>	53
Figura 30 <i>Prensa digital serie 298 - modelo TCP 129</i>	54
Figura 31 <i>Prensa hidráulica de fabricación americana marca FORNEY</i>	54
Figura 32 <i>Falla a la compresión de los testigos de concreto</i>	55
Figura 33 <i>Fractura dentro del tercio central de la viga</i>	55

Figura 34 <i>Tipos de falla a flexión</i>	56
Figura 35 <i>Resistencia a la compresión promedio de los prototipos a los 7, 14 y 28 días de curado</i>	57
Figura 36 <i>Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días</i>	59
Figura 37 <i>Resistencia a compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de curado</i>	62
Figura 38 <i>Chi cuadrado sobre efectos de las fibras de coco y Calathea Lutea</i>	65
Figura 39 <i>Chi cuadrado sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico</i>	66
Figura 40 <i>Curva granulométrica del agregado fino</i>	72
Figura 41 <i>Curva granulométrica del agregado grueso</i>	74
Figura 42 <i>Función lineal de la resistencia a la compresión del prototipo inicial</i>	77
Figura 43 <i>Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 0,25 % de fibras de coco y 0,25 % de fibras de Calathea Lutea en función de los días de rotura</i> .80	
Figura 44 <i>Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 0,5 % de fibras de coco y 0,5 % de fibras de Calathea Lutea en función a los días de rotura</i>	82
Figura 45 <i>Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 1 % de fibras de coco y 1 % de fibras de Calathea Lutea en función a los días de rotura</i>	84
Figura 46 <i>Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 1,5 % de fibras de coco y 1,5 % de fibras de Calathea Lutea en función a los días de rotura</i>	86
Figura 47 <i>Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 0,25 % - 1,5 % de fibra de coco y 0,25 % - 1,5 % de fibra de Calathea Lutea en función a los días de rotura</i>	87

INTRODUCCIÓN

El lugar de estudio se ubica en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, Departamento San Martín, en la zona se lleva a cabo la elaboración de un nuevo diseño de mezclas adicionado con fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas de un concreto hidráulico. Se inicia un proceso de búsqueda de materiales que permitan solucionar problemas presentados en la ingeniería civil en cuanto a concretos hidráulicos se refiera, conociendo de esta manera el grado de dureza y resistencia que aportan estos materiales en relación a sus dosificaciones utilizadas en el diseño de mezclas.

El capítulo I aborda la realidad problemática la cual se evidencia en el distrito de Nueva Cajamarca de las cuales se ha generado el planteamiento de un problema principal desplazándose a problemas secundarios, basado en esa problemática se ha determinado el objetivo principal y los objetivos secundarios del proyecto de investigación teniendo como justificaciones metodológicas, prácticas, sociales y económicas, de igual manera su importancia de la investigación y basada a una limitación del estudio.

Capítulo II presenta los antecedentes nacionales e internacionales los cuales pueden contribuir como lineamientos a seguir en la parte experimental de la investigación así mismo bajo los conocimientos teóricos de las variables de estudio dentro de la investigación y la definición conceptual de algunos términos.

Capítulo III se expone la hipótesis principal e hipótesis secundarias, así mismo las variables de estudio y la operacionalización de variables para el desarrollo de la investigación.

Capítulo IV la presente investigación estará basada en lineamientos propuestos por la universidad en base a un diseño de investigación científico, de los cuales se va tener métodos y técnicas para poder realizar el desarrollo propuesto, así mismo contará con un diseño estadístico y, las técnicas y herramientas para la obtención de los gráficos de la investigación.

Capítulo V la presente investigación consiste en realizar pruebas de campo, ensayos de laboratorio, prototipos de la forma experimental y el modelamiento sometidos a esfuerzos para determinar la resistencia y la durabilidad de los prototipos del diseño. Así mismo se realizará la aplicación estadística de los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos realizados.

Capítulo VI la investigación describe los beneficios no financiados los cuales son asumidos por el tesista; así mismo se realizará el impacto social y ambiental que pueden

influir en la investigación y del mismo modo se realizará una valorización económica de toda la investigación.

Capítulo VII se presenta todos resultados del laboratorio de ensayos físicos, mecánicos y químicos, los resultados de los prototipos con sus respectivas dimensiones, junto a ello el diseño de mezcla adicionado fibras de coco y *Calathea Lutea*, como también las pruebas de rotura realizados a los 7, 14, y 28 días. Así mismo se describen las conclusiones en relación a los objetivos y recomendaciones para futuras investigaciones. Seguidamente se originan las referencias bibliográficas o las fuentes de información de donde se ha extraído la información, las normativas, libros, artículos, páginas web y tesis.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la Problemática

El concreto es ampliamente empleado en la industria de la construcción, lo que ha impulsado investigaciones orientadas a revolucionar los componentes convencionales del concreto, estas innovaciones se emplean con la finalidad de que no comprometan sus propiedades mecánicas, es decir, que mantengan o incluso superen su desempeño habitual; en este contexto, la incorporación de materiales reciclados y fibras surge como una alternativa promisoriosa; además esta elección no solo contribuiría a reducir la contaminación y minimizar el consumo de materias primas, sino que también tendría un impacto positivo en el entorno ambiental. (Nuntón et al., 2022)

En el Perú en la actualidad a pesar del crecimiento en el rubro de la construcción, aún hay muchas carencias en este sector, los materiales empleados para el diseño de concretos muchas veces no ayudan a alcanzar la resistencia requerida, generando deficiencias en los elementos estructurales de las viviendas.

El distrito de Nueva Cajamarca es un lugar donde se consume el coco como fuente hidratante y la *Calathea Lutea* para la elaboración de magníficos platos oriundos de la selva peruana, lo que provoca la acumulación de estos residuos de lento deterioro dejados a la intemperie. En el Perú, la utilización de las fibras extraídas de estos residuos no es significativa para la construcción debido a la falta de conocimiento de sus características físicas, mecánicas y químicas. Sin embargo, en otros países, se emplea como una alternativa para maximizar la resistencia del concreto y reducir la contaminación ambiental.

Este estudio investigativo se lleva a cabo ante la necesidad de conseguir datos e información técnica sobre un nuevo diseño de mezclas con fibras de coco y *Calathea Lutea* para la elaboración de concretos hidráulicos en el distrito de Nueva Cajamarca, dado que la carencia de estos datos e información dificulta su aplicación en construcciones.

Con la presente investigación se espera obtener información que ayude a mejorar las condiciones del diseño del concreto con el uso de estas fibras naturales y a reducir los problemas ambientales, es por eso que se ha considerado apropiado elaborar concretos con fibras de coco y *Calathea Lutea* para producir concretos resistentes y livianos.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema Principal

¿Cuáles son los efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones?

1.2.2. Problema Secundario

¿Qué propiedades químicas y físicas de las fibras de coco y *Calathea Lutea* son las idóneas para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?

¿Cuáles son los efectos de la incorporación de fibra de coco y *Calathea Lutea* en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?

¿Qué diferencias existe entre la resistencia de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ convencional respecto a un concreto adicionando fibras de coco y *Calathea Lutea*?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo Principal

Determinar los efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones.

1.3.2. Objetivo Secundario

Definir las propiedades químicas y físicas de las fibras de coco y *Calathea Lutea* para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Analizar los efectos de la incorporación de fibra de coco y *Calathea Lutea* en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Determinar las diferencias de las resistencias de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ convencional respecto a un concreto adicionando fibras de coco y *Calathea Lutea*.

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

Práctica

En la presente investigación permite obtener un nuevo diseño de concreto a base de fibras de coco y *Calathea Lutea*, esta última resulta novedosa en diseños de concreto. Además, resulta de interés para los proyectos constructivos el poder contar con nuevos diseños de concretos a base de fibras ecológicas, así mismo, el material pétreo utilizado será cercano al lugar de estudio permitiendo la reducción de los costos en transporte. Del mismo modo se realizaron estudios de caracterización química y física de los agregados y

dosificación de diseños con fibra para determinar la resistencia de los testigos de concreto a los esfuerzos de compresión y flexión.

Social

La investigación se enfoca en desarrollar un nuevo material de construcción con adición de fibras de coco y *Calathea Lutea* que cumpla con las expectativas y garantías de un diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para usar en edificaciones de obras de ingeniería. Este proyecto beneficiará a todas aquellas personas involucradas en el sector de la construcción en Nueva Cajamarca y en otras regiones donde se pueda generalizar los resultados obtenidos en este estudio.

Económica

La incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* permite implementar la recolección de estas fibras, lo que beneficiará económicamente a los productores de dichas plantaciones. Además, se comparará el costo unitario de un m^3 de concreto convencional con costo unitario de un m^3 de concreto adicionado con fibras y se evaluará la mejor propuesta de diseño, permitiendo la reducción de los costos.

Ambiental

La utilización de fibras en esta investigación tiene un impacto ambiental y ecológico, ya que en muchos casos nos encontramos los desechos de estas fibras arrojados en lugares inapropiados trayendo consigo podredumbre y contaminación.

Importancia

La presente investigación está basada en metodologías aplicables para diseños de investigación cuantitativos, cualitativos y experimentales que ayudarán en el diseño y la incorporación de fibra de coco y *Calathea Lutea*. De esta manera, los materiales serán evaluados y analizados en laboratorios acreditados para poder determinar sus características físicas, químicas y mecánicas, así mismo es de suma importancia ya que dichos resultados de la investigación pudieran ser utilizados en el diseño de mezclas generando un impacto económico en la producción de concreto con la adición de fibra de coco y *Calathea Lutea*.

Por último, al no existir estudios anteriores donde hayan incorporado fibras de *Calathea Lutea* de manera conjunta con las fibras de coco, la investigación resulta ser novedosa, así mismo la investigación puede dar pasos para posteriores estudios de diseños de mezclas con fibras naturales que quieran complementar o evaluar algunas características

adicionales a esta investigación, ya que se brindará información sobre la metodología y los resultados obtenidos del nuevo diseño de mezclas con fibras de coco y *Calathea Lutea*.

1.5. Delimitación del Área de Investigación

Delimitación del Contenido

La presente investigación está basada a una investigación científica en los cuales se aplicará los lineamientos planteados por la universidad cuya línea de investigación es construcción y gestión de edificaciones, así mismo el campo de aplicación es el de reciclaje de materiales y tratamiento de residuos.

Delimitación Espacial

El lugar de estudio de la presente investigación es en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja y departamento de San Martín. Se encuentra a 875 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas datum WGS-84 de 244335,75 E y 9342809,15 S. Limita con la provincia de Moyobamba por el norte y el este; con la provincia de Rioja por el Sur; con el distrito de Pardo Miguel por el norte y con el distrito de Yurayacu por el oeste. Aunque puede ser generalizada a contextos similares.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Nacionales e Internacionales

Giler y López (2022), en su tesis titulada análisis de factibilidad de la incorporación de fibra del coco al mortero tradicional para mejorar sus capacidades mecánicas. El objetivo de la investigación fue elaborar un prototipo de mortero incorporando la fibra de coco, para verificar su factibilidad a la hora de sustituir al mortero tradicional. El método de la investigación fue experimental y consistió en manipular variables específicas en diferentes muestras, dejando algunos elementos estáticos, para determinar qué efectos tienen estas variaciones. Para lograr esto, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos a través de la observación de eventos y dispositivos de medición. Llegando a la conclusión que la dosificación del 2 % y 3 % de fibra de coco para el mortero es adecuada en términos de conformación porque, aunque no supera al mortero tradicional en muchos aspectos, puede alcanzar altas resistencias a la compresión. Por lo tanto, esta dosificación se puede usar en investigaciones con materiales similares.

Olave (2019) en su tesis titulada evaluación del efecto de la incorporación de fibra de coco en la retracción hidráulica del hormigón. El objetivo de la investigación fue la evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de coco en la resistencia a la compresión y retracción hidráulica del hormigón. La metodología de la investigación consistió en examinar el comportamiento mecánico del hormigón fibroreforzado con fibras de coco. Se analizó su resistencia a la compresión, flexotracción y retracción hidráulica utilizando la cantidad de fibras agregadas en lugar del contenido de árido en la mezcla de hormigón. El diseño de la investigación se dividió en tres etapas. En primer lugar, se describieron los materiales a utilizar, así como las variables independientes y dependientes. Después, se desarrolló un método para determinar la cantidad de muestras y las réplicas de muestras necesarias para llevar a cabo los ensayos. Por último, se presentaron los estudios realizados en el hormigón reforzado con fibra de coco, así como el equipo utilizado. Llegando a la conclusión que la incorporación de fibra de coco en porcentajes del 2 % y el 4 % de la masa de árido fino, así como en tamaños de 20 mm y 40 mm, tiene un impacto estadísticamente significativo. Los ensayos de retracción libre también demostraron que afecta negativamente la retracción hidráulica del hormigón. Por lo tanto, la fibra de coco no debe agregarse en proporción a la masa de árido fino.

Lara (2017) en su tesis sobre la determinación de los porcentajes óptimos de fibra de coco en hormigones hidráulicos. El objetivo general de la investigación fue comparar y evaluar la resistencia en el tiempo, estimar rendimiento económico y la durabilidad del hormigón como material de construcción con la integración de fibra de estopa de coco en su composición. La investigación aplicada es del tipo experimental, se ensayaron diferentes muestras considerando resistencias a la compresión y flexión para cada caso. Se han descrito los materiales necesarios para crear las muestras de prueba. Se han considerado diferentes porcentajes de fibra en la matriz de hormigón, que oscilan entre 0 % y 2 %. Llegando a la conclusión que con la adición de fibras de coco a la mezcla redujo el peso de los elementos de hormigón armado, con una reducción de peso promedio de alrededor del 21 % a un contenido de fibra de 1,5 % del volumen de hormigón, equivalente a una estructura liviana. La resistencia a la flexión aumenta en un 12 % con la adición de un 1,5 % de fibra a la mezcla. Como resultado, los edificios construidos con este concreto tendrán una mejor resistencia al sismo.

Mejia (2020) en su tesis titulada evaluar la fibra de estopa de coco para mejorar propiedades mecánicas del concreto en edificaciones de Tembladera – Cajamarca. El objetivo general de la investigación fue evaluar las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco. El diseño de la investigación fue evaluativo experimental, correlacional y transversal. Llegando a la conclusión que las fibras de estopa lograron un pH óptimo después del tratamiento con cal que le brinda protección a la fibra de alta alcalinidad. A los 28 días de edad, el ensayo a compresión de especímenes de concreto prismático con adición de fibra de estopa de coco del 2 %, 3,5 % y 5 % produjo valores 124,44 %, 131,81 % y 126,89 %, resultando que la adición la fibra produce un incremento de resistencia a flexión.

Ramírez (2018) en su tesis titulada efecto alelopático del extracto acuoso de *Calathea Lutea* sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de *Lactuca sativa*. El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto alelopático del extracto acuoso de *Calathea Lutea*, sobre el porcentaje de germinación de semillas y los parámetros de crecimiento de plántulas de *Lactuca sativa*. Llegando a la siguiente conclusión que el extracto acuoso de *Calathea Lutea*, tiene efecto alelopático negativo sobre los parámetros de crecimiento de las plántulas de *Lactuca sativa*. La hoja de *Calathea Lutea*, tiene la mayor concentración de inhibición sobre la germinación y los parámetros de crecimiento de las plántulas de *Lactuca sativa*.

Bacalla y Vega (2019), en su tesis sobre el estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando fibra natural de coco como material de construcción. El objetivo general de la investigación fue comparar la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando fibra natural de coco como aditivo al concreto, frente a un diseño tradicional. El diseño de la investigación es científico-descriptivo y experimental, lo que nos permitirá identificar y cuantificar los resultados para determinar los efectos que causa la fibra natural de coco. Llegando a la conclusión que a partir de los resultados de los testigos de concreto preparados con resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, adicionando el 3 %, 5 % y 8 % de fibra de coco en peso, que solo se obtienen diseños con 3 % de fibra de coco que cumplan con las especificaciones técnicas y los resultados de las pruebas físicas, mecánicas y químicas indican que la fibra de coco posee características mecánicas favorables como la dureza y la elasticidad, lo que podría aumentar la resistencia del concreto. La fibra de coco no contiene sustancias peligrosas y no es agresiva con el concreto en términos de propiedades químicas porque los resultados obtenidos estuvieron por debajo del límite permisible.

2.2 Bases Teóricas

Fibras Naturales

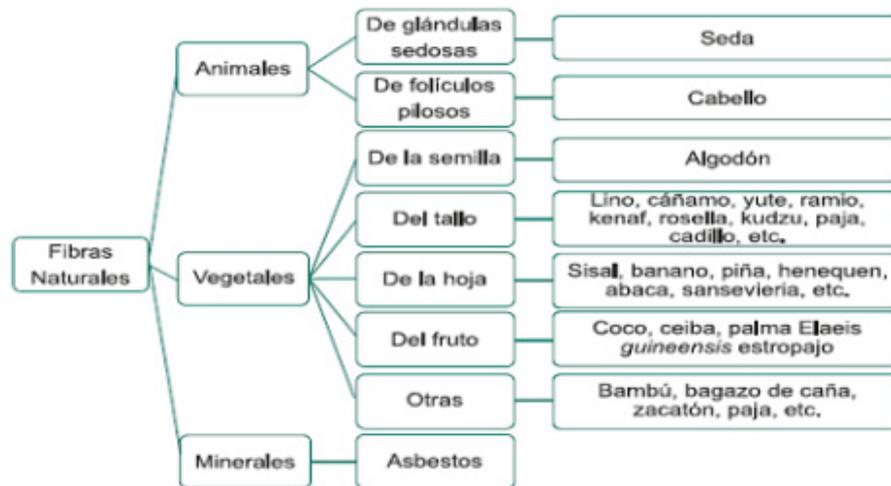
Estas fibras son abundantes, fáciles de obtener y esenciales para la industria actual, pueden ser vegetales, minerales o animales. El uso de fibras naturales es cada vez más importante en aplicaciones industriales, tecnologías de tejido textil, materiales compuestos, y actividades de construcción. (Mohanty et al., 2005, p. 18)

Las fibras naturales son aglomerados de moléculas que forman hilos muy resistentes a la tensión, tienen monómeros alineados uno al lado del otro en forma paralela compactando. Estos tipos de monómeros se encuentran en el algodón, la estopa de coco y la caña de azúcar. (Pineda y Nabarrete, 2017, p.11)

En la Figura 1 se presenta la clasificación de las fibras según su origen animal, vegetal o mineral. Así mismo, su procedencia de las fibras naturales y animales.

Figura 1

Clasificación de las fibras según su origen



Nota. Se muestra la clasificación de las fibras naturales según su origen animal, vegetal o mineral. Tomado de Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción (p. 40), por Paricaguán, (2015)

Fibras Vegetales. Según Irving (2010) son fibras obtenidas de las plantas y sus derivados, provenientes de semillas, frutos, hojas o tallos y están conformadas por un conjunto de células de gran resistencia mecánica compuestas principalmente por lignina y celulosa. (p. 59)

Las fibras vegetales son ampliamente utilizadas en la industria manufacturera para una variedad de finalidades porque tienen un período de crecimiento corto, son económicas e ilimitables, contienen elementos ambientalmente saludables y son más accesibles. Como resultado, su uso se debe principalmente a la intención de reemplazar los recursos no renovables y los químicos sintéticos. (Ahmad y Zhou, 2022)

Las fibras vegetales se encuentran en las plantas superiores, compuestas principalmente por fibrillas de celulosa encajadas en una matriz de lignina y alineadas a lo largo de la longitud de la fibra para aumentar la rigidez, la flexión y la resistencia a la tracción. (Deaquiz y Moreno, 2016, p. 32)

Propiedades Mecánicas de las Fibras Naturales. Según Paricaguán (2015) afirma que, las fibras naturales utilizadas para reforzar matrices de concreto deben tener características mecánicas específicas.

En la Tabla 1 se presentan las propiedades mecánicas de las principales fibras naturales que pueden ser empleadas como refuerzo en matrices de concreto.

Tabla 1

Propiedades mecánicas de las fibras naturales

Fibra	Densidad absoluta (g/cm³)	Resistencia última (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	Elongación de ruptura (%)	Absorción de agua (%)
Yute	1,02 -1.04	250 - 350	26 - 32	1,5 - 1,9	62
Lino	1,5	1000	100	1,8 – 2,2	7
Bambú	1,52	350 -500	33,40	-	40 - 45
Caña de azúcar	1,20 – 1,30	170 - 290	15 - 19	-	70-75
Sisal	1,5	280 - 568	13,26	3 - 5	60-70
Henequén	1,4	91 - 307	-	2,3 – 7,6	163,10
Plátano	0,298	83	1,4	5,9	276
Coco	1,12 – 1,15	120 - 200	19 - 26	10 - 25	130 - 180
Ramio	1,5	400 – 938	61,4 – 128	3,6 – 3,8	12 – 17
Cáñamo	1,4	690	35	1,6	8
Cabuya	1,3	305	7,5	4,96	-

Nota. Esta tabla muestra propiedades mecánicas de las principales fibras naturales. Adaptado de Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales (p. 35), por Trejos (2014)

Fibra de Estopa de Coco

La estopa de coco es el mesocarpio fibroso entre el epicarpio y el endocarpio compuesto por lignina y celulosa. Tiene rigidez y resistencia y representa el 22% del peso total de los frutos maduros. Es un material versátil que se puede usar como combustibles

domésticos, para producir cenizas que se utilizan como fertilizante, para cubrir el suelo para mantener la humedad y para prevenir el crecimiento de la hierba. (Villegas y Vélez, 2007)

Según Novoa (2005) define que la fibra de coco tiene una forma cilíndrica con paredes delgadas y extremos redondeados. Tiene un vaso anular helicoidal largo y un vaso de semilla pequeño. Es rico en cenizas, bajo en celulosa y pentosano y alto en lignina.

La fibra de coco es orgánica y biodegradable y tiene características como resistencia, durabilidad, efecto antibacteriano y buen aislamiento térmico y acústico. Además de ser reciclable y renovable, tiene características mecánicas, químicas y físicas superiores a las fibras de poliéster, lo que lo convierte en un material versátil para rellenos y acojinamientos industriales. (Trejos, 2014, p. 40)

En la Figura 2 se muestra la estructura que conforma al fruto de coco.

Figura 2

Estructura del fruto de coco



Nota. Se observa la estructura que componen al fruto de coco. Adaptado de la Industrialización de la fibra de coco (p. 28), por Quintanilla (2014)

Características Físicas de la Fibra de Coco. En la Tabla 2, se muestran las principales características físicas de las fibras de coco.

Tabla 2*Características físicas de la fibra de coco*

Contenido de humedad (% wt.)	Contenido de ceniza (% wt.)	Contenido de carbono (% wt.)	Absorción de agua (% wt.)	Diámetro promedio (μm)	Densidad [g/cm^3]
27,1	5,1	51,5	169	397	1,29

Nota. Esta tabla muestra las principales propiedades físicas de la fibra de coco. Adaptado de Propiedades mecánicas de una matriz de poliéster reforzada con fibra de coco comparadas con la misma matriz reforzada con fibra de vidrio (p.40), por Trejos (2014)

Composición Química y Propiedades Mecánicas de la Estopa de Coco. La composición química de las fibras es la variable más importante para determinar sus principales propiedades mecánicas. La fibra de coco tiene una de las mayores concentraciones de lignina y celulosa. La tensión y el módulo de Young aumentan a medida que aumenta el contenido de celulosa en la fibra. (Maya y Sabu, 2008)

En la Tabla 3 se presenta la composición química de la fibra de coco, con porcentajes expresados en composición molar.

Tabla 3*Composición química de la fibra de coco*

Lignina (%)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Densidad (kg/m^3)
68,9	32,2	16,8	1100 - 1300

Nota. Adaptado de Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción (p. 52), por Paricaguán (2015)

Las propiedades químicas y físicas de las fibras de estopa de coco varían según el lugar donde se cultivaron, el clima, los métodos de extracción y otros factores. La lignina y la hemicelulosa son los componentes principales de la fibra. (Goulart et al., 2000)

En la Tabla 4, se presentan las principales propiedades mecánicas de la fibra de coco.

Tabla 4*Propiedades mecánicas de la fibra de coco*

Resistencia a la tracción (MPa)	Módulo de Young (Gpa)	Elasticidad (%)	Absorción (%)
107	2,8	37,7	93,8-161

Nota. La tabla muestra las principales propiedades mecánicas de la fibra de coco. Adaptado de Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción (p. 52), por Paricaguán (2015)

Usos de las Fibras de Estopa de Coco. La parte fibrosa del fruto, mesocarpio y epicarpio conocida como estopa de coco se utiliza en una variedad de productos, como ropa fina resistente al agua de mar y en la fabricación de cuerdas, cepillos, sogas, alfombras, filtros, colchones y almohadas, entre otros. (Granados, y López 2002, p. 42)

Debido a sus características y estudios, la fibra de coco podría usarse en fibrocementos de coco y viviendas prefabricadas. Fibrocemento de Coco. El tablero de coco fibrocemento se fabrica con cemento y materiales fibrosos como la fibra de coco, las hojas y la madera triturada. Este tipo de paneles se pueden usar para construir muros de drywall, revestimientos de techos, soportes de base y encofrados de suelos. (Rojas, 2015, p. 24)

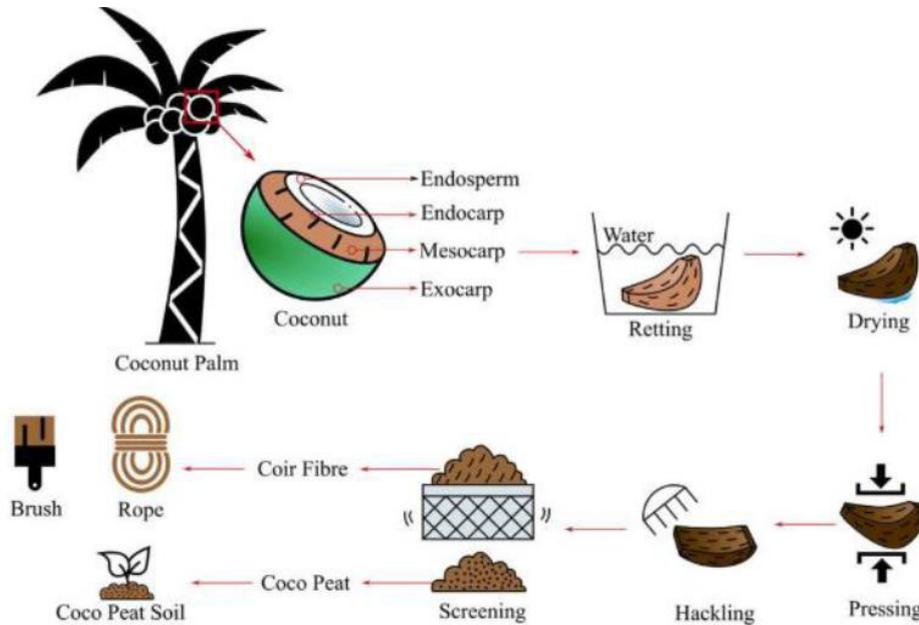
Viviendas Prefabricadas. Las ventajas de las viviendas prefabricadas incluyen un tiempo de ejecución más corto y un costo más bajo. Debido a los materiales utilizados para el aislamiento térmico-acústico, estas viviendas superan incluso a las casas de construcción convencionales en términos de comodidad y ahorro de energía, lo que reduce los gastos en la factura de calefacción o aire acondicionado. (Villegas y Vélez 2007, p. 20)

Extracción de las Fibras de Coco. El proceso de extracción de la fibra inicia después de la separación de las cáscaras de coco. Las cáscaras se almacenan en agua para un proceso de enfriamiento con agua, que permite la extracción y separación de las fibras mediante la degradación biológica de la pectina, que mantiene unidas las fibras. Para la eliminación de impurezas y tratado de la fibra de coco es importante disolver cal en agua de 10 g/l. (Inga, 2019, p. 31)

En la Figura 3 se presentan los procedimientos llevados a cabo para la extracción de la fibra de coco.

Figura 3

Proceso de extracción de la fibra de coco



Nota. En esta figura se presenta el proceso de extracción de la fibra de coco. Tomado de Effect of pine needle fibre reinforcement on the mechanical properties of concrete (p.37), por Long y Wang (2021).

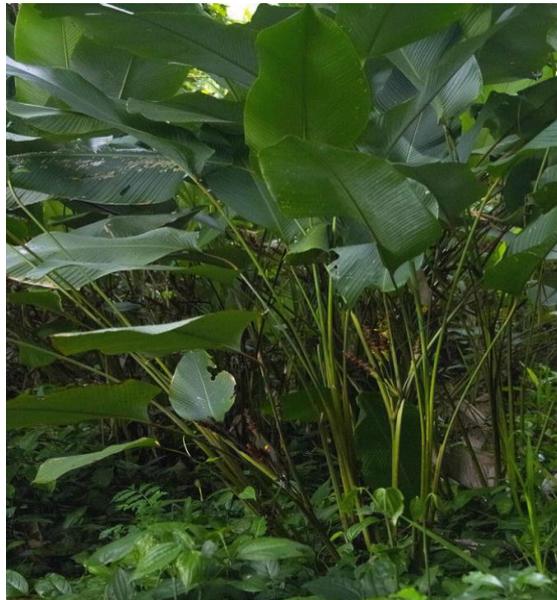
Fibra de Calathea Lutea

Origen de la *Calathea Lutea*. El Bijao (*Calathea Lutea*) es una especie cuyo hábitat es el bosque primario y las purmas, es una monocotiledónea perteneciente al género *Calathea*, familia Marantaceae; antes estaba incluido en la familia Musaceae. Tienen una altura de 1,2 a 3 m, de gran belleza ornamental por su porte en forma de plátano. Son nativas, en su mayor parte, de las zonas tropicales y subtropicales de México, Centroamérica y Sudamérica; varias especies están distribuidas desde Indonesia hasta Nueva Guinea. Deben cultivarse en zonas cercanas a los ríos, requieren de un suelo medianamente rico en materia orgánica y de buen drenaje. Se reproducen por semillas o por división de rizomas, algunas con raíces semibulbosas. Su reproducción por semilla es más difícil y retardada, tiene como distribución a los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco y San Martín. (Ríos, 2012, p. 26).

En la Figura 4, se presenta la planta de la *Calathea Lutea*

Figura 4

Planta de Calathea Lutea



Nota. Se aprecia la planta de *Calathea Lutea* de la cual se obtendrá las fibras a partir de la extracción de los tallos que la componen. Tomado de *Naturalist*, 2021, (<https://www.inaturalist.org/observations/87772659>).

Descripción botánica. La planta mide 2 m de altura, el tallo es subterráneo y alargado. Las hojas son simples; el peciolo tiene 89 cm de largo, es engrosado hacia la unión con la lámina; la lámina tiene forma ovalada, mide 11 cm de largo y 79 cm de ancho, verde por la superficie superior y blanquecina por la inferior debido a la acumulación de cera. La inflorescencia es compuesta, terminal, cilíndrica, mide de 8,5 a 9 cm de largo y 2,5 a 6 cm de diámetro. Las brácteas de la inflorescencia están dispuestas en espiral, miden de 3,5 a 4,0 cm de largo y granates. Las flores poseen forma de trompeta. El cáliz es blanco y tiene tres sépalos. La corola mide 32 a 35 mm de largo, con tres pétalos unidos y blanquecinos. Los frutos son secos, presentan forma de pera, miden 1,2 cm de largo y contienen pocas semillas. (Ríos, 2012, p. 27).

Utilidad de la *Calathea Lutea*. Las hojas se usan para envolver comidas regionales (juanones, patarashcas, tamales) por lo que tiene una fuerte demanda a nivel local y en toda la selva peruana, recién estos últimos años se ve favorecido la demanda a nivel nacional debido a la importancia de la comida de la selvática en el país, especialmente en la capital de la República. (Ríos, 2012, p. 27)

Importancia económica de la *Calathea Lutea*. El bijao u hoja blanca, *Calathea Lutea* es un recurso natural importante desde el punto de vista económico porque sus hojas se utilizan como envoltura de alimentos; se elaboran canastos con la fibra de los pedúnculos y es importante en la industria por las características físico-químicas que presenta la cera del envés, es muy similar a la cera de la palma, empleada en la elaboración de betunes por lo cual *Calathea Lutea* puede ser un recurso alternativo para la fabricación de distintos productos, ceras para pisos, lustra muebles, betunes, etc. (Suárez, 2007, p. 10)

Obtención de la fibra de la *Calathea Lutea*. Las hojas son cortadas al ras para aprovechar al máximo la longitud de las fibras, a estos tallos se cortan longitudinalmente para extraer tiras delgadas aun estando frescas las fibras, donde se procede a tejer para obtener cernidores y aventadores. Estos objetos se los puede encontrar en mercados artesanales con el objetivo de ser utilizados como elementos decorativos.

En otros usos de esta planta, las hojas más grandes se utilizan para techar casas en los campos, con la cera de las hojas se obtiene cera comercial que tiene diferentes fines como betunes, lápices de cera, cera para muebles y carros, además de papel pergamino y también impermeabilizante. Los racimos han sido introducidos como flores de decoración (Alvarez, 2018, p.10).

En la Figura 5, se observa las fibras de *Calathea Lutea* obtenidas del tallo de la planta.

Figura 5

Fibras de Calathea Lutea



Nota. Se observan las fibras de *Calathea Lutea* obtenida a partir del tallo.

Concreto Hidráulico

El concreto hidráulico se ha convertido en uno de los materiales ampliamente empleados en la construcción a escala mundial debido a su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y facilidad de obtención de sus componentes. Sus características físicas, químicas y mecánicas producen un material homogéneo que puede soportar esfuerzos de compresión, y se utiliza en componentes estructurales. Este material está diseñado para soportar principalmente esfuerzos de compresión. Por lo general se utiliza en unión con acero en estructuras de concreto armado, para formar una combinación que permite que las estructuras soporten grandes cargas bajo tensión y compresión. (Romero y Hernández 2014, p. 22)

El concreto hidráulico se fabrica con cemento, agregados (finos y gruesos) y agua. Se pueden agregar fibras y aditivos para aumentar su resistencia mecánica. La pasta o masa plástica resultante de su mezcla se endurece y se convierte en un material sólido y mecánicamente resistente. (Mejía 2020, p. 22).

Propiedades del concreto en estado fresco

Trabajabilidad. Según Abanto (2009) establece que es la capacidad del concreto fresco para ser transportado, colocado, vibrado y terminado sin segregación. Es una forma indirecta de evaluar la manejabilidad de una mezcla y es especialmente útil para determinar variaciones en la uniformidad de una mezcla en proporciones específicas.

Consistencia. Según Pacheco (2017) considera que es el grado de humedad de una mezcla de concreto específica que determina la fluidez de la pasta cuando está fresca. Si no fluye, se dice que tiene consistencia seca. Si fluye, se dice que tiene consistencia fluida.

Plasticidad. Según Sánchez (2001) establece que es la consistencia del concreto que se moldea fácilmente, pero que permite que el concreto fresco cambie lentamente después de sacarlo del molde.

Exudación. Según Luna (2014) define que es la separación del agua en la superficie del concreto recién fraguado, generalmente provocada por la sedimentación de los agregados.

Segregación. Es la característica que describe la separación no uniforme o dispersión de los componentes del concreto en estado fresco lo que ocasiona concretos de calidades bajas y de poca duración. Esto se debe al hecho de que las cantidades de agregado grueso no son las adecuadas. (Kosmatka et al., 2004)

Asentamiento. Según Rivera (2006) define que es la capacidad de una mezcla para asentarse debido al peso de sus materiales que la componen en estado fresco, donde el tamaño máximo del agregado grueso puede ser 2". Esto está regulado por la ASTM C 143 o la NTP 339,035.

Tiempo de fraguado. Según Gonzales y Mendoza (2016) es el tiempo que pasa desde que se agrega el agua a la mezcla hasta que pierde su viscosidad.

Temperatura. Según Sánchez (2001) menciona que todas las propiedades del concreto en estado plástico se ven afectadas por la temperatura del concreto fresco, especialmente por su asentamiento y contenido de aire.

Propiedades del concreto en estado endurecido

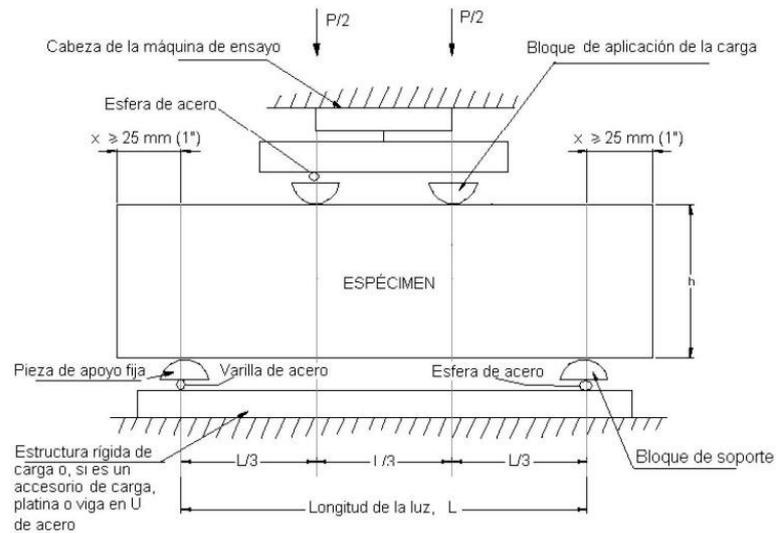
Resistencia a compresión. Es una técnica para evaluar la capacidad de soporte y la calidad del concreto. Es una medida del esfuerzo máximo que una muestra de concreto puede soportar sin fracturarse. La cantidad de agua combinada en la unidad de caliza afecta la compactación, la firmeza y otras características del concreto requeridos en condiciones específicas. (Aguilar et al., 2009, p. 47)

Resistencia a flexión. Es un método para determinar la resistencia de una viga o losa a la falla en un momento determinado. La resistencia a la flexión revela la capacidad del concreto para resistir un esfuerzo sin deformarse hasta el punto donde se produce la rotura. (Rivera, 2006, p. 126)

En la Figura 6, se presenta el esquema de un equipo adecuado para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Figura 6

Carga en el punto tercio de la luz de la viga



Nota: Este equipo se puede usar invertido, si la máquina de ensayo aplica la fuerza a través de una cabeza asentada en una rótula, el pivote central se puede omitir.

Nota. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en los tercios de la luz. Tomado de Manual de ensayos de materiales (p. 824), por MTC E 709, 2016.

Durabilidad. Según Porrero et al. (2009) es la capacidad que posee el concreto endurecido para resistir a diferentes agentes destructivos, químicos, biológicos y diversas condiciones de servicio.

Elasticidad. Según Rivera (2006) el concreto presenta un porcentaje de grado de elasticidad tras soportar cargas de deformación unitaria que aumenta con el transcurso del tiempo.

Tipos de concreto hidráulico

Ciclópeo. Según Abanto (2009) determina que es aquel que tiene canto rodado que supera las 2 pulgadas de tamaño y puede cubrir hasta el 30 % del volumen total. Después de la selección y el lavado, los cantos rodados deben colocarse, y cada uno debe estar rodeado por concreto simple.

Simple. Según Porrero et al. (2009) determina que es aquel que no tiene refuerzo y presenta una resistencia inferior a los 210 kg/cm^2 , se utiliza principalmente en falso piso y contrapiso.

Armado o reforzado. Según Abanto (2009) se denomina al concreto cuando está reforzado con armaduras de acero a fin de aumentar su resistencia. Tiene una estructura

interna de metal y puede reforzarse con fibras de diversas clases y procedencias además del acero.

Premezclado. Según Guevara (2014) es el concreto que se dosifica en planta, donde los componentes del concreto se seleccionan con cuidado y se dosifican en peso. El mezclado se puede hacer en la planta o en camiones mezcladores y luego se lleva a la obra.

Materiales para la elaboración del concreto hidráulico

Cemento. Es un polvo fino y suave producido a partir de la calcinación de las rocas calizas con rocas arcillosas, más la adición de yeso. Al contacto con el agua forma una mezcla moldeable y plástica que al endurecerse alcanza una resistencia. (Inga, 2019, p.22)

Tipos de cemento portland

En la Tabla 5, se presentan los tipos de cemento portland con sus respectivas descripciones donde y cuando deben ser utilizados.

Tabla 5

Tipos de cemento portland

Tipo	Descripción
Tipo I	Usado donde no requieren propiedades especiales y tiene un tiempo de fraguado más corto.
Tipo II	Utilizado para contrarrestar los sulfatos y neutralizar el calor de hidratación.
Tipo III	Empleado para lograr una alta resistencia en un corto periodo tiempo
Tipo IV	Es adecuado para grandes masas de concreto porque representa el secado tardío y neutraliza el calor de hidratación.
Tipo V	Empleado en estructuras hidráulicas expuestas a líquidos siendo muy resistente al ataque de sulfatos.

Nota. La tabla muestra los cinco tipos de cemento portland. Adaptado de Tecnología del concreto y mortero (p. 49), por Sánchez (2001)

Agregados. Los agregados son un conjunto de partículas pétreas que, según su forma y tamaño, se pueden usar directamente o procesar mecánicamente. Deben ser partículas duras, limpias, resistentes y libres de materia orgánica y representan entre el 60 % y el 75 % del volumen total del concreto. (Rengifo y Yupangui, 2013, p. 20)

En la Tabla 6, se presenta la clasificación de los agregados por su tamaño y su respectiva descripción.

Tabla 6

Clasificación de los agregados por su tamaño

Clasificación por su tamaño	Descripción
Agregado fino	Gravas inertes de pequeña medida que se obtienen de la desintegración natural o artificial y deben pasar el tamiz de 9,5 mm (3/8”).
Agregado grueso	Es aquel material que se retiene el tamiz de 4,75 mm (N° 4) que provienen de la descomposición mecánica o natural de las rocas.
Agregado global	Es un material que se extrae de canteras y se compone de una mezcla natural de arena o grava.

Nota. La tabla muestra la clasificación de los agregados por su tamaño. Adaptado de Resistencia y costo del concreto premezclado y del concreto hecho al pie de obra, en función al volumen de vaciado (p. 26), por Guevara (2014)

Agua. Según Luna (2014) El agua utilizada para hidratar el cemento debe ser completamente limpia, potable, libre de sales y sin materiales orgánicos. Es un componente esencial de las mezclas de concreto y debe cumplir con los estándares de NTP 339.088 o ASTM C 1602.

Aditivos. Según Porrero et al. (2009) Son sustancias químicas, ya sean naturales o fabricadas, que se agregan en pequeñas cantidades a la mezcla de concreto para modificar sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

Diseño de mezclas del concreto

El método ACI es un método de dosificación utilizado para diseñar mezclas de concreto que se basa en las mediciones de peso y volumen de los materiales (cemento, agua, grava y arena). Se diseña para mezclas frescas y endurecidas. La ACI 211,1 es la norma que

establece los diseños de mezclas de concreto que se basa en la norma ASTM C 33, que hace referencia a las especificaciones granulométricas. Antes de diseñar la mezcla, se debe conocer el tipo de obra a construir y los tipos de materiales a utilizar. (Romero y Hernández 2014, p. 50)

Es fundamental conocer las especificaciones del tipo de cemento que se debe utilizar para el diseño, así como las características físicas de los agregados gruesos y finos.

La Tabla 7, se presentan los datos necesarios a tener en cuenta para el diseño de mezclas, como los ensayos de los agregados y las características del cemento.

Tabla 7

Datos necesarios para el diseño de mezclas

Ensayo de los agregados	Características del cemento
Análisis granulométrico de los agregados	Tipo de cemento
Peso unitario compactado de los agregado finos y gruesos	Marca del cemento
Peso específico de los agregados finos y gruesos	Peso específico del cemento
Contenido de humedad	Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento
Absorción de los agregados	

Nota. La tabla contiene los ensayos básicos de los agregados y las características del cemento que se deben utilizar para el diseño de mezcla. Tomado de Diseño de mezclas de concreto (p. 4), por de Laura (2006)

Tipo de Asentamiento. Se debe determinar el tipo del tipo de asentamiento que se desea lograr en el concreto de acuerdo al tipo de consistencia.

En la Tabla 8, se presentan los tres tipos de consistencias y el asentamiento del concreto en función de la consistencia.

Tabla 8

Consistencia y asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0 mm) a 2" (50 mm)
Plástica	3" (75 mm) a 4" (100 mm)
Fluida	Mayor de 5" (125 mm)

Nota. La tabla presenta el asentamiento y el tipo de consistencia del concreto. Tomado de Diseño de mezclas de concreto (p. 8), por Laura (2006)

Cantidad de Agua y Tipo de Contenido de Aire. Para comenzar el diseño de mezclas, estimamos primero la cantidad de agua y aire.

En la Tabla 9, se presentan los requerimientos de agua y contenido de aire aproximados para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

Tabla 9

Requerimientos aproximados de agua y contenido de aire

Slump	Tamaño máximo nominal de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% de aire atrapado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1.15	1
Moderada	8	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3
Extrema	7,5	7	6	6	5,5	5	4.5	4

Nota. Tomado de *Diseño de mezclas de concreto* (p. 9), por Laura (2006)

Resistencia a la compresión promedio. Cuando no se tiene un registro de resultados de ensayos de obras anteriores o de registros de resistencia de probetas se emplea la Tabla 10, de resistencia a la compresión promedio.

En la Tabla 10, se presenta los criterios a tener en cuenta para la determinación de la resistencia a la compresión promedio.

Tabla 10*Resistencia a la compresión promedio*

f'c	f'cr
Menos de 210	F'c + 70
De 210 a 350	F'c + 84
Más de 350	F'c + 98

Nota. Esta tabla muestra los criterios a tener en cuenta para la determinación de la resistencia a la compresión promedio. Tomado de Diseño de mezclas de concreto (p. 6), por Laura (2006)

Relación agua/cemento. La resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto hidráulico están influenciadas por su relación agua/cemento.

En la Tabla 11, se presenta la relación de agua/cemento donde la resistencia del concreto disminuye a medida que aumenta el contenido de aire.

Tabla 11*Relación agua/cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días f'c (kg/cm²)	Relación agua/cemento de diseño en Peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0,38	
400	0,43	
350	0,48	0,4
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,7	0,61
150	0,8	0,71

Nota. La tabla muestra la relación de agua/cemento donde la resistencia del concreto disminuye a medida que aumenta el contenido de aire. Tomado de Diseño de mezclas de concreto (p. 10), por Laura (2006)

Curado del concreto

El objetivo del curado es garantizar la hidratación adecuada del cemento en morteros y concretos, lo que mejora sus propiedades y determina su calidad y resistencia. Para cumplir

con las condiciones esenciales de un curado adecuado, los hormigones deben estar suficientemente húmedos para garantizar la hidratación del cemento, mantener una temperatura adecuada que permita una buena hidratación y curar lo más rápido posible. (Manobanda, 2013, p. 21).

Curado inicial. Se refiere a todas las medidas tomadas inmediatamente después del moldeo de las probetas y que deben almacenarse por 48 horas a temperaturas entre 16 y 27 °C para mantener las temperaturas y la humedad deseadas durante el período inicial de curado (ASTM C 31, 2012)

Curado final. Se refiere a los procedimientos que se llevan a cabo dentro de los 30 minutos después de completar el primer curado y tras quitar los moldes. Para evitar la evaporación, los moldes deben colocarse en agua libre y mantenerse sobre sus superficies a una temperatura de $23,0^{\circ} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, utilizando tanques de agua o cuartos húmedos. (Solas y Giani, 2010)

2.3 Definición de términos básicos

- Absorción: Aumento de la masa del agregado como resultado del agua en sus poros.
- Aditivo: Material utilizado como componente del concreto.
- Agregados: Son áridos como grava, arena, piedra chancada y/o escoria.
- Agregado Fino: Material que pasa el tamiz 3/8" y retenido en el tamiz N°200.
- Agregado Grueso: Material retenido en el tamiz N°4.
- Agua: Sustancia líquida sin color, olor y sabor, constituida por hidrógeno y oxígeno (H₂O).
- Agrietamiento: Separación del concreto en una o más partes como resultado de una rotura o fractura.
- Cementos Portland: Material de construcción compuesto por una mezcla de caliza, silicatos de calcio y arcilla molida muy fina.
- Concreto: Resultado de la mezcla de agregados, agua, cemento y eventualmente aditivos que al endurecerse forma un todo compacto.
- Curado de Probetas de Concreto: Consiste en sumergirlas en agua y mantenerlas a una temperatura adecuada.
- Densidad: Relación entre la masa y el volumen de una sustancia.
- Dosificación: Implica utilizar las proporciones apropiadas de cada uno de los materiales que componen al concreto.

- Durabilidad: Resistencia a las acciones físicas y químicas agresivas, manteniendo su forma original.
- Fibras de *Calthea lutea*: Es una fibra natural extraída del tallo del bijao.
- Fibras de coco: Es una fibra natural extraída de la cáscara de coco.
- Fraguado: Proceso por el cual el concreto pierde su plasticidad y se endurece.
- Granulometría: Proceso de dividir los tamaños de granos en diferentes partes para formar un conjunto de agregados.
- Módulo de Fineza: Determina las características granulométricas de los agregados.
- Peso específico: Es el peso de la unidad de volumen.
- Peso unitario: Peso del material seco necesario para llenar un volumen unitario de un recipiente.
- Resistencia: Capacidad de soportar cargas y esfuerzos sin dañarse, sufrir deformaciones permanentes o deteriorarse de alguna manera.
- Segregación: Separación de los componentes del concreto de acuerdo a sus densidades.

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis Principal

Ho: los efectos obtenidos entre las fibras de coco y *Calathea Lutea* son favorables para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones.

Ha: No son favorables los efectos entre las fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones

3.2 Hipótesis Secundarias

Las propiedades químicas y físicas de las fibras de coco y *Calathea Lutea* son favorables para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y se pueden utilizar en la construcción de edificaciones.

Es aceptable la evaluación de los efectos de la incorporación de fibra de coco y *Calathea Lutea* en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Son aceptables las diferencias de las resistencias de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ convencional respecto a un concreto adicionando fibras de coco y *Calathea Lutea*.

3.3 Variables e Indicadores

Variable Independiente

Según Muñoz (2015) define que la variable independiente representa las condiciones controladas por el investigador con la finalidad de probar sus efectos sobre algún posible resultado. (p.158)

Las variables independientes para la presente investigación:

- Fibras de coco
- Fibras de *Calthea Lutea*.

Variable Dependiente

Según Muñoz (2015) define que la variable dependiente refleja los resultados de una investigación que depende de lo que el investigador modifica o manipula, es decir, indica si el tratamiento o manipulación de la variable independiente tuvo algún efecto. (p. 158)

La variable dependiente de la presente investigación son propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones.

3.4 Operacionalización de las Variables

Según Carrasco (2006) define a la operacionalización de las variables como el proceso metodológico de dividir o desagregar deductivamente todas las variables involucradas en el problema de investigación, comenzando por la más general y terminando por la más específica. (p.83)

La Tabla 12 presenta la operacionalización de variables de la tesis.

Tabla 12

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Independientes fibras de Coco y <i>Calthea lutea</i>	La fibra de coco y la fibra de <i>Calathea lutea</i> son de procedencia natural compuestas por celulosas, de forma cilíndrica y pared delgada con pequeña sección transversal pueden tener resistencia y durabilidad de acuerdo al tratamiento adecuado que puedan tener.	Las fibras naturales son extraídas en forma de hilos o cuerdas, las cuales pueden ser pequeñas o largas, que las puede utilizar para artesanía o como aditivos e incorporadores	Dureza. Resistencia. Composición química. Textura. Diámetro.

Dependiente	Las propiedades mecánicas, son aquellas que tienen que ver con el comportamiento del concreto fresco y endurecido cuando inciden acciones sobre él, y que son utilizados en obras de ingeniería.	El concreto hidráulico posee alta resistencia a la compresión que puede ser utilizado frecuentemente para obras de ingeniería carreteras, canales, puentes, etc.	Trabajabilidad. Curado. Permeabilidad. Resistencia a la compresión. Resistencia a la flexión.
--------------------	--	--	---

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Diseño de Ingeniería

La presente investigación se basó en los lineamientos planteados por la universidad enmarcada en la línea de investigación de construcción y gestión de edificaciones, aplicado en el campo de reciclaje de materiales y tratamiento de residuos. Responde a una investigación de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y un diseño experimental.

Cuantitativo

Según Sánchez et al. (2018) son estudios cuantitativos los que utilizan medidas numéricas. (p.59). Este método utiliza la recolección y el análisis de datos para responder preguntas de investigación, probar hipótesis previamente establecidas y establecer patrones de comportamiento de una población con precisión.

Los resultados de los estudios de laboratorio se determinaron en cantidades y porcentajes para lograr un buen diseño utilizando fibras de coco y *Calathea Lutea*, estudiando sus propiedades químicas y físicas, así mismo se realizó un análisis de costos unitarios para evaluar la mejor propuesta entre un concreto convencional versus concreto adicionado.

Se estudiaron las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los agregados utilizados en los diferentes diseños de concreto, tanto tradicionales como con fibra de coco y *Calathea Lutea*. Esto permitirá analizar, caracterizar y calcular las propiedades que poseen los materiales. Así mismo se hará la comparación de los resultados de los ensayos de laboratorio de los diseños antes mencionados

Experimental

Según Málaga et al. (2008), una investigación experimental se da cuando los tratamientos de la variable independiente han sido manipulados por el investigador, por lo que se tiene mayor control y evidencia de la causa-efecto.

El diseño de esta investigación fue de tipo experimental porque se llevaron a cabo estudios de laboratorio basados a la proporción de los agregados y las fibras de coco y *Calathea Lutea*, y los resultados tendrán un impacto en los diseños de mezclas de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Esto nos permitió comparar el concreto convencional respecto con el concreto adicionado a las fibras mencionadas anteriormente.

Descriptiva y correlacional

Según Hernández et al. (2014) menciona que el alcance descriptivo tiene como objetivo especificar características y propiedades fundamentales de cualquier fenómeno que se analice. Describe las tendencias de una población o grupo. (p.92)

Las muestras de concreto tienen una forma cilíndrica de dimensiones de 6 x 12 pulgadas, los cuales serán sometidas a prueba de resistencia en tres etapas a los 7, 14, 28 días, para ello es importante que cuenten con identificación como fecha de vaciado, tipo de f'c de diseño y porcentaje empleado de las fibras de coco y *Calathea Lutea*.

Por otro lado, según Grajales (2000) los estudios correlacionales buscan evaluar la relación y la forma en que interactúan dos o más variables entre sí. Estas relaciones se establecen en un mismo contexto y, en la mayoría de los casos, involucran a los mismos sujetos. En caso de existir una correlación entre las variables, se observa que cuando una de ellas varía, la otra también experimenta algún tipo de cambio, basado en una regularidad que permite prever cómo se comportará una a partir de las variaciones en la otra. Se consideró de alcance correlacional porque se tiene dos variables independientes que son las fibras de coco y *Calathea Lutea* y el estudio requiere una correlación entre ellas.

El alcance de esta investigación fue descriptivo-correlacional.

4.2 Métodos y Técnicas del Proyecto.

La Tabla 13 se presentan los métodos y técnicas del proyecto.

Tabla 13

Métodos y técnicas del proyecto

Métodos	Técnicas	Fuentes
Recolección y muestreo.	Exploración y muestreo a cielo abierto	Ficha NTP MTC
Estudio mecánico de agregados.	Ensayos de laboratorio físicos y químicos.	NTP ASTM
Estudio mecánico de las fibras.	Ensayos de laboratorio físicos y químicos.	NTP
Diseño de mezclas	Método ACI para la elaboración de f'c=210 kg/cm ²	Resultados de las propiedades químicas

		y físicas de los agregados y fibras
Resistencia a compresión	Prensa Hidráulica	ASTM C 39
Resistencia a flexión	Prensa hidráulica	ASTM C 78

Nota. elaboración propia

4.3 Diseño Estadístico.

El análisis estadístico del diseño se basará en el test chi – cuadrado, una prueba estadística para evaluar las hipótesis sobre la relación entre dos variables categóricas (Quispe et al., 2019, p.56). Para comparar y analizar los resultados de las propiedades físico-mecánicas de los diseños de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ respecto a un concreto adicionado fibras de coco y *Calathea Lutea*.

4.4 Técnicas e Instrumentos de investigación

Se empleó la observación directa en campo para buscar las fibras y la búsqueda de los agregados. Además, para la recolección de datos se utilizó fichas de registro de datos para anotar los resultados obtenidos de los diferentes ensayos que se realizaron en el laboratorio; tomas fotografías de los procesos de laboratorio; se seleccionará visualmente los agregados, la materia prima para obtener las fibras de coco y *Calathea Lutea* encontradas en campo, se realizó la recolección y se las trasladó al laboratorio para determinar sus propiedades físicas y químicas para ser empleados en los diseños de mezclas. En el procesamiento y el registro de la información se utilizó la hoja de cálculo Excel y el procesador de texto Microsoft Word

Instrumentos

Normas técnicas:

ASTM C 128. (2022)

ASTM C 136. (2014)

ASTM C 143. (2008)

ASTM C 1602. (2006)

ASTM C 29. (2017)

ASTM C 31. (2012)

ASTM C 33. (2008)

ASTM C 39. (2009)

ASTM C 78. (2015)

ASTM D 2216. (2019)

ASTM D 75. (2014)

También se consideró como instrumentos para esta investigación las hojas de cálculo Excel utilizadas y las fichas para los ensayos de laboratorio que se encuentran en los anexos, así como los instrumentos de laboratorio empleados para los ensayos.

4.5 Población, muestra y muestreo

Arias (2017) define como población al “conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p.81).

La población seleccionada para el presente estudio fue un total de 82 probetas que fueron sometidas al ensayo de compresión y flexión.

Según Hernández (2018) una muestra es un subgrupo de la población o universo de interés, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población de manera probabilística, para que puedas generalizar los resultados encontrados en la muestra a la población (p.166). La muestra se seleccionó por un muestreo probabilístico aleatorio simple como se presenta en la tabla 14.

Tabla 14

Muestras de probetas evaluadas a resistencia a flexión y compresión

Tipo de concreto	Medición	Unidades de medición	% de fibras	Muestras totales	Número de muestras por día a evaluar		
					7 días	14 días	28 días
Concreto convencional	Resistencia a la compresión	MPa	0 %	15	5	5	5
	Resistencia a la flexión	MPa	0 %	1	0	0	1
Concreto con fibra de coco y <i>Calathea lutea</i>	Resistencia a la compresión	MPa	0,25 %, 0,5 %; 1 % y 1,5 %	60	20	20	20
	Resistencia a la flexión	MPa	0,5% y 1 %	6	2	2	2

CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1 Proyecto Piloto, Pruebas, Ensayos, Prototipos, Modelamiento.

Pruebas de Campo

Las pruebas de campo tuvieron como propósito evaluar las características físicas, químicas, mecánicas, procedencia, potencia y rendimiento de los agregados finos (arena) y gruesos (piedra chancada) extraídos de la cantera Cerro Calero

Cantera Cerro Calero. Se encuentra ubicada en el sector Nuevo Edén, distrito de Nueva Cajamarca, provincia Rioja, región San Martín. La obtención de los agregados se realizó a través de una chancadora mecánica, la cual produce materiales en un 90 % de agregados cuyo tamaño máximo es 2” Zarandeado y en un 10 % tamaño superior a 2”. La explotación de las rocas calizas se realizó a través de dinamita o de martillo mecánico.

Ubicación. *Se encuentra en el Km 452 + 150 al Norte de la carretera Fernando Belaunde Terry, con coordenadas UTM 245159 E y 9339863 N, a una altitud de 870 msnm.*

Accesibilidad. El acceso por vía terrestre dura aproximadamente 5 minutos, y comienza en el sector Nuevo Edén por una carretera afirmada de 0,870 km. Se utilizó la carretera Fernando Belaunde Terry como referencia.

Extracción de Agregados Gruesos y Finos. Las muestras se extrajeron utilizando herramientas como barretas, planas y sacos para el depósito de las mismas.

Reconocimiento de la Cantera. En el reconocimiento del área de explotación de la cantera Cerro Calero, se recolectaron muestras heterogéneas para realizar estudios de sus características mecánicas, físicas y químicas, para posteriormente realizar el diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Recolección de Muestras. La recolección de las muestras representativas, se realizó conforme a la Norma de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM D 75), seguidamente se trasladaron al laboratorio de suelos y concreto del Proyecto Especial Alto Mayo, a fin de determinar sus propiedades mecánicas

Depósito. El 90 % de los agregados se seleccionaron con un tamaño máximo 2” Zarandeado y el 10 % con un tamaño superior a 2”

Potencia. El Cerro Calero tiene un área de explotación de alrededor de 25 000 m³.

En la Figura 7 se presenta el punto de acopio del agregado fino (arena) de la cantera cerro calero.

Figura 7

Recolección de agregados finos de la cantera cerro Calero



Nota. Punto de acopio y toma de muestras del agregado fino (arena) de la cantera Cerro Calero para realizar los ensayos de laboratorio y diseño de mezcla de concreto hidráulico de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

En la Figura 8 se presenta la toma de muestras del agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Cerro Calero.

Figura 8

Recolección del agregado grueso de la cantera cerro Calero



Nota. Recolección en sacos de las muestras del agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Cerro Calero para realizar los ensayos de laboratorio y el diseño de mezcla de concreto hidráulico de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Extracción de las muestras de fibras de coco

Las muestras fueron recolectadas de centros de comercialización y venta del producto dentro del distrito de Nueva Cajamarca; se utilizaron herramientas como machetes, martillos y tijeras para extraer las fibras de coco.

En la Figura 9 se presenta la recolección de la estopa de coco de un punto de comercialización y venta del producto.

Figura 9

Recolección de la estopa de coco



Nota. Recolección de la estopa de coco de los centros de comercialización y venta del producto, para su posterior extracción.

En la figura 10 se presenta la extracción manual de la fibra de coco empleando un martillo y una base de madera.

Figura 10

Forma manual las fibras de coco



Nota. Extracción de fibras de coco de forma manual

Extracción de las Muestras de Fibra de Calathea Lutea

Las muestras se extrajeron con herramientas como machetes, cuchillos y varillas lisas de 50 cm de longitud; dichas muestras fueron recolectadas en chacras ubicadas en el distrito de Nueva Cajamarca.

En la Figura 11 se presenta la extracción manual de la fibra de *Calathea lutea* empleando dos varillas lisas de acero.

Figura 11

Extracción de las fibras de Calathea lutea



Nota. Extracción de forma manual de la fibra de la *Calathea Lutea*, utilizando dos varillas lisas de acero.

Ensayos Físicos y Mecánicos en el Proyecto Especial Alto Mayo – Nueva Cajamarca.

Para realizar los ensayos físicos y mecánicos se siguió los parámetros y procedimientos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP) y Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM), se desarrollaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, en Nueva Cajamarca.

Ensayo de Material que Pasa el Tamiz N° 200. El ensayo se desarrolló teniendo en cuenta los procedimientos enmarcados en la Norma Técnica Peruana NTP 400,018, que especifica el procedimiento para determinar, por lavado con agua, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200) en un agregado. Estos incluyeron arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua (MTC E 202, 2016, p. 256).

Peso Unitario Suelto y Varillado del Agregado Grueso y Fino. Es un ensayo que consiste en determinar el peso y el porcentaje de vacío en los agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos, con una relación masa/volumen, su unidad de medida es kg/m^3 ; MTC E 203 (2016, p. 299).

En la figura 12 se presenta el ensayo del peso unitario varillado del agregado grueso realizado en un cubo de madera.

Figura 12

Ensayo del agregado grueso



Nota. El ensayo del peso unitario varillado del agregado grueso (piedra chancada) de la cantera cerro Calero en un cubo de madera de volumen de $0,0283 \text{ m}^3$.

En la Figura 13 se presenta el ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso realizado en un cubo de madera.

Figura 13

Peso unitario suelto del agregado grueso



Nota. El ensayo del peso unitario suelto del agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Cerro Calero en un cubo de madera de volumen de $0,0283 \text{ m}^3$.

En la Figura 14, se presenta el ensayo de peso unitario varillado del agregado fino realizado en un cubo de madera.

Figura 14*Ensayo del agregado fino*

Nota. El ensayo del peso unitario varillado del agregado fino de la cantera Cerro Calero, se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en Nueva Cajamarca. Se empleó un cubo de madera de volumen de $0,0283 \text{ m}^3$.

En la Figura 15 se presenta el ensayo de peso unitario suelto del agregado fino (arena).

Figura 15*Peso unitario suelto del agregado fino*

Nota. El ensayo del peso unitario suelto del agregado fino (arena) de la cantera Cerro Calero, se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en Nueva Cajamarca. Se utilizó un cubo de madera de volumen de $0,0283 \text{ m}^3$.

Ensayo de Absorción de los Agregados. El ensayo se desarrolló de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 400,022, que mide el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado fino después de 24 horas de sumergirlo en agua (MTC E 205, 2016, p. 310).

En la Figura 16 se presenta el ensayo de absorción del agregado fino.

Figura 16

Resultado de absorción del agregado fino



Nota. El ensayo de absorción del agregado fino (arena) de la cantera Cerro Calero se realizó mediante el método del cono.

En la Figura 17 se presenta el ensayo de absorción del agregado grueso (piedra chancada)

Figura 17

Ensayo de absorción del agregado grueso



Nota. El ensayo de absorción del agregado grueso se aplicó el método de probetas realizadas en laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo del distrito de Nueva Cajamarca.

En la Figura 18 se presenta el ensayo de absorción de la fibra de coco y *Calathea Lutea*.

Figura 18

Absorción de la fibra de coco y Calathea Lutea



Nota. El ensayo de absorción de las fibras de coco y *Calathea Lutea* se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo del distrito de Nueva Cajamarca.

Ensayo de Peso específico del Agregado Fino. El ensayo se desarrolló utilizando el método de la fiola teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP 400,017 y la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales ASTM C 128. Este método nos permite calcular el peso normal del agregado con el peso de agua que ocupa los vacíos de la muestra.

En la figura 19 se presenta el ensayo de peso específico del agregado fino.

Figura 19

Peso específico del agregado fino



Nota. El ensayo del peso específico del agregado fino se empleó el método de la fiola.

Ensayo de Humedad Natural. El ensayo se desarrolló teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP 339,185, que establece el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra por secado.

En la figura 20 se presenta el ensayo de humedad natural de los agregados finos y gruesos.

Figura 20

Humedad natural de los agregados



Nota. Determinación del peso de la muestra de los agregados para el ensayo de la humedad natural realizados en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en el distrito de Nueva Cajamarca.

En la Figura 21 se presenta el ensayo de humedad natural de la fibra de coco

Figura 21

Análisis de humedad natural de la fibra de coco



Nota. Determinación del peso de la muestra de la fibra de coco para el ensayo de la humedad natural realizados en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en el distrito de Nueva Cajamarca.

En la Figura 22 se presenta el ensayo de humedad natural de la fibra de *Calathea Lutea*.

Figura 22

Análisis de humedad natural de la fibra de Calathea lutea



Nota. El ensayo de humedad natural de la fibra de *Calathea Lutea* se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en el distrito de Nueva Cajamarca.

Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso. El ensayo se desarrolló teniendo en cuenta las consideraciones de Norma Técnica Peruana NTP 400,012, que determinan la distribución por tamaño de partículas del agregado en una muestra seca para obtener resultados en porcentajes por cada tamiz retenido; MTC E 204 (2016, p. 304).

En la Figura 23 se presentan las muestras de los agregados finos y grueso para el ensayo granulométrico.

Figura 23

Muestras para el ensayo granulométrico



Nota. Agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra chancada) de la cantera cerro Calero.

En la Figura 24 se presenta el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino (arena).

Figura 24

Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino



Nota. El ensayo granulométrico del agregado fino (arena) se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en el distrito de Nueva Cajamarca.

En la Figura 25 se presenta el ensayo granulométrico del agregado grueso (piedra chancada).

Figura 25

Ensayo granulométrico del agregado grueso



Nota. El ensayo granulométrico del agregado grueso (piedra chancada) se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en el distrito de Nueva Cajamarca.

Ensayo Químico de los Agregados en el Laboratorio Proyecto Especial Alto Mayo

Ensayo de Cloruros y Sulfatos. Ensayos de cloruros y sulfatos. Se desarrollaron teniendo en consideración las Normativas Sulfatos NTP 339,177 y Cloruros NTP 339,178. El ensayo nos permite determinar la cantidad de sulfatos y cloruros presentes en las muestras de agregados de tal manera que su alta concentración puede ser perjudicial para el concreto.

En la figura 26 se presenta el ensayo de cloruros de las fibras y agregados.

Figura 26

Ensayo de cloruros



Nota. El ensayo de cloruros de los materiales se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en Nueva Cajamarca.

En la Figura 27 se presenta el ensayo de sulfatos de las fibras y agregados.

Figura 27

Ensayos de sulfatos



Nota. El ensayo de sulfatos de los materiales se realizó en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en Nueva Cajamarca.

Prototipos de la Investigación

En esta etapa del proyecto, se combinarán los materiales para elaborar un diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, incorporado fibras de coco y fibras de *Calathea Lutea*, con los resultados

obtenidos a partir de una serie de pruebas evaluaremos las resistencias obtenidas por las diferentes combinaciones y el buen proporcionamiento.

Prototipos de los Diseños de Concreto $f'c=210$ kg/cm². El diseño de mezcla de concreto nos permite conocer las proporciones en volumen de los materiales a utilizar para fabricar testigos incorporados con fibra de coco y fibra de *Calathea Lutea*.

Después de evaluar las características mecánicas, físicas y químicas de los agregados a utilizar, se desarrollaron diseños de concreto según el ACI (instituto Americano del Concreto), con una elaboración y proporcionamiento de $f'c=210$ kg/cm². Tenemos dosificaciones de volúmenes y peso en los diseños realizados basadas en un Pie³.

Prototipo de Diseño convencional $f'c=210$ kg/cm²

Asentamiento	= 3" a 4"
Factor de cemento	= 8,85 bol. /m ³
Relación agua cemento	= 0,54
Relación en peso – C: P: A.	= 1,00: 2,69: 2,15

En la Tabla 14 se presentan las proporciones de los materiales en peso para elaborar un metro cúbico de concreto convencional.

Tabla 14

Proporción de materiales en peso para 1 m³

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	376	kg/m ³
Agua	185	L
Agregado fino	810	kg/m ³
Agregado grueso	1010	kg/m ³

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de peso para 1 m³ de concreto

En la Tabla 15 se presenta la proporción en volumen de los materiales para elaborar un metro cúbico de concreto convencional.

Tabla 15*Volumen para 1 m³*

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0,251	m ³
Agua	0,185	m ³
Agregado fino	0,531	m ³
Agregado grueso	0,687	m ³
Relación en volumen: C: P: A		1,00: 2,75: 2,12

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de volumen para 1m³.

Prototipo de Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0,25 % de Fibra de Coco y 0,25 % de Fibra de Calathea Lutea

Asentamiento	= 3" a 4"
Factor de cemento	= 8,85 bol. /m ³
Relación agua cemento	= 0,54
Relación en peso – C: P: A: F.	= 1,00: 2,70: 2,17: 0,005

En la Tabla 16, se presenta la proporción de materiales en peso para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 16*Proporción de materiales en peso para 1 m³*

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	374,12	kg/m ³
Agua	187	L
Agregado fino	810	kg/m ³
Agregado grueso	1010	kg/m ³
Fibra de coco 0,25 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 0,25 %	1,93	kg/m ³

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de peso para 1 m³ de concreto

En la Tabla 17 se presenta la proporción en volumen de los materiales para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 0,25 % de fibra de coco y 0, 25% de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 17

Proporción en volumen para 1 m³

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0,249	m ³
Agua	0,187	m ³
Agregado fino	0,531	m ³
Agregado grueso	0,687	m ³
Fibras de coco 0,25 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 0,25 %	0,003	m ³
Relación en volumen: C: P: A: F.	1,00: 2,76: 2,13: 0,012	m ³

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de volumen para 1m³ de concreto.

Prototipo de Diseño $f'c=210$ kg/cm² con 0,5 % de Fibra de Coco y 0,5 % de Fibra de Calathea Lutea

Asentamiento	= 3" a 4"
Factor de cemento	= 8,85 bol. /m ³
Relación agua cemento	= 0,54
Relación en peso – C: P: A: F.	= 1,00: 2,71: 2,18: 0,010

En la Tabla 18 se presenta la proporción de los materiales en peso para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 18

Mezcla para 1 m³ de concreto

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	372,24	kg/m ³
Agua	188,20	L
Agregado fino	810	kg/m ³
Agregado grueso	1010	kg/m ³

Fibra de coco 0,5 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 0,5 %	3,85	kg/m ³
--	------	-------------------

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de peso para 1 m³ de concreto.

En la Tabla 19 se presenta la proporción en volumen de los materiales para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 19

Proporción en volumen para 1 m³ de concreto

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0,248	m ³
Agua	0,188	m ³
Agregado fino	0,531	m ³
Agregado grueso	0,687	m ³
Fibras de coco 0,5 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 0,5 %	0,006	m ³
Relación en volumen: C: P: A: F.	1,00: 2,77: 2,14: 0,024	

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de volumen para 1m³ de concreto.

Prototipo de Diseño $f'c=210$ kg/cm² con 1 % de Fibra de Coco y 1 % de Fibra de *Calathea Lutea*

Asentamiento	= 3" a 4"
Factor de cemento	= 8,85 bol. /m ³
Relación agua cemento	= 0,54
Relación en peso – C: P: A: F.	= 1,00: 2,74: 2,20: 0,021

En la Tabla 20, se presenta la proporción de materiales en peso para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 20*Proporción de materiales en peso para 1 m³*

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	368,48	kg/m ³
Agua	190,60	L
Agregado fino	810	kg/m ³
Agregado grueso	1010	kg/m ³
Fibra de coco 1 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 1 %	7,70	kg/m ³

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de peso para 1 m³

Tabla 21 se muestra la proporción en volumen de los materiales para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 21*Proporción en volumen para 1 m³ de concreto*

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	0,246	m ³
Agua	0,191	m ³
Agregado fino	0,531	m ³
Agregado grueso	0,687	m ³
Fibras de coco 1% y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 1%	0,012	m ³
Relación en volumen: C: P: A: F	1,00: 2,80: 2,16: 0,048	

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de volumen para 1m³

Prototipo de Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 1,5 % de Fibra de Coco y 1,5 % de Fibra de *Calathea Lutea*

Asentamiento	= 3" a 4"
Factor de cemento	= 8,85 bol. /m ³
Relación agua cemento	= 0,54
Relación en peso – C: P: A: F.	= 1,00: 2,77: 2,22: 0,032

En la Tabla 22, se presenta la proporción de materiales en peso para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 22

Proporción de materiales en peso para 1 m³ de concreto

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	364,72	kg/m ³
Agua	193	L
Agregado fino	810	kg/m ³
Agregado grueso	1010	kg/m ³
Fibra de coco 1,5 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 1,5 %	11,55	kg/m ³

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de peso para 1 m³ de concreto.

En la Tabla 23 se presenta la proporción en volumen de los materiales para elaborar un metro cúbico de concreto adicionado 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de *Calathea Lutea*.

Tabla 23

Proporción en volumen para 1 m³ de concreto

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	0,243	m ³
Agua	0,193	m ³
Agregado fino	0,531	m ³
Agregado grueso	0,687	m ³
Fibras de coco 1,5 % y fibra de <i>Calathea Lutea</i> 1,5 %	0,018	m ³
Relación en volumen: C: P: A: F	1,00: 2,83: 2,18: 0,073	

Nota. Esta tabla muestra la proporción de materiales en unidades de volumen para 1m³ de concreto.

Modelamiento

Fraguado de los Testigos de Concreto. Para lograr la reacción química, los testigos de concreto se colocan en una posa de saturación por 7 días. Una vez pasado ese tiempo, se retira para que se seque a temperatura ambiente.

En la Figura 28 se presenta la saturación de los testigos de concreto realizado en la posta de saturación.

Figura 28

Saturación de testigos (cilíndricos) de concreto



Nota. La saturación de los testigos de concreto convencionales y adicionados fibras se realizó en el laboratorio del proyecto especial Alto Mayo del distrito de Nueva Cajamarca.

En la Figura 29 se presenta la saturación de testigos de concreto en la posa de saturación.

Figura 29

Saturación de testigos (tipo viga) de concreto



Nota. La saturación de los testigos de concreto de forma de viga se realizó en el laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae del distrito de Nueva Cajamarca.

Equipos de Rotura de los Testigos de Concreto. Para medir la resistencia a compresión de los testigos se utilizó el equipo de prensa digital serie 298 – modelo TCP129 del laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo - PEAM, Nueva Cajamarca; y para la resistencia a la flexión se utilizó la prensa hidráulica de fabricación americana marca FORNEY del laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.

En la Figura 30 se presenta una toma fotográfica de la prensa digital serie 298 – modelo TCP 129.

Figura 30

Prensa digital serie 298 - modelo TCP 129



Nota. Prensa digital para la realización del ensayo a compresión de los testigos de concreto.

En la Figura 31 se presenta una toma fotográfica de la prensa hidráulica de fabricación americana marca Forney.

Figura 31

Prensa hidráulica de fabricación americana marca FORNEY



Nota. Prensa hidráulica donde se realizaron los ensayos a los esfuerzos a flexión de las vigas de concreto, en el laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.

Fallas de Esfuerzos a la Compresión. La prueba de resistencia de testigos de concreto sometidos a la fuerza de compresión permiten determinar si resisten el diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y conocer el tipo de falla que los rompe.

En la figura 32 se presenta un tipo de falla (corte) a la compresión de testigo de concreto al ser sometido a los esfuerzos a compresión.

Figura 32

Falla a la compresión de los testigos de concreto



Nota. En el ensayo de esfuerzos a la compresión se realizaron el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo. Se observa el tipo de falla (corte) a la compresión del testigo de concreto después de haber sido sometido a los esfuerzos de compresión.

Fallas de Esfuerzos a la Flexión. Los testigos al ser sometidos a la fuerza de flexión permiten verificar si resisten el diseño $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$, como también el grado de falla final del rompimiento del testigo de concreto.

En la figura 33, se presenta el tipo de falla de testigo (tipo viga) de concreto al ser sometido a esfuerzos de flexión.

Figura 33

Fractura dentro del tercio central de la viga



Nota. Viga de concreto que ha sido sometida al esfuerzo de flexión presenta el tipo de falla dentro del tercio central de la viga.

En la figura 34 se presentan los tipos de fallas que presentan los testigos de concreto (tipo viga) a ser sometidos a esfuerzos a flexión.

Figura 34

Tipos de falla a flexión



Nota. Se muestran los tres tipos de fallas que pueden presentar los testigos tipo viga que son sometidos al esfuerzo a flexión.

5.2 Aplicación Estadística.

Las roturas de las probetas de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sometidas a las fuerzas de compresión se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo en la prensa digital 298-TCP129 y los testigos sometidos a la fuerza de flexión se realizaron con la prensa hidráulica de fabricación estadounidense marca FORNEY en el laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.

En la tabla 24 se presentan los resultados de las resistencias promedio de 5 probetas ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado.

Tabla 24

Resistencia a compresión promedio de 5 probetas a los 7,14 y 28 días

Resistencia a la compresión	7 días	14 días	28 días
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)
Prototipo inicial de diseño	151,54	197,23	219,84
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			

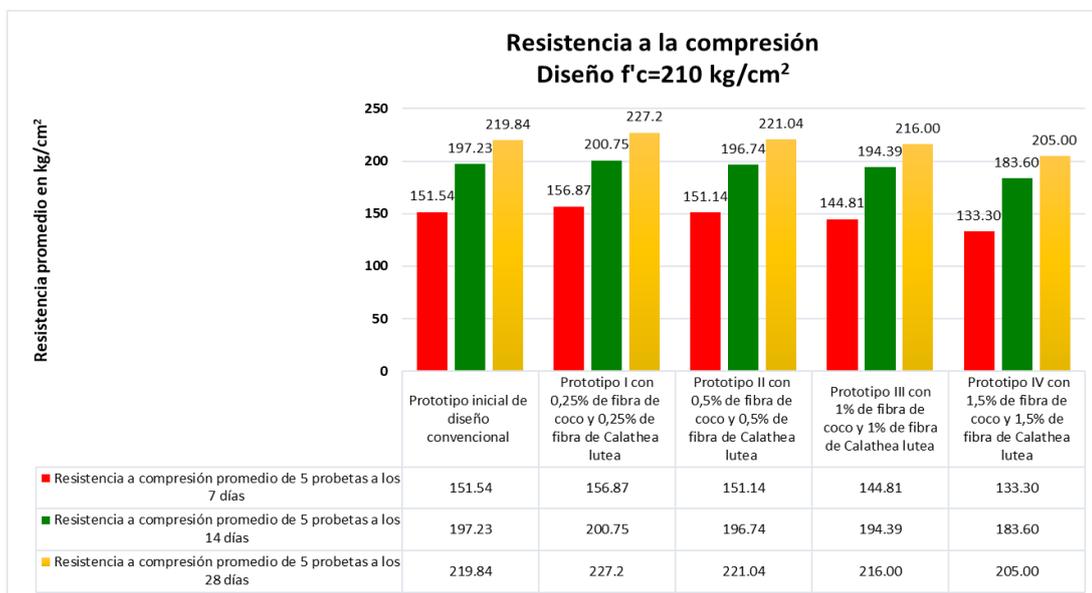
Prototipo I con 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	156,87	200,75	227,20
Prototipo II con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	151,14	196,74	221,04
Prototipo III con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	144,81	194,39	216,00
Prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	133,30	183,60	205,00

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 35 se presenta el gráfico de barras de la resistencia a la compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de curado.

Figura 35

Resistencia a la compresión promedio de los prototipos a los 7, 14 y 28 días de curado



Nota. El gráfico representa la resistencia a la compresión promedio de los prototipos a los 7, 14 y 28 días de curado.

Análisis Descriptivo

A los 7 días de curado el prototipo inicial alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 151,54 kg/cm² y los prototipos I, II, III, IV con adición de fibra de coco y fibra de *Calathea Lutea* presentan resistencia de 156,87 kg/cm², 151,14 kg/cm², 144,81 kg/cm² y 133,30 kg/cm² respectivamente. De los resultados obtenidos se puede inferir que el prototipo I alcanzó la mayor resistencia a la compresión promedio superando en un 3,52 % al prototipo inicial y, el prototipo IV alcanzó la menor resistencia a compresión promedio siendo inferior en 12,04 % en comparación al prototipo inicial.

A los 14 días de curado el prototipo inicial obtuvo resistencia la compresión promedio 197,23 kg/cm² y los prototipos I, II, III, IV con adición de fibra de coco y fibra de *Calathea Lutea* alcanzan resistencias promedio de 200,75 kg/cm², 196,74 kg/cm², 194,39 kg/cm² y 183,60 kg/cm² respectivamente. De los valores de las resistencias obtenidas se puede deducir que el prototipo I obtuvo la resistencia más alta superando en 1,75 % al prototipo inicial y, el prototipo IV alcanzó la menor resistencia siendo inferior en 6,91 % en comparación al prototipo inicial.

A los 28 días de curado la resistencia a compresión de los prototipos resultó ser favorable en comparación a la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm². El prototipo I con 0,25 % fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea* obtuvo la mayor resistencia teniendo un incremento en 3,35 % respecto al prototipo inicial y el prototipo IV con 1,5 % fibra de coco y 1,5 % de fibra de *Calathea Lutea* obtuvo la menor resistencia siendo inferior en 6,75 % al prototipo inicial.

El gráfico de barras muestra los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión promedio de los prototipos a los 7, 14 y 28 días de curado, donde el prototipo I alcanzó la resistencia a la compresión más alta de 156,87 kg/cm², 200,75 kg/cm² y 227,20 kg/cm² respectivamente, superando en 3,35 % al prototipo inicial a los 28 días de curado, por lo que se puede interpretar que al incorporar 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de *Calathea Lutea* se obtiene mayores resistencias a fuerzas de compresión en comparación a los demás porcentajes. El prototipo IV fue el que obtuvo menores valores de resistencia en todas las edades de rotura.

En la Tabla 25 se presentan los resultados de las resistencias de los ensayos a flexión de los testigos a los 7,14 y 28 días de curado.

Tabla 25

Resistencia a flexión de los testigos a los 7,14 y 28 días

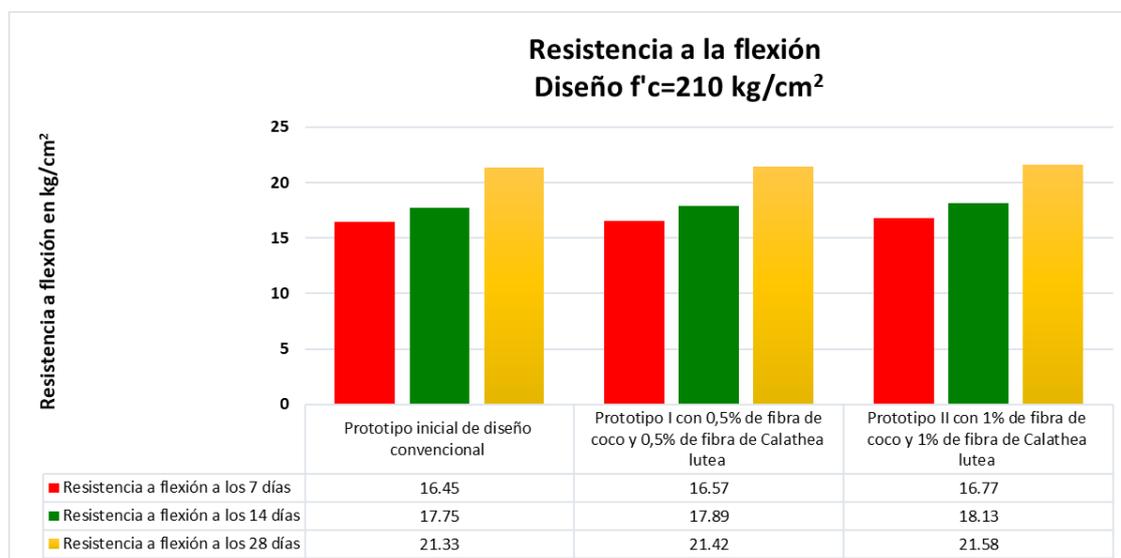
Resistencia a la flexión f'c=210 kg/cm²	7 días (kg/cm²)	14 días (kg/cm²)	28 días (kg/cm²)
Prototipo inicial de diseño f'c=210 kg/cm ²	16,41	17,68	21,33
Prototipo I con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	16,57	17,89	21,42
Prototipo II con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	16,77	18,13	21,58

Nota. Resistencia a flexión de los prototipos a los 7, 14 y 28 días curado.

En la Figura 36 se presenta el gráfico de las resistencias a flexión a los 7, 14 y 28 días.

Figura 36

Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días



Nota. El gráfico de barras representa las resistencias a flexión obtenidas de los prototipos sometidos a los esfuerzos de flexión a los 7, 14 y 28 días de curado.

Análisis Descriptivo

A los 7 días de curado la resistencia a flexión del prototipo inicial es de 16,45 kg/cm² y de las probetas rectangulares con adición de fibra de coco y fibra de *Calathea Lutea* de 0,5 %, y 1 % alcanzaron resistencias a flexión de 16,57 kg/cm² y 16,77 kg/cm² respectivamente.

De los valores de las resistencias obtenidos se puede inferir que con la adición de fibra de coco y fibra de *Calathea Lutea* en los diferentes porcentajes alcanzaron mayor resistencia a flexión en comparación con el prototipo inicial, en todas las edades de rotura.

En la figura 36 se observa que a los 14 días se obtuvieron valores de módulos de rotura de 17,75 kg/cm², 17,89 kg/cm² y 18,13 kg/cm², para el prototipo inicial, prototipo I y prototipo II respectivamente. El prototipo II con adición de 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea* obtuvo la resistencia a flexión más alta siendo superior en 2,14 % en comparación al prototipo inicial.

La resistencia a flexión a los 28 días los prototipos I y II obtuvieron módulos de rotura superiores al prototipo inicial en porcentajes de 0,42 % y 1,17 % respectivamente. A partir de los resultados se puede interpretar que con la adición de 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea* se obtienen mayores resistencias a flexión en comparación con el prototipo I.

En la Tabla 26 se presenta el resultado de las resistencias a la compresión promedio de 5 probetas a los 7, 14 y 28 días de curado expresadas en % teniendo como referencia las especificaciones técnicas.

Tabla 26

Resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días

Resistencia a la compresión	7 días	14 días	28 días
f'c=210 kg/cm²	(68 %)	(86 %)	(100 %)
Prototipo inicial de diseño f'c=210 kg/cm ²	72,16 %	93,92 %	104,68 %
Prototipo I con 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	74,70 %	95,60 %	108,19 %
Prototipo II con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	71,97 %	93,69 %	105,26 %
Prototipo III con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	68,96 %	92,56 %	102,86 %

Prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	63,48 %	87,43 %	97,62 %
---	---------	---------	---------

Nota. Esta tabla muestra la resistencia a la compresión promedio expresado en porcentaje de 5 probetas ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curado.

En la Tabla 27 se presentan las especificaciones técnicas en porcentajes de acuerdo al número de días que los testigos deben alcanzar al ser sometidos a la resistencia a la compresión.

Tabla 27

Especificaciones técnicas de los testigos sometidos a la resistencia a compresión

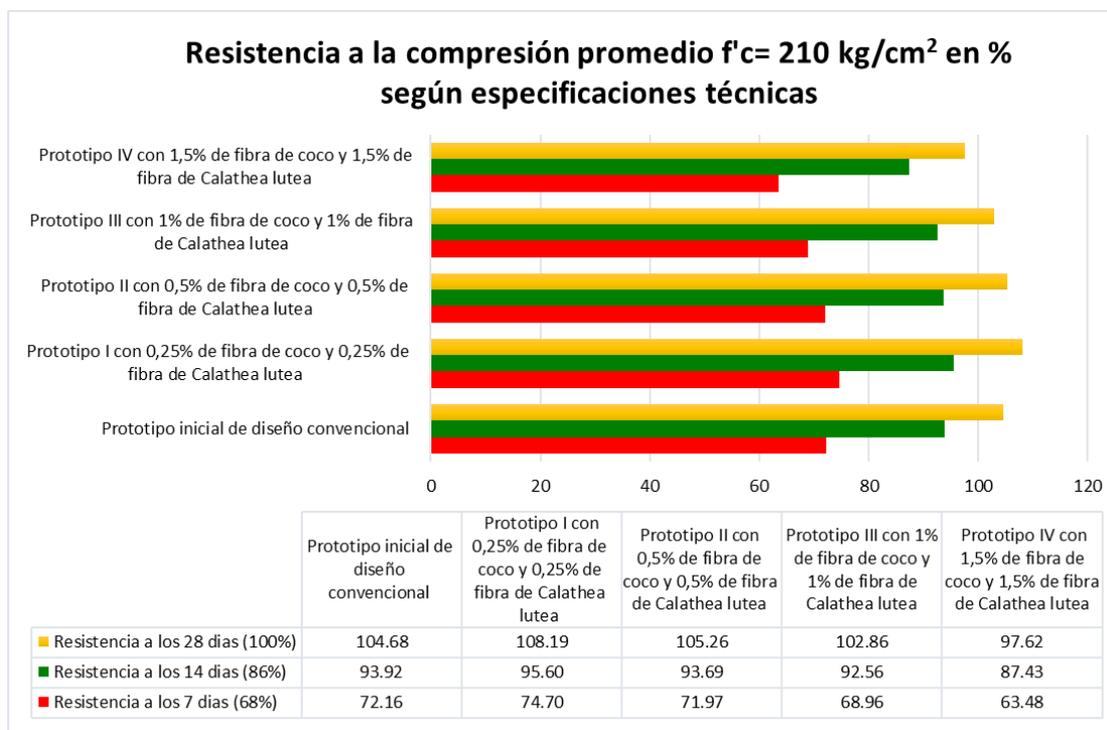
	Especificaciones	
	1	17 %
	2	34 %
	3	44 %
	5	56 %
En 07 días tiene que alcanzar un 68 % o superior al f'c	7	68 %
	10	77 %
	12	82 %
	13	84 %
En 14 días tiene que alcanzar un 86 % o superior al f'c	14	86 %
	16	88 %
	18	90 %
	20	92 %
	21	93 %
	26	98 %
En 28 días tiene que alcanzar un 100 % o superior al f'c	28	100 %

Nota. Recopilado de los archivos normativos del Proyecto Especial Alto Mayo- PEAM de Nueva Cajamarca.

En la Figura 37 se observa el gráfico de barras de la resistencia a compresión promedio de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según las especificaciones técnicas y porcentajes de los cinco prototipos.

Figura 37

Resistencia a compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de curado



Nota. Gráfico de barras de los cinco prototipos sometidos a los esfuerzos a compresión y las resistencias alcanzadas a los 7, 14 y 28 días de curado.

Análisis descriptivo

El promedio del porcentaje de la resistencia a compresión obtenida a los 7 días de los prototipos I, II y III alcanzaron un porcentaje mayor al 68 % del $f'c$ de diseño y el prototipo IV obtuvo menor porcentaje a las especificaciones técnicas.

El promedio del porcentaje de la resistencia a compresión obtenida a los 14 días según las especificaciones técnicas todos los prototipos obtuvieron mayor porcentaje al 86 % del $f'c$ de diseño.

El promedio del porcentaje de la resistencia a compresión obtenida a los 28 días los prototipos I, II y III obtuvieron mayor porcentaje 100 % del $f'c$ de diseño. El prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % fibra de *Calathea Lutea* resultó ser inferior al prototipo inicial en un 7 % y en un 2 % a las especificaciones técnicas.

Análisis del X^2

A continuación, se presentan las tablas de contingencia de las frecuencias esperadas (f_e) calculadas a partir de las frecuencias observadas (f_o), para el análisis del chi cuadrado

(χ^2) calculado y el chi cuadrado (χ^2) tabulado, considerando 4 grados de libertad, con un nivel de confianza de 95 %, en relación a los resultados obtenidos para la investigación. Las frecuencias esperadas (f_e), se calcula con la siguiente ecuación:

$$f_e = \frac{\text{Total de columna} \times \text{Total de fila}}{\text{Total de frecuencias observadas}}$$

El coeficiente de correlación estadístico chi cuadrado (X^2), se calcula con la siguiente ecuación:

$$x^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

f_o : representa las frecuencias observadas

f_e : Representa las frecuencias esperadas

La apreciación estadística entre las hipótesis alterna y nula.

Ha. Son favorables los efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones.

Ho. No son favorables los efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea* para mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en edificaciones.

Según la hipótesis nula, los resultados estadísticos de acuerdo a la distribución chi cuadrado considera parámetros denominados grados de libertad y se calcula con la siguiente ecuación:

$$n = (\text{número de columnas} - 1) \cdot (\text{número de filas} - 1)$$

Para las tablas de contingencia de 5 filas y 1 columna, los grados de libertad se calculan así:

$$n = (5 - 1)$$

$$n = 4$$

Seguidamente se calcula el chi cuadrado para los valores obtenidos.

En la Tabla 28 se presentan los resultados del chi cuadrado calculado sobre los efectos de las fibras de coco y la *Calathea Lutea*.

Tabla 28

Resultados del Chi cuadrado (X^2) calculado sobre los efectos de las fibras

Observado (O)	Esperado (E)	O - E	(O - E) ^2	(O - E) ^2/E
14	12	2	4	0,333

16	12	4	16	1,333
11	12	-1	1	0,083
10	12	-2	4	0,333
9	12	-3	9	0,750
			$X^2 =$	2,833

Nota. Esta tabla muestra la determinación del X^2 calculado sobre los efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea* en el concreto hidráulico.

En la Tabla 29 se presentan los resultados del chi cuadrado sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico.

Tabla 29

Chi cuadrado (X^2) en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico

Observado (O)	Esperado (E)	O - E	$(O - E)^2$	$(O - E)^{2/E}$
19	16,4	2,6	6,76	0,412
17	16,4	0,6	0,36	0,022
19	16,4	2,6	6,76	0,0412
20	16,4	3,6	12,96	0,790
7	16,4	-9,4	88,36	5,388
			$X^2 =$	7,024

Nota. Esta tabla muestra la determinación del X^2 calculado sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico.

A continuación, obtenemos el chi cuadrado (x^2) tabulado o crítico considerando un factor de confianza de 95 % ($\alpha=0,05$) para 4 grados de libertad.

En la Tabla 30 se presenta la distribución del chi cuadrado para los diferentes grados de libertad.

Tabla 30

Distribución del Chi cuadrado

(n)	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838

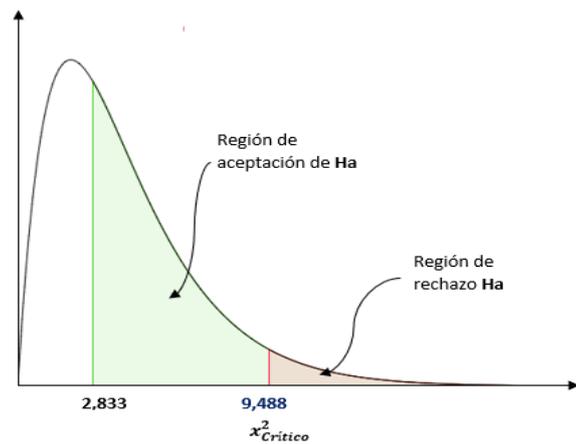
4	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	13,362	15,507	17,535	20,090	22,955
9	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188

Nota. Esta tabla muestra chi cuadrado (X^2) tabulado o crítico en función a factor de confianza y grados de libertad. Considerando un factor de confianza de 95 % ($\alpha=0,05$) para 4 grados de libertad el X^2 crítico es de 9,488.

En la figura 38 se observa el gráfico de Chi cuadrado sobre los efectos de las fibras de coco y *Calathea Lutea*.

Figura 38

Chi cuadrado sobre efectos de las fibras de coco y Calathea Lutea

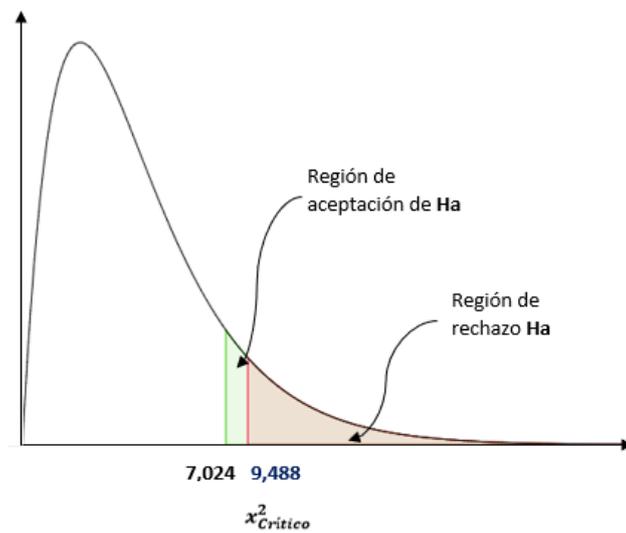


Nota. Adaptado de cálculo Chi cuadrado crítico (p.6), por Rivera, 2014

En la figura 39 se observa el gráfico de Chi cuadrado sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico.

Figura 39

Chi cuadrado sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico



Nota. Adaptado de cálculo Chi cuadrado crítico (p.6), por Rivera, 2014

Interpretación. Considerando un factor de seguridad 95 % ($\alpha = 0,05$), el valor crítico chi cuadrado (x^2) con 4 grados de libertad es de 9,488 y el valor calculado x^2 es de 2,833 y 7,024, los cuales no exceden el valor crítico. En ese sentido se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. Así mismo, podemos concluir que con un nivel de confianza de 95 % es posible realizar diseños de mezclas con adición de fibras de coco y fibras de Calathea Lutea.

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

6.1 Beneficios no Financieros

Las edificaciones que se vienen ejecutando actualmente en el distrito de Nueva Cajamarca no cumplen con las expectativas y garantías de un diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ debido a la falta de control en los diseños de mezcla, escasa información de dosificaciones necesarias y por las propiedades de los agregados que no cumplen con los parámetros especificados en la Norma Técnica Peruana, en ese sentido con el presente estudios de investigación damos a conocer un nuevo diseño de mezclas adicionado fibras de coco y fibras de *Calathea Lutea*, que pueden ser empleados en mejora de las propiedades mecánicas del concreto, pudiendo llegar a conseguir la resistencia esperada del $f'c$ de diseño.

6.2 Evaluación del Impacto Social y/o Ambiental

En el presente proyecto de investigación se tuvo en cuenta el impacto social que generará la elaboración de un diseño adicionado con fibras de coco y fibras de *Calathea Lutea*, ya que dichos resultados de la investigación pudieran ser aplicados en la elaboración de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, siendo de utilidad para empresas públicas y privadas que laboran en el rubro de la construcción.

En parte ambiental el uso de las fibras ayudó en la implementación de la recolección de la estopa de coco y el cultivo de la *Calathea Lutea* que, beneficiando económicamente a los productores de dichas plantaciones, teniendo en cuenta que la fibra es de origen natural y son renovables que no genera impactos negativos al ambiente.

6.3 Evaluación Económica - Financiera

Los resultados económicos que presentó el diseño de mezcla de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de coco y *Calathea Lutea* existe una diferencia significativa entre la producción de un concreto convencional considerando la producción de m^3 de concreto. Así mismo se identificó ventajas considerables al momento de fabricación.

Costo de un m^3 de Concreto Convencional

El costo unitario de un m^3 de concreto convencional es de S/. 400,72 soles, considerando los materiales puestos en obra.

En la Tabla 31, se presenta el costo por metro cúbico de un concreto convencional.

Tabla 31*Costo por m³ de concreto convencional*

Costo por m³ de concreto convencional					
Partida: Concreto 210 kg/cm ² sin fibras					
Cuadrilla: 1 Operario + 2 Oficiales + 8 Peones					
Rendimiento: 12 m ³ /día					
Unidad: m ³		Costo unitario: S/. 400,72			
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
Mano de obra					
Operario	hh	1	0,6667	10,06	6,71
Oficial	hh	2	1,3333	7,89	10,53
Peón	hh	8	5,3333	7,10	37,87
Costo de mano de obra					55,10
Materiales					
Cemento Potland Tipo I (42,5kg)	bol		8,8500	28,5	252,23
Agregado fino	m ³		0,5310	60,00	31,86
Agregado grueso	m ³		0,6870	80,00	54,96
Agua	m ³		0,1850	5,00	0,93
Costo de materiales					339,97
Equipos					
Herramientas manuales	% mo		0,0300	55,10	1,65
Mezcladora de concreto de 9-11p3	hm	1	0,6667	6,00	4,00
Costo maquinaria, equipo y herramientas					5,65

Nota. Esta tabla muestra la determinación del costo de un m³ cúbico de concreto convencional

Costo de un m³ de Concreto Adicionada Fibra.

El costo unitario de un m³ de concreto adicionado fibras de coco y *Calathea Lutea* es S/. 396.01 soles, considerando los materiales puestos en obra y comparando con el m³ de

concreto convencional este disminuye en un 1,18 % de su costo unitario, lo que significa que en la adquisición de grandes cantidades este tipo de concreto resulta ser rentable.

En la Tabla 32 se presenta el costo de un metro cúbico de un concreto adicionado 1% fibra de coco y *Calathea Lutea*.

Tabla 32

Costo de un m³ de concreto adicionado 1,00 % fibra

Costo por m³ de concreto con adición de 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>					
Partida: Concreto 210 kg/cm ² adicionado fibras					
Cuadrilla: 1 Operario + 2 Oficiales + 8 Peones					
Rendimiento: 12 m ³ /día					
Unidad: m ³ Costo unitario S/. 396,01					
Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
				(S/.)	(S/.)
Mano de obra					
Operario	hh	1	0,6667	10,06	6,71
Oficial	hh	2	1,3333	7,89	10,53
Peón	hh	8	5,3333	7,10	37,87
Costo de mano de obra					55,10
Materiales					
Cemento Potland Tipo I (42,5kg)	bol		8,6700	28,50	247,10
Agregado fino	m ³		0,5310	60,00	31,86
Fibra de coco	kg		0,0120	17,00	0,20
fibra de <i>Calathea Lutea</i>	kg		0,0120	15,00	0,18
Agregado grueso	m ³		0,6870	80,00	54,96
Agua	m ³		0,1910	5,00	0,96
Costo de materiales					335,25
Equipos					
Herramientas manuales	% mo		0,0300	55,10	1,65
Mezcladora de concreto de 9-11p3	hm	1	0,6667	6,00	4,00
Costo maquinaria, equipo y herramientas					5,65

Nota. Esta tabla muestra la determinación del costo de un m³ de concreto adicionada fibra de coco y fibra de *Calathea Lutea* en 1,00 %.

CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Resultados

Resultados de las Propiedades de los Agregados

Las muestras (agregado grueso, agregado fino, fibras de coco y fibras de *Calathea Lutea*) se ensayaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) cumpliendo los estándares establecidos en las normas contempladas en el manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

En la Tabla 33 se muestra el resultado de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados finos y agregados gruesos de la cantera Cerro Calero. Se puede apreciar que los porcentajes de absorción son 1,65 % y 0,72 % para agregado grueso y fino respectivamente, los cuales son determinantes para la proporción de agua en la mezcla. También se puede visualizar las propiedades químicas que contienen los agregados como sales, cloruros y sulfatos que se encuentran dentro de los límites permisibles no siendo agresivos en la mezcla.

Tabla 33

Propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados

Características	Agregado fino	Agregado grueso
Humedad natural	2,38 %	1,53 %
Absorción	1,65 %	0,72 %
Peso específico aparente	2,64 g/cm ³	2,75 g/cm ³
Peso unitario suelto	1526 kg/m ³	1470 kg/m ³
Peso unitario varillado	1581 kg/m ³	1510 kg/m ³
Módulo de fineza	3,83	
Tamaño máximo nominal	Tamiz N° 04	1"
Contenido de cloruros	42,54 ppm	46,38 ppm
Contenidos de sales	72,42 ppm	78,06 ppm
Contenido de sulfatos	27,60 ppm	28,25 ppm

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 34 se presentan los resultados obtenidos de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de las fibras de coco y la *Calathea Lutea*. Se puede apreciar los porcentajes de absorción de 68,97 % y 60,35 %, esto indica que las fibras absorben bastante agua lo cual hace que la mezcla sea menos trabajable y necesite mayor proporción de agua. En relación a los cloruros, sales y sulfatos no resultan ser perjudiciales en la mezcla.

Tabla 34

Propiedades físicas, mecánicas y químicas de las fibras de coco y la Calathea Lutea

Características	Fibra de coco	Fibra de <i>Calathea Lutea</i>
Humedad natural	2,44 %	2,37 %
Absorción	68,97 %	60,35 %
Peso específico aparente	0,84 g/cm ³	0,89 g/cm ³
Contenido de cloruros	27,42 ppm	26,38 ppm
Contenidos de sales	54,52 ppm	52,46 ppm
Contenido de sulfatos	19,35 ppm	18,24 ppm

Nota. Elaboración Propia

En la Tabla 35 se presenta los resultados obtenidos del ensayo granulométrico del agregado fino. Se puede apreciar la cantidad de material retenido y acumulado expresado en porcentajes que pasan por cada tamiz, este ensayo se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos por la NTP 400.012 y la norma ASTM C 136.

Tabla 35

Granulometría del agregado fino

N° Tamiz	Diámetros (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa
3/8"	9,525	0,00	0,00 %	0,00 %	100,00 %
1/4"	6,350	67,44	2,25 %	2,25 %	97,75 %
N° 04	4,760	360,53	12,02 %	14,27 %	85,73 %
N° 08	2,380	961,59	32,05 %	46,32 %	53,68 %
N° 10	2,000	324,52	10,82 %	57,14 %	42,86 %
N° 16	1,190	324,52	10,82 %	67,95 %	32,05 %
N° 20	0,840	126,94	4,23 %	72,18 %	27,82 %

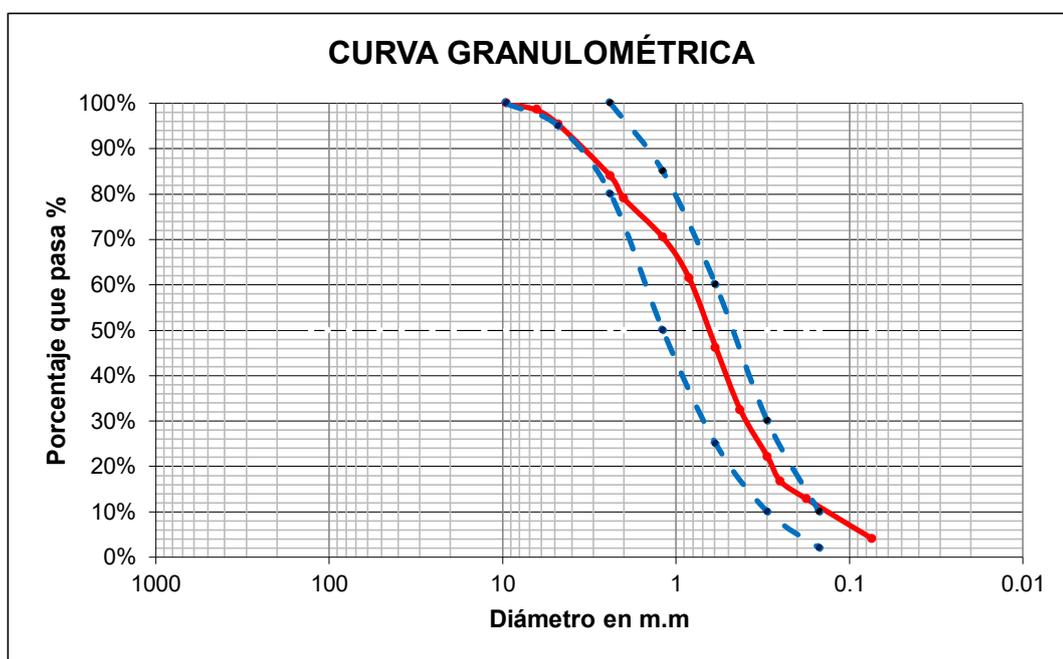
N° 30	0,590	247,42	8,25 %	80,43 %	19,57 %
N° 40	0,426	96,90	3,23 %	83,66 %	16,34 %
N° 50	0,297	56,37	1,88 %	85,54 %	14,46 %
N° 60	0,250	28,75	0,96 %	86,50 %	13,50 %
N° 80	0,177	33,43	1,11 %	87,61 %	12,39 %
N° 100	0,149	33,79	1,13 %	88,74 %	11,26 %
N° 200	0,074	63,17	2,11 %	90,85 %	9,15 %
Fondo	0,01	274,63	9,15 %	100,00 %	0,00 %
Total		3000,00			

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 40 se presenta la curva granulométrica del agregado fino producto del ensayo de granulometría. Podemos determinar que la granulometría que presenta el agregado fino de la cantera Cerro Calero se ajusta a los parámetros establecidos en la NTP 400,12.

Figura 40

Curva granulométrica del agregado fino



Nota. Elaboración propia

Tabla 36*Granulometría del agregado grueso*

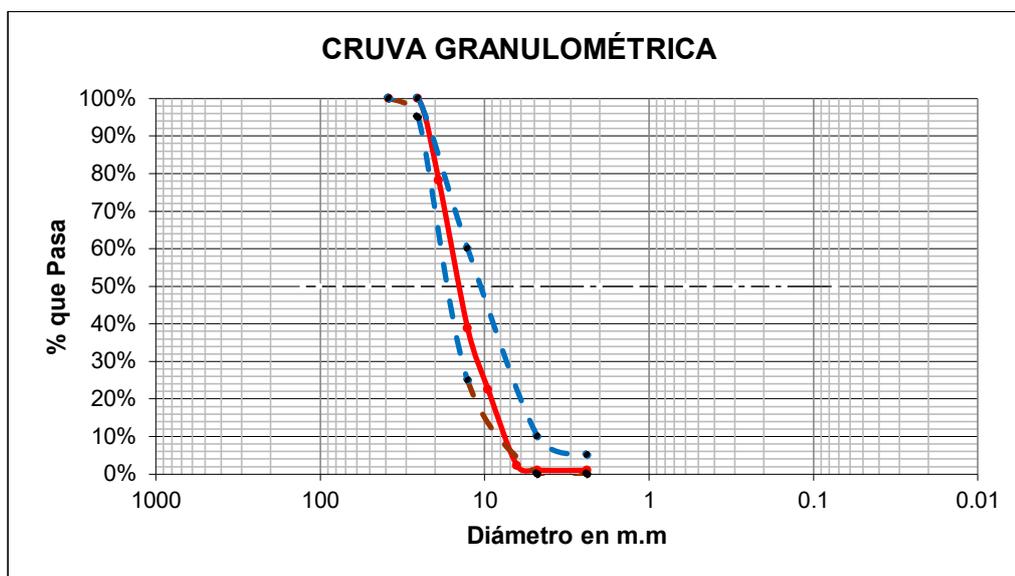
N° Tamiz	Diámetro (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa
1"	25,40	0,00	0,00 %	0,00 %	100,00 %
3/4"	19,050	653,99	21,80 %	21,80 %	78,20 %
1/2"	12,700	1 182,55	39,42 %	61,22 %	38,78 %
3/8"	9,525	490,56	16,35 %	77,57 %	22,43 %
1/4"	6,350	606,87	20,23 %	97,80 %	2,20 %
N° 4	4,760	36,30	1,21 %	99,01 %	0,99 %
N° 8	2,380	1,97	0,07 %	99,07 %	0,93 %
Fondo	0,01	0	0	0	0
Total		3000,00			

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de material de agregado grueso retenido y acumulado que pasa por cada tamiz desde 1" hasta N° 8 expresados en porcentajes.

En la Figura 41 se presenta la curva granulométrica del agregado grueso. Podemos determinar que la granulometría que presenta el agregado grueso de la cantera de la cantera Cerro Calero se encuentra bien graduada lo que su uso para la elaboración de concreto es recomendable.

Figura 41

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota. Elaboración propia.

Resultados del Diseño de Mezclas

En la tabla 37, se muestra el resumen de las proporciones necesarias para elaborar concreto de resistencia 210 kg/cm^2 , los cuales fueron calculados con los valores granulométricos y propiedades de los agregados de la cantera del Cerro Calero.

Tabla 37

Resumen de diseño de mezclas – sin incorporación de fibra

Componentes	Peso por metro cúbico $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Cemento	376 kg/m^3
Agregado fino	810 kg/m^3
Agregado grueso	1010 kg/m^3
Agua	185 L/m^3
Relación en peso C : P : A	1,00 : 2,69 : 2,15

Nota. Elaboración propia

En la tabla 38 se muestra el resumen de las proporciones necesarias para elaborar concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporado fibras de coco y *Calathea Lutea* en los porcentajes de 0,25 % y 0,5 % respectivamente, los cuales fueron calculados con los valores

granulométricos y propiedades de los agregados de la cantera del cerro calero y de las propiedades de las fibras antes mencionadas.

Tabla 38

Resumen de diseño de mezclas

Componentes	Peso según la adición de fibra por metro cúbico para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
	0,25 % de fibra	0,5 % de fibra
Cemento	374,12 kg/m ³	372,24 kg/m ³
Agregado fino	810 kg/m ³	810 kg/m ³
Agregado grueso	1010 kg/m ³	1010 kg/m ³
Fibra de coco	0,965 kg/m ³	1,925 kg/m ³
Fibra de <i>Calathea Lutea</i>	0,96 kg/m ³	1,925 kg/m ³
Agua	187 l/m ³	187 l/m ³
Relación en peso C : P : A : F	1,00 : 2,70 : 2,17 : 0,005	1,00 : 2,71 : 2,18 : 0,010

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 39, se muestra el resumen de las proporciones necesarias para elaborar concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporado fibras de coco y *Calathea Lutea* en los porcentajes de 1 % y 1,5 % respectivamente, los cuales fueron calculados con los valores granulométricos y propiedades de los agregados de la cantera del Cerro Calero y de las propiedades de las fibras antes mencionadas.

Tabla 39

Diseño de mezclas – con adición de 1 % y 1,5 % de fibra coco y Calathea Lutea

Componentes	Peso según la adición de fibra por metro cúbico para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
	1 % de fibra	1,5 % de fibra
Cemento	368,48 kg/m ³	364,72 kg/m ³
Agregado fino	810 kg/m ³	810 kg/m ³
Agregado grueso	1010 kg/m ³	1010 kg/m ³
Fibra de coco	3,85 kg/m ³	5,775 kg/m ³
Fibra de <i>Calathea Lutea</i>	3,85 kg/m ³	5,775 kg/m ³

Agua	190,60 L/m ³	193 L/m ³
Relación en peso C : P : A : F	1,00 : 2,74 : 2,20 : 0,021	1,00 : 2,77 : 2,22 : 0,032

Nota. Elaboración propia.

Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c=210$ kg/cm² con la Incorporación de la Fibra de Coco y la Fibra de la Calathea Lutea al 0,25 %, 0,5 %, 1 % 1,5 % en Relación al Peso del Cemento.

En la Tabla 40 se observa el registro de 15 probetas correspondientes al prototipo inicial, cuyas resistencias a los 7, 14 y 28 días demuestran un valor superior a las especificaciones técnicas de acuerdo al número de días, contando con promedios a los 7 días con 151,54 kg/cm², a los 14 días con 197,23 kg/cm², a los 28 días con 219,84 kg/cm².

Tabla 40

Resistencia a compresión del prototipo inicial sin incorporación de fibra

Muestra	Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Carga máxima (kg)	Diámetro Promedio (cm)	Resistencia a compresión (kg/cm²)	Resistencia promedio (kg/cm²)
M1-1			26650	15,02	150,41	
M1-2			26690	15,04	150,23	
M1-3		7 días	27050	15,03	152,46	151,54
M1-4			26930	15,02	151,99	
M1-5			27080	15,03	152,63	
M1-6	Prototipo		34880	15,03	196,59	
M1-7	inicial del		34930	15,02	197,14	
M1-8	concreto	14 días	35090	15,03	197,78	197,23
M1-9	$f'c=210$		34960	15,03	197,04	
M1-9	kg/cm ²		35010	15,02	197,59	
M1-11			39120	15,04	220,20	
M1-12			38990	15,03	219,76	
M1-13		28 días	38880	15,02	219,43	219,84
M1-14			39050	15,03	220,10	

M1-15	38980	15,03	219,70
-------	-------	-------	--------

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 41 se muestran los promedios de porcentajes de resistencias a compresión y las especificaciones esperadas de acuerdo a la edad de rotura. Dichos resultados sobrepasan las especificaciones esperadas.

Tabla 41

Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo inicial

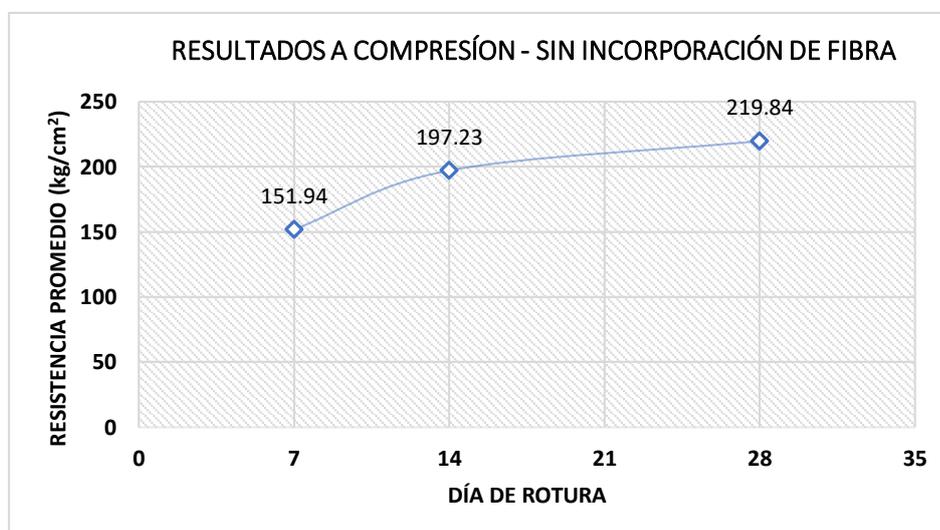
Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Especificaciones esperadas %	% de resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ²
Prototipo inicial del concreto	7 días	151,54	68 %	72,16 %
	14 días	197,23	86 %	93,92 %
$f'c=210$ kg/cm ²	28 días	219,84	100 %	104,68 %

Nota. Elaboración propia

En la Figura 42 se muestra como las resistencias promedio del concreto convencional se comportan uniformemente en relación a la edad de rotura, superando los valores porcentuales esperados. La resistencia del concreto aumentó con el tiempo tal como se muestra en la tabla 46, que a los 28 días llegó a un valor promedio de 219,84 kg/cm² superando en 4,68 % a la resistencia de diseño ($f'c=210$ kg/cm²).

Figura 42

Función lineal de la resistencia a la compresión del prototipo inicial



Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 42 se observa el registro de 15 probetas correspondientes al prototipo I con la incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* en proporciones de 0,25 % del peso del cemento, cuyas resistencias a los 7, 14 y 28 días demuestran un valor superior a las especificaciones técnicas de acuerdo al número de días, contando con promedios a los 7 días con 156,87 kg/cm², a los 14 días con 200,75 kg/cm² y a los 28 días con 227,20 kg/cm².

Tabla 42

Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo I con 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % fibra de Calathea Lutea

Muestra	Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Carga máxima (kg)	Diámetro Promedio (cm)	Resistencia a compresión (kg/cm²)	Resistencia promedio (kg/cm²)
M1-1			28230	15,10	157,64	
M1-2			27980	15,11	156,04	
M1-3		7 días	28150	15,11	156,99	156,87
M1-4			27950	15,10	156,08	
M1-5	Prototipo I		28260	15,11	157,60	
M1-6	con 0,25 % de		36180	15,12	201,50	
M1-7	fibra de coco		35960	15,12	200,27	
M1-8	y 0,25 % de	14 días	36030	15,12	200,66	200,75
M1-9	fibra de		35920	15,10	200,58	
M1-9	<i>Calathea</i>		35950	15,10	200,75	
M1-11	<i>Lutea</i>		40460	15,12	225,34	
M1-12			41180	15,11	229,65	
M1-13		28 días	41040	15,12	228,57	227,20
M1-14			40950	15,15	227,16	
M1-15			40450	15,12	225,28	

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 44 muestra los promedios de porcentaje de resistencias a compresión y las especificaciones esperadas de acuerdo a la edad de rotura.

Tabla 43

Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo I

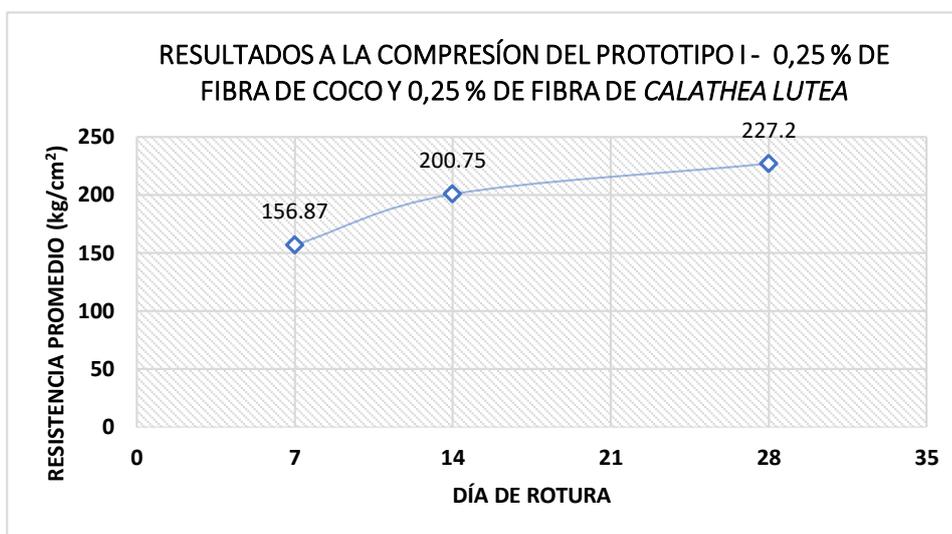
Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Resistencia promedio (kg/cm²)	Especificaciones esperadas %	% de resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm²
Prototipo I con 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	7 días	156,87	68 %	74,70 %
	14 días	200,75	86 %	95,60 %
	28 días	227,20	100 %	108,19 %

Nota. Elaboración propia.

La Figura 43 muestra el comportamiento uniforme de la resistencia a la compresión promedio en relación a la edad de rotura del prototipo I (con incorporación de 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea*). Esto demuestra que la resistencia a la compresión tiende a superar los valores mínimos esperados. La resistencia del concreto aumenta con el tiempo y alcanza un valor promedio de 227,20 kg/cm² superando la resistencia de diseño en un 8,19 %, siendo este el prototipo con los valores más altos para la resistencia a la compresión.

Figura 43

Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 0,25 % de fibras de coco y 0,25 % de fibras de Calathea Lutea en función de los días de rotura



Nota. Elaboración Propia

La Tabla 44 muestra el registro de 15 probetas correspondientes al prototipo II con la incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* en proporciones de 0,5 % del peso del cemento, cuyas resistencias a los 7, 14 y 28 días demuestran un valor superior a las especificaciones técnicas de acuerdo al número de días, contando con promedios a los 7 días con 151,14 kg/cm², a los 14 días con 196,74 kg/cm² y a los 28 días con 221,04 kg/cm².

Tabla 44

Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo II con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % fibra de Calathea Lutea

Muestra	Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Carga máxima (kg)	Diámetro Promedio (cm)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
M2-1	Prototipo II		27150	15,10	151,61	
M2-2	con 0,5 %		27190	15,11	151,63	
M2-3	de fibra de	7 días	27120	15,10	151,44	151,14
M2-4	coco y 0,5		26990	15,12	150,32	
M2-5	% de fibra		27060	15,12	150,71	
M2-6	de	14 días	35920	15,15	199,26	196,74

M2-7	<i>Calathea</i>		34960	15,14	194,19	
M2-8	<i>Lutea.</i>		35520	15,15	197,04	
M2-9			34980	15,14	194,30	
M2-9			35810	15,14	198,91	
M2-11			40050	15,16	221,88	
M2-12			39920	15,15	221,45	
M2-13		28 días	40020	15,16	221,71	221,04
M2-14			39690	15,15	220,17	
M2-15			39660	15,15	220,01	

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 45 muestra los promedios de porcentaje de resistencias a compresión y las especificaciones esperadas de acuerdo a la edad de rotura.

Tabla 45

Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo II

Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Resistencia promedio (kg/cm²)	Especificaciones esperadas %	% de resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm²
Prototipo II con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de <i>Calathea</i>	7 días	151,14	68 %	71,97 %
	14 días	196,74	86 %	93,69 %
	28 días	221,04	100 %	105,26 %
<i>Lutea</i>				

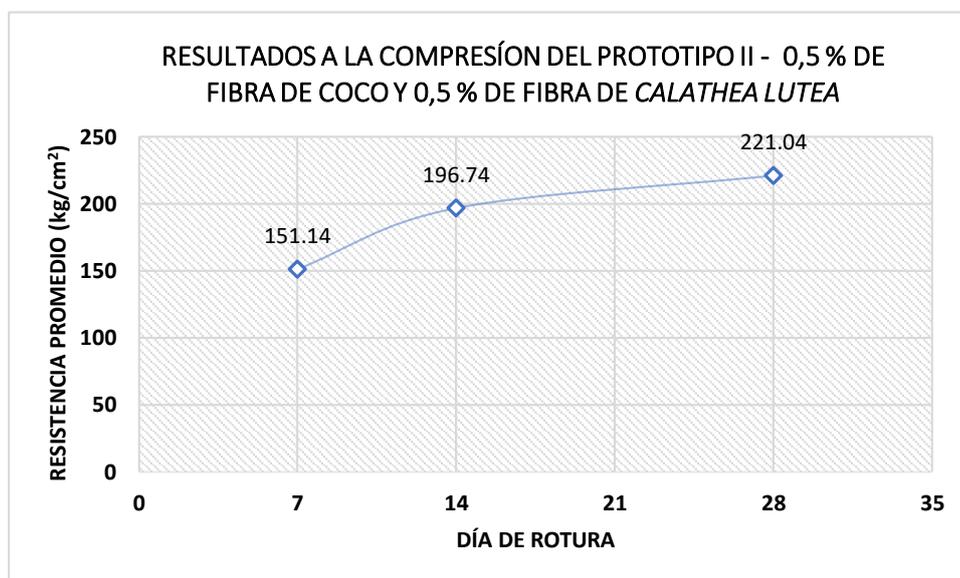
Nota. Elaboración propia.

En la Figura 44 se muestra el comportamiento uniforme de las resistencias promedio del prototipo II (con incorporación de 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % fibra de *Calathea Lutea*), lo que resultó en valores por encima de las especificaciones porcentuales esperadas, como se muestra en la tabla 50, los valores promedios de la resistencia del concreto

aumentaron con el tiempo alcanzando un valor promedio de 221,04 kg/cm² a los 28 días de edad, superando en 5,26 % a la resistencia de diseño.

Figura 44

Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 0,5 % de fibras de coco y 0,5 % de fibras de Calathea Lutea en función a los días de rotura



Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 46 de igual forma se muestra el registro de 15 probetas correspondientes al prototipo III con la incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* en proporciones de 1 % del peso del cemento, cuyas resistencias a los 7, 14 y 28 días demuestran un valor superior a las especificaciones técnicas de acuerdo al número de días, contando con promedios a los 7 días con 144,81 kg/cm², a los 14 días con 194,39 kg/cm² y a los 28 días con 216,00 kg/cm².

Tabla 46

Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo III con 1 % de fibra de coco y 1 % fibra de Calathea Lutea

Muestra	Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Carga máxima (kg)	Diámetro Promedio (cm)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
M3-1	Prototipo III	7 días	25910	15,12	144,30	
M3-2	con 1 % de		26150	15,14	145,25	
M3-3	fibra de		26180	15,14	145,42	144,81
M3-4	coco y 1 %		25940	15,12	144,47	
M3-5	de fibra de		25960	15,12	144,58	

M3-6	<i>Calathea</i>	14 días	34990	15,14	194,36	
M3-7	<i>Lutea</i>		35030	15,15	194,32	
M3-8			35020	15,14	194,52	194,39
M3-9			35180	15,16	194,90	
M3-9			34940	15,15	193,82	
M3-11		28 días	39020	15,16	216,17	
M3-12			39130	15,17	216,50	
M3-13			38910	15,17	215,28	216,00
M3-14			38850	15,16	215,23	
M3-15			39090	15,15	216,85	

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 47 muestra los promedios de % de resistencias a compresión y las especificaciones esperadas de acuerdo a la edad de rotura.

Tabla 47

Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y las especificaciones esperadas del prototipo III

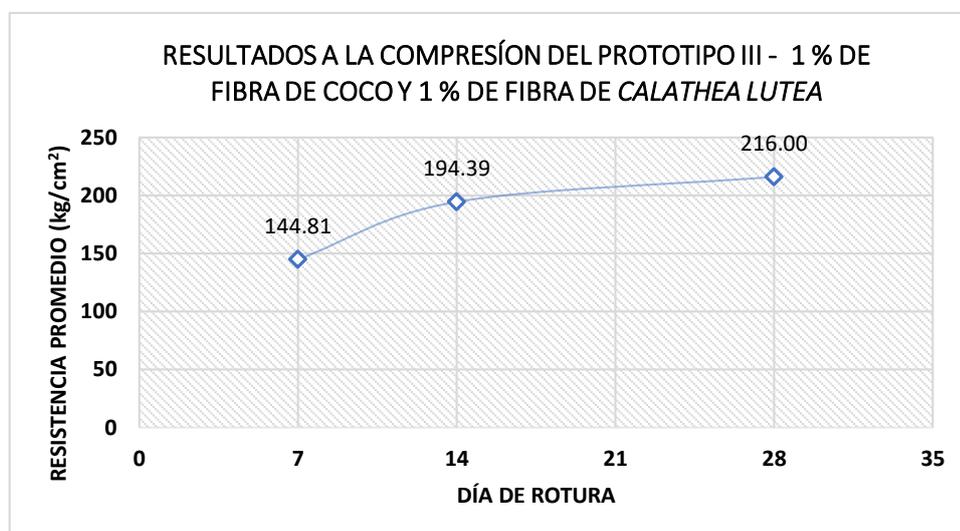
Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Resistencia promedio (kg/cm^2)	Especificaciones esperadas %	% de resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Prototipo III con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de <i>Calathea</i>	7 días	144,81	68 %	68,96 %
	14 días	194,39	86 %	92,56 %
	28 días	216,00	100 %	102,86 %
<i>Lutea</i>				

Nota. elaboración propia.

En la Figura 45 muestra el comportamiento uniforme de las resistencias a la compresión promedio del prototipo III (con incorporación de 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea*). Esto implica que la resistencia aumenta con el tiempo y supera los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura, siendo el valor promedio obtenido a los 28 días de 216 kg/cm^2 , siendo superior en 2,86 % a la resistencia de diseño.

Figura 45

Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 1 % de fibras de coco y 1 % de fibras de Calathea Lutea en función a los días de rotura



Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 48 se muestra también el registro de 15 probetas correspondientes al prototipo IV con la incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* en proporciones de 1,5 % del peso del cemento, cuyas resistencias a los 7, 14 y 28 días resultan tener un valor inferior a las especificaciones técnicas de acuerdo al número de días.

Tabla 48

Resumen de promedios de la resistencia a compresión del prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % fibra de Calathea Lutea

Muestra	Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Carga máxima (kg)	Diámetro Promedio (cm)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
M4-1	Prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de Calathea Lutea	7 días	24180	15,14	134,31	133,30
M4-2			22910	15,16	126,92	
M4-3			23090	15,16	127,92	
M4-4		14 días	25410	15,15	140,96	183,60
M4-5			24590	15,15	136,41	
M4-6			33170	15,16	183,76	
M4-7			33220	15,16	184,04	
M4-8			33200	15,15	184,17	

M4-9		32980	15,14	183,19	
M4-9		32960	15,15	182,84	
M4-11	28	37220	15,17	205,93	
M4-12	días	36940	15,16	204,65	
M5-13		36980	15,17	204,60	205,00
M5-14		37170	15,17	205,65	
M5-15		36850	15,16	204,15	

Nota. Elaboración propia.

La tabla 49 muestra los promedios de porcentajes de resistencias a compresión y las especificaciones esperadas de acuerdo a la edad de rotura.

Tabla 49

Resumen de promedios de % de resistencia a compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y las especificaciones esperadas del prototipo IV

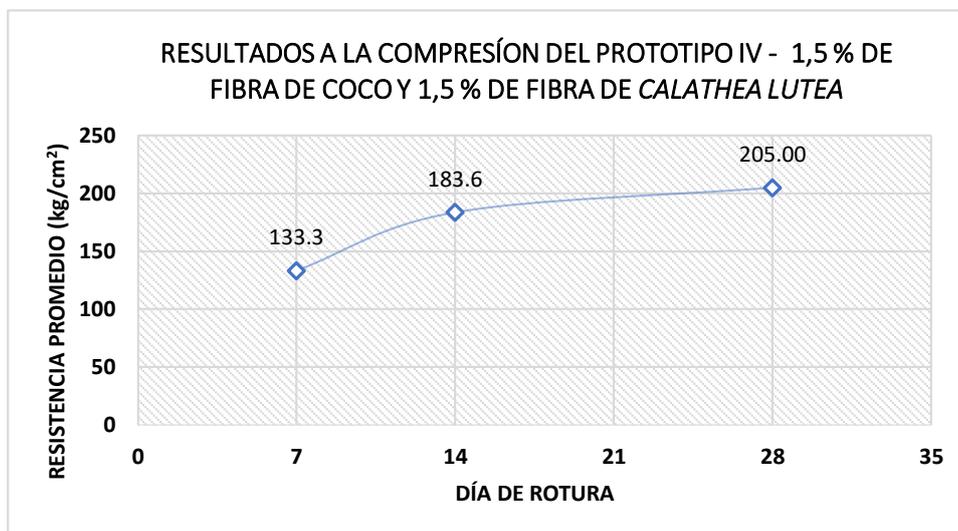
Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Resistencia promedio (kg/cm²)	Especificaciones esperadas %	% de resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm²
Prototipo IV con 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	7 días	133,30	68 %	36,48 %
	14 días	183,60	86 %	87,43 %
	28 días	205,00	100 %	97,62 %

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 46 se observa un comportamiento decreciente de las resistencias promedio del prototipo IV (con incorporación de 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de *Calathea Lutea*), dando valores porcentuales inferiores a los esperados en relación a los días de rotura. Los valores de resistencia del concreto a los 28 días alcanzaron una resistencia de 205 kg/cm² siendo inferior en 2,38 % a la resistencia de diseño ($f'c=210$ kg/cm²).

Figura 46

Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 1,5 % de fibras de coco y 1,5 % de fibras de Calathea Lutea en función a los días de rotura

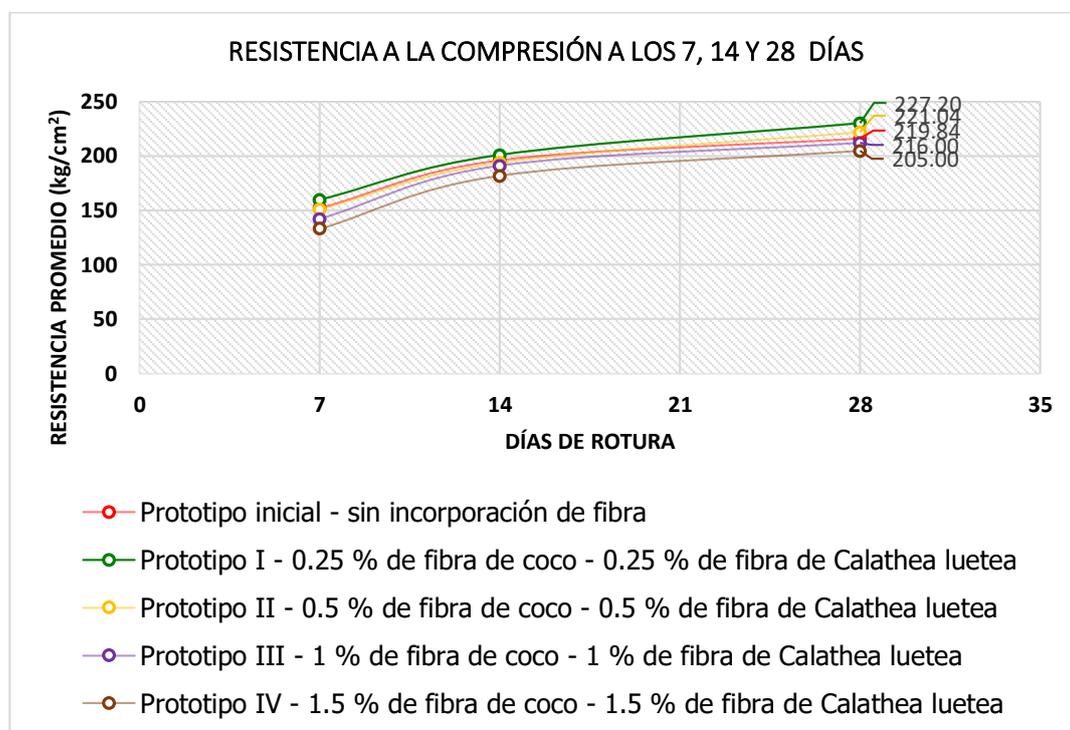


Nota. Elaboración propia

En la Figura 47 se observa que los prototipos I, II, III la resistencia a la compresión tiene tendencia creciente en función al tiempo, donde estos muestran valores mayores a la resistencia de diseño ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) evidenciando que la incorporación de fibra de coco (0,25 – 1) % y fibra de *Calathea Lutea* (0,25 – 1) % contribuyen a mejorar la propiedad de resistencia a la compresión del concreto. Se puede apreciar que respecto al prototipo I muestra mejores resultados en todas las edades, y el prototipo IV muestra resultados menos favorables a los 7, 14 y 28 días.

Figura 47

Función lineal de la resistencia a la compresión con incorporación de 0,25 % - 1,5 % de fibra de coco y 0,25 % - 1,5 % de fibra de Calathea Lutea en función a los días de rotura



Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 50 se muestra la comparación de las resistencias a compresión con el prototipo inicial (muestra patrón) según los días de rotura, donde el prototipo I obtuvo mayores resistencias en todas las edades y el prototipo IV obtuvo menores resistencias a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 50

Comparación de las resistencias a la compresión con el prototipo inicial

Porcentaje de diseño	Edad de rotura		
	7 días	14 días	28 días
Prototipo inicial	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Prototipo I – 0,25 % de fibra de coco – 0,25% de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	3,52 %	1,75 %	3,35 %
Prototipo II – 0,5 % de fibra de coco – 0,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	- 0,26 %	- 0,25 %	0,55 %

Prototipo III – 1 % de fibra de coco – 1 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	- 4,44 %	- 1,44 %	- 1,75 %
Prototipo IV – 1,5 % de fibra de coco – 1,5 % de fibra de <i>Calathea Lutea</i>	- 12,04 %	- 6,91 %	- 6,75 %

Nota. Elaboración propia.

Resistencia a la Flexión del Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la Incorporación de la Fibra de Coco y la Fibra de la *Calathea Lutea* al 0,5 % y 1 %.

En la Tabla 51, observamos el registro de 3 vigas correspondientes al prototipo inicial, cuyo módulo de rotura 7, 14 y 28 días es $16,41 \text{ kg/cm}^2$, $17,68 \text{ kg/cm}^2$, $21,33 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

Tabla 51

Resistencia a la flexión de prototipo inicial a los días de rotura

Vigueta	Porcentaje del diseño	Edad de rotura	Carga máxima (kg)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	h (cm)	Módulo de rotura (kg/cm^2)
V - 01	0 % de	7 días	1242,325	45	15,01	15,02	16,41
V - 02	fibra	14 días	1340,410	45	15,01	15,03	17,68
V - 03		28 días	1606,510	45	15,00	15,03	21,33

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 52 observamos el registro de 3 vigas con incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* en proporciones de 0,5 % del peso del cemento, cuyas resistencias a los 7, 14 y 28 días demuestran un valor de módulo de rotura $16,57 \text{ kg/cm}^2$, $17,89 \text{ kg/cm}^2$ y $21,42 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 52

*Resistencia a flexión en viguetas con 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % fibra de *Calathea Lutea**

Vigueta	Porcentaje del diseño	Edad de Rotura	Carga máxima (kg)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	h (cm)	Módulo de rotura (kg/cm^2)
V - 01		7 días	1265,210	45	15,03	15,12	16,57

V - 02	0,5 % de	14 días	1356,490	45	15,03	15,07	17,89
V - 03	fibra de coco y 0,5 % de fibra de <i>Calathea</i> <i>Lutea</i>	28 días	1609,910	45	15,03	15,00	21,42

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 53, de igual forma se muestra el registro de 3 vigas con incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* en proporciones de 1 % del peso del cemento, cuyo módulo de rotura los 7, 14 y 28 días es de 16,77 kg/cm², 18,13 kg/cm² y 21,58 kg/cm² respectivamente.

Tabla 53

Resistencia a la flexión en viguetas con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de Calathea Lutea

Vigueta	Porcentaje del diseño	Edad de Rotura	Carga máxima (kg)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	h (cm)	Módulo de rotura (kg/cm ²)
V - 01	1 % de fibra	7 días	1278,45	45	15,03	15,11	16,77
V - 02	de coco y 1 %	14 días	1372,21	45	15,07	15,03	18,13
V - 03	de fibra de <i>Calathea</i> <i>Lutea</i>	28 días	1635,99	45	15,06	15,05	21,58

Nota. Elaboración propia.

Tabla 54

Propiedades físicas, mecánicas y químicas de las fibras de coco y la Calathea Lutea

Características	Fibra de coco	Fibra de <i>Calathea lutea</i>
Humedad natural	2,44 %	2,37 %
Absorción	68,97 %	60,35 %
Peso específico aparente	0,84 g/cm ³	0,89 g/cm ³
Contenido de cloruros	27,42 ppm	26,38 ppm

Contenidos de sales	54,52 ppm	52,46 ppm
Contenido de sulfatos	19,35 ppm	18,24 ppm

Nota. elaboración propia.

7.2 Conclusiones

Según los resultados obtenidos de los ensayos físicos, mecánicos y químicos de la fibra de coco y *Calathea Lutea* de la tabla 59, se concluye que tiene buenas propiedades mecánicas que favorecen al concreto en aumentar la resistencia, dentro de las propiedades encontramos dureza y elasticidad. Por otra parte, después de definir las propiedades químicas se puede afirmar que no presenta sustancias nocivas, dañinas o agresivas para el concreto ya que los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles.

Del análisis de los resultados al incorporar diferentes porcentajes de fibras de fibra de coco y *Calathea Lutea* en la elaboración de testigos se concluye que, los efectos causados en la resistencia a la compresión y flexión con la incorporación de porcentajes menores al 1% resultaron ser aceptables puesto a que cumplen con las especificaciones técnicas para un concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, y para porcentajes mayores del 1% se obtuvo efectos no admisibles debido a que las fibras presentan reacciones no favorables como la trabajabilidad y la porosidad generando estas cangrejeras en el concreto.

Los resultados obtenidos de la resistencia a compresión se concluyen que los prototipos con incorporación de fibras de coco y *Calathea Lutea* mejoraron significativamente la resistencia a la compresión a los 28 días, donde el prototipo I con 0,25 % fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea* obtuvo mayor resistencia llegando a los $227,20 \text{ kg/cm}^2$, teniendo un incremento en 3,35 % respecto al prototipo inicial. Por otra parte, los resultados a flexión se concluyen que los prototipos I y II mejoran significativamente la resistencia a la flexión a los 28 días en 0,42 % y 1,17 % respectivamente, en referencia al módulo de rotura del prototipo inicial, donde el prototipo I con incorporación de 1 % fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea* obtuvo $21,58 \text{ kg/cm}^2$ presentando resistencia mayor al prototipo inicial.

Finalmente, los resultados de los efectos que causan las fibras coco y *Calathea Lutea* en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico, se concluye que la trabajabilidad tiene efectos negativos conforme se aumentan los porcentajes de fibras en el diseño debido a que las fibras absorben la humedad de la mezcla haciendo que sea menos trabajable mediante el ensayo de Slump, por otra parte, después de analizar los resultados de las pruebas de resistencia a compresión y flexión del concreto se pudo afirmar que con la adición de fibra

de coco y *Calathea Lutea* en los porcentajes de 0,25 %, 0,5% y 1% tuvo efectos favorables en las propiedades mecánicas evaluadas, puesto a que las fibras en conjunto aportan características de cohesión, resistencia y tenacidad. El prototipo que dio mejores resultados al esfuerzo de compresión fue el prototipo I que contiene 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea*, llegando a la resistencia a la compresión a los 28 días de edad a los 227,20 kg/cm² siendo mayor al prototipo inicial en un 3,35 %; los resultados obtenidos para la resistencia a flexión favorable es con la incorporación de 1 % fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea* obteniendo módulo de rotura de 21,58 kg/cm², siendo mayor en 1,17 % al prototipo inicial.

7.3 Recomendaciones

Para definición de las propiedades químicas y físicas de las fibras de coco y *Calathea Lutea* se recomienda que los equipos de los laboratorios sean calibrados, que el personal técnico esté capacitado y que las fibras se encuentren en óptimas condiciones.

Para la evaluación de los efectos de la incorporación de fibra de coco y *Calathea Lutea* se recomienda tener fichas o formatos, instrumentos modernos que nos brinden mejores resultados y tener criterio técnico.

Para la elaboración de concretos $f'c=210$ kg/cm² con fibras de coco y *Calathea Lutea* se recomienda utilizar longitudes uniformes de 5 cm para obtener una mejor trabajabilidad al momento de realizar la mezcla de los componentes del concreto hidráulico. Del mismo modo los agregados tienen que estar limpios y libres de impurezas.

Se recomienda para posteriores estudios de investigación realizar cuadros estadísticos, análisis de varianza y test de comparaciones para ver las diferencias que existen en los resultados de los esfuerzos a compresión y flexión del concreto.

Referencias

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto: Teoría y Problemas*. Editorial San Marcos.
- Aguilar, O., Rodríguez, E., y Sermeño, M. (2009). *Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio* [Tesis de Pregrado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2038/>
- Ahmad, J., y Zhou, Z. (2022). Mechanical Properties of Natural as well as Synthetic Fiber Reinforced Concrete: A Review. *Construction and Building Materials*. Vol. 333. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127353>
- Alvarez, C. (2018). *Fibras naturales del entorno, en la producción de papel tapiz, aplicado en espacios interiores* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29499>
- ASTM C 128. (2022). *Método de prueba estándar para determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 136. (2014). *Determinación del análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 143. (2008). *Método de ensayo estándar para revenimiento del concreto de cemento hidráulico*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 1602. (2006). *Especificación estándar para agua de mezcla utilizada en la producción de hormigón de cemento hidráulico*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 29. (2017). *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad aparente (peso unitario) e índice de huecos en los áridos*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 31. (2012). *Practica normalizada para preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 33. (2008). *Especificación estándar para agregados para concreto*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 39. (2009). *Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto*. Norma Técnica, American Society for Testing Materials.

- ASTM C 78. (2015). *Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Flexión del Concreto (Usando Viga Simple con Carga a los Tercios del Claro)*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM D 2216. (2019). *Métodos de prueba estándar para determinación de laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo y la roca por masa*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- ASTM D 75. (2014). *Práctica estándar para el muestreo de agregados*. Norma Técnica, American Society for Testing and Materials.
- Bacalla, S., y Vega, M. (2019). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm² usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/734>
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2251>
- Deaquiz, Y., y Moreno, B. (2016). Producción y Biosíntesis de Fibras Vegetales. Una Revisión. *Conexión Agropecuaria JDC*, 6(1), 29-42. <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/53>
- Giler, D. y López, J. (2022). *Análisis de factibilidad de la incorporación de fibra del coco al mortero tradicional para mejorar sus capacidades mecánicas* [Tesis de Pregrado, Universidad San Gregorio de Portoviejo]. Repositorio Institucional - Universidad San Gregorio de Portoviejo.
- Gonzales, P., y Mendoza, I. (2016). *Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5830>
- Goulart, G., De Souza, D., Machado, J., y Hourston, D. (2000). Mechanical and Thermal Characterization of Native Brazilian Coir Fiber. *Applied Polymer Science*, (7), 1197–1206. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(20000516\)76:7%3C1197::AID-APP23%3E3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4628(20000516)76:7%3C1197::AID-APP23%3E3.0.CO;2-G)
- Granados, D., y López, G. (2002). Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, (8), 39 – 48. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62980105>
- Guevara, D. (2014). *Resistencia y costo del concreto premezclado y del concreto hecho al pie de obra, en función al volumen de vaciado* [Tesis de Pregrado, Universidad

- Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Cajamarca.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Education. <https://www.casadellibro.com/libros-ebooks/roberto-hernandez-sampieri/75938>
- Inga, X. (2019). *Evaluación de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando fibras* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58900>
- Irving, J. (2010). *Evaluación de Composites de Cemento-Fibra de Vidrio*. [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3145_C.pdf
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., y Jussara, T. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Instituto Mexicano del cemento y del concreto. DOI: 0893122335
- Lara, G. (2017). *Determinación de los porcentajes óptimos de fibra de coco en hormigones hidráulicos* [Tesis de Pregrado, Universidad Espíritu Santo]. <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/1942>
- Laura, S. (2006). *Diseño de mezclas de concreto*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Long, W., y Wang, Y. (2021). Effect of pine needle fibre reinforcement on the mechanical properties of concrete. *Construction and Building Materials*. Vol. 278. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122333>
- Luna, H. (2014). *Estudio del hormigón: guía didáctica para el diseño de mezclas*. Quito: Edicumbre.
- Manobanda, C. (2013). *El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional - Universidad Técnica de Ambato.
- Maya, J., y Sabu, T. (2008). Biofibres and biocomposites. *Carbohydrate Polymer*, (3), 343-364. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.05.040>
- Mejia, K. (2020). *Evaluar la fibra de estopa de coco para mejorar propiedades mecánicas del concreto en edificaciones de Tembladera – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57697>
- Mohanty, A., Misra, M., y Drzal, L. (2005). *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. CRC press. <https://www.kobo.com/us/en/ebook/natural-fibers-biopolymers-and-biocomposites-1>

- MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales* (1 st ed). Ministerio de transportes y comunicaciones.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de la investigación*. Oxford University Press México.
- Novoa, M. (2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento* [Tesis de Posgrado, Universidad de Colima]. Repositorio Institucional – Universidad de Colima.
- NTP 339.034 (2021). *Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Instituto Nacional de Calidad. 5a Edición.
- NTP 339.035. (2022). *Método de ensayo para medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico*. Instituto Nacional de Calidad. Instituto Nacional de Calidad. 5ª Edición.
- NTP 339.078 (2022). *Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos*. Instituto Nacional de Calidad. 4ª Edición.
- NTP 339.088. (2021). *Especificaciones del agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico*. Instituto Nacional de Calidad. 4a Edición.
- NTP 339.152 (2002). *Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea*. Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 339.177 (2002). *Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea*. Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 339.178. (2002). *Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea*. Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 339.185. (2021). *Método de ensayo para la determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Instituto Nacional de Calidad. 3a Edición.
- NTP 400.012. (2021). *Método de ensayo para el análisis granulométrico del agregado fino y grueso*. Instituto Nacional de Calidad. 4a Edición.
- NTP 400.017. (2020). *Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados*. Instituto Nacional de Calidad. 4a Edición.

- NTP 400.018. (2020). *Método de ensayo para la determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (Nº. 200) por lavado en agregados*. Instituto Nacional de Calidad. 4a Edición.
- NTP 400.022. (2021). *Método de ensayo para la determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Instituto Nacional de Calidad. Instituto Nacional de Calidad. 4a Edición.
- Olave, B. (2019). *Evaluación del efecto de la incorporación de fibra de coco en la retracción hidráulica del hormigón* [Tesis de Pregrado, Universidad de Valparaíso de Chile]. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvscl/2559>
- Pacheco, L. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido* [Tesis de Pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui]. <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/226>
- Paricaguán, B. (2015). *Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción* [Tesis de Pregrado, Universidad de Carabobo]. Repositorio Institucional - Universidad de Carabobo.
- Pineda, A., y Navarrete, J. (2017). *Obtención de celulosa micro cristalina a partir de la fibra de estopa de coco* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional - Universidad de Guayaquil.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., y Velazco, G. (2009). *Manual del concreto estructural* (3th ed.). DOI: 9806403665.
- Quintanilla, M. (2010). *Industrialización de la fibra de estopa de coco* [Tesis de Pregrado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/431/>
- Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodríguez, J., y Pumacayo, I. (2019). *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica*. Colombia: EIDEC.
- Ramirez, K. (2018). *Efecto alelopático del extracto acuoso de Calathea lutea (bijao) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de Lactuca sativa (lechuga)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional intercultural de la Amazonía]. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/178>
- Rengifo, M., y Yupangui, R. (2013). *Estudio del Hormigón Celular* [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Institucional - Escuela Politécnica Nacional.
- Ríos, A. (2012). *Determinación del manejo agroforestal del bijao (Calathea lutea) bajo tres diferentes condiciones de luz en un rodal natural, en el centro poblado "El Abujao"*,

- cuenca del rio Abujao, región Ucayali. Pucalpa* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Ucayali
- Rivera, G. (2006). *Concreto simple*. Universidad del Cauca.
- Rivera, J. (2014). *Cálculo Chi-cuadrado crítico*. Obtenido de <https://www.geogebra.org/m/YQCfcR2J>
- Rojas, A. (2015). *Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/17066>
- Romero, A., y Hernández, J. (2014). *Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión* [Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/915>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y mortero*. Bhandar Editores Ltda.
- Sánchez, H., Reyes, C., y Mejía, K. (2018). *Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1480>
- Solas, A., y Giani, R. (2010). *Tecnología del hormigón avanzada*. Ediciones UC.
- Suárez, L. (2007). *Identificación, caracterización del hábitat, conservación y uso de plantas de la familia Marantaceae en la jurisdicción de Corantioquia*. https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/flora/AIRNR_CN_7222_2006.pdf
- Trejos, J. (2014). *Propiedades mecánicas de una matriz de poliéster reforzada con fibra de coco comparadas con la misma matriz reforzada con fibra de vidrio* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/items/f890340b-209e-492e-8212-3aa4917a3757>
- Villegas, N., y Vélez, R. (2007). *Elaboración de módulos estructurales a base de fibra de estopa de coco para viviendas de bajo costo* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional - Universidad de Guayaquil.

Anexos

Informes del laboratorio



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

ESTUDIO DE CANTERA



CANTERA CERRO CALERO

PROYECTO:

“EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA *CALATHEA LUTEA* PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES”.

UBICACIÓN

SECTOR : NUEVO EDÉN
 DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
 PROVINCIA : RIOJA
 DEPARTAMENTO : SAN MARTIN

NUEVA CAJAMARCA - FEBRERO DEL 2022



CHRISTIAN EDUARDO RAMA PEREZES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 145396

Carretera Presidente Fernando Belaúnde Terry Km. 493 – Rioja
 Teléfono 042 - 562522
 Pagina Web: www.peam.gob.pe

INFORME TÉCNICO DE CANTERA

PROYECTO	: Efectos de las Fibras de Coco y la <i>Calathea Lutea</i> para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto Hidráulico en Edificaciones.
UBICACIÓN DE LA CANTERA	: Distrito : Nueva Cajamarca Provincia : Rioja Departamento : San Martín
EJECUTOR	: Edinson Cunia Tocto
ASUNTO	: Estudio de cantera, laboratorio de mecánica de suelos y concreto PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo)
FECHA	: Nueva Cajamarca, Febrero del 2022

1. Finalidad del estudio:

El estudio tiene como finalidad de determinar las características geotécnicas del agregado proveniente de la cantera Cerro Calero.

2. Ubicación de la cantera:

La cantera Cerro Calero se encuentra situada a la altura del Km 452 + 150 al Norte de la carretera Fernando Belaunde Terry, con coordenadas UTM 245159 – 9339863 a 870 msnm de altitud.

3. Accesibilidad de la cantera:

El acceso por vía terrestre, comienza en sector Nuevo Edén por una carreteo afirmada de 0,870 km con un tiempo aproximado de 5 min tomando como referencia la carretera Fernando Belaunde Terry.



CHRISTIAN SARMIENTO RIOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
C.I. N° 185396

4. Clima y vegetación:

La cantera Cerro Calero se encuentra dentro de la extensión del Valle del Alto Mayo, con un clima tropical permanente húmedo y cálido.

La temperatura media anual es de 23°C, con precipitaciones medias anuales de 1400 mm.

5. Reconocimiento del terreno:

De acuerdo al reconocimiento del terreno para la explotación de la cantera Cero Calero, se obtuvieron muestras representativas para los posteriores estudios correspondientes a las propiedades de los agregados.

6. Descripción de la cantera

Se trata de una cantera de roca del Cerro Calero:

Propietario	: Propiedad privada
Uso	: Material para concreto
Tipo de material	: Conglomerado mezcla de grava, arena, arcilla y limo semicompacto de color amarillento.
Tiempo de explotación	: En época de verano
Tipo de explotación	: A cielo abierto, mecanizada y zarandeada.
Textura	: ligeramente grueso 90%, material fino 10%
Potencia bruta	: 25000 m ³



CHRISTIAN EDUARDO PEREDES
INGENIERO CIVIL
CLP/N° 185396

(Fotos de extracción de la muestra)




CHRISTIAN EDUARDO RIOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185.196

Carretera Presidente Fernando Belaúnde Terry Km. 493 – Rioja
Teléfono 042 - 562522
Pagina Web: www.peam.gob.pe




CHRISTIAN EDUARDO RIOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185.196

Carretera Presidente Fernando Belaúnde Terry Km. 493 – Rioja
Teléfono 042 - 562522
Pagina Web: www.peam.gob.pe



Figura 3. Recolección y muestreo de los agregados finos cantera cerro calero.

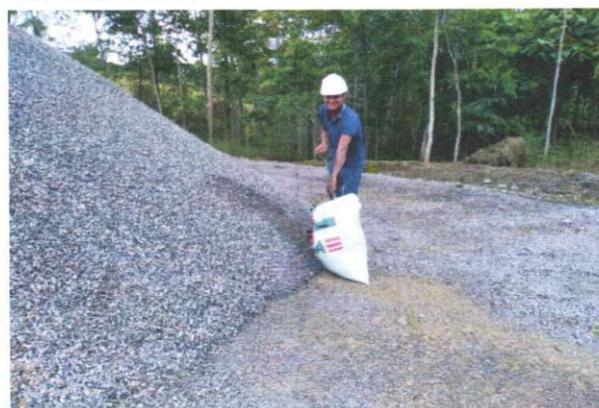
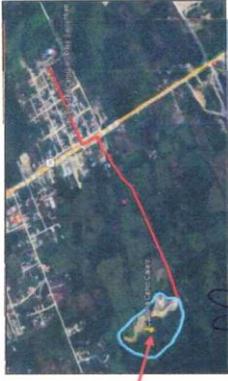
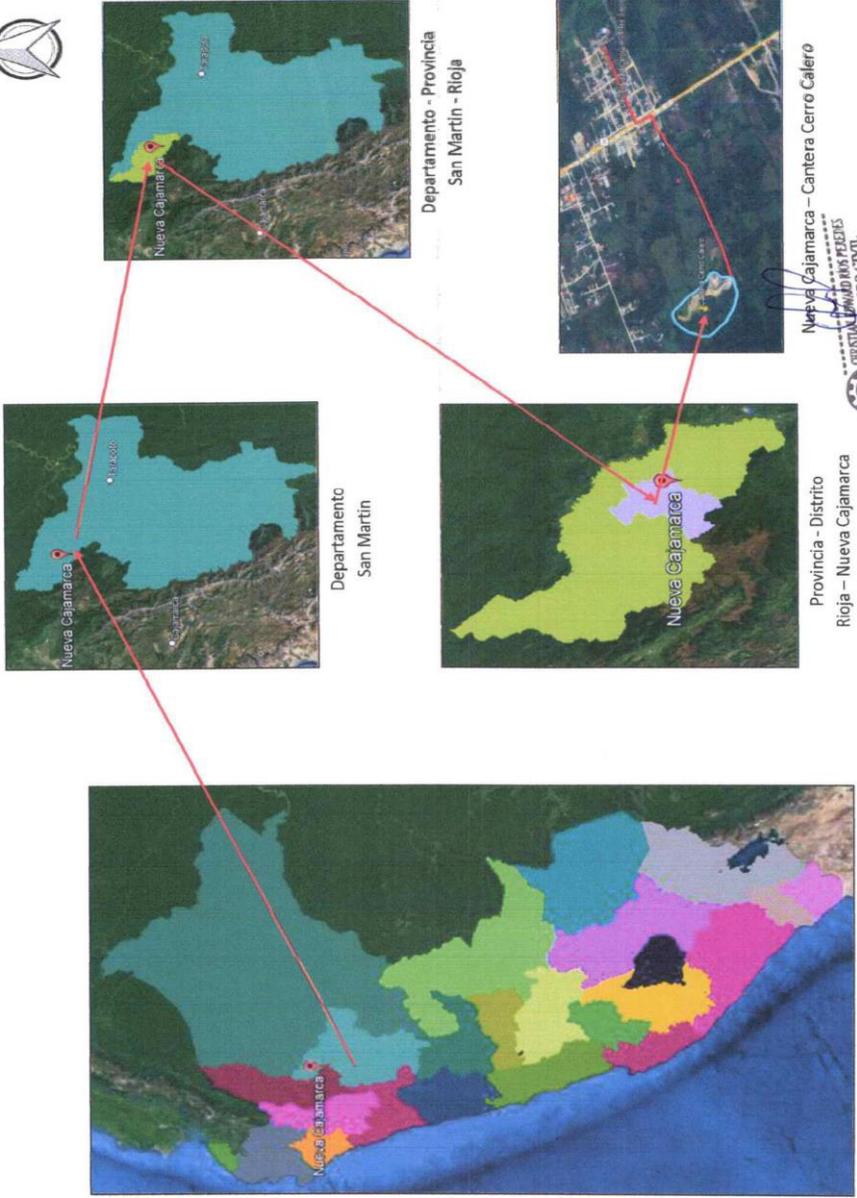


Figura 4. Recolección y muestreo de los agregados gruesos cantera cerro calero.



CHRISTIAN EDUARDO PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

PLANO DE UBICACIÓN DE LA CANTERA CERRO CALERO

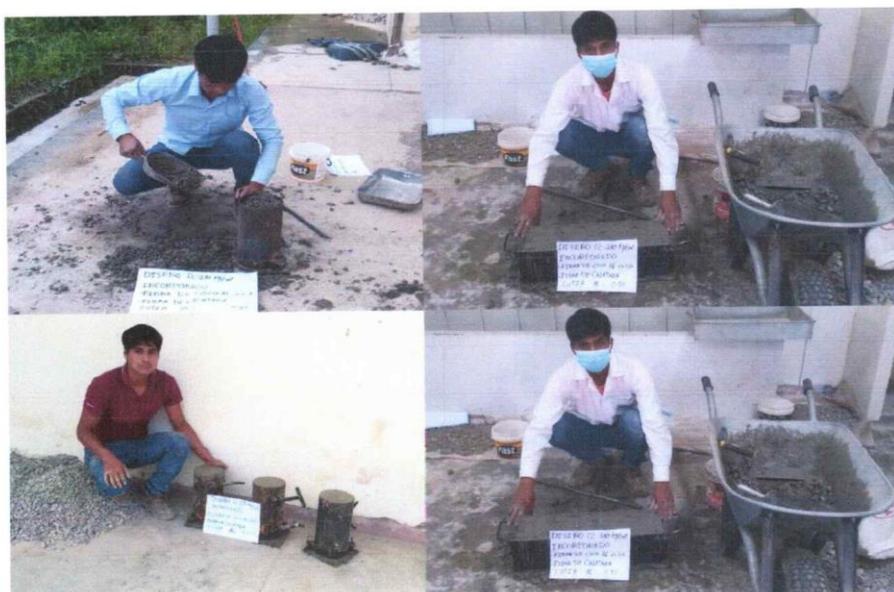


Nueva Cajamarca - Cantera Cerro Calero
INGENIERO CIVIL
INCEP N° 185396



DISEÑO DE MEZCLA – CERRO CALERO

DISEÑO : F'C 210 kg/cm²



PROYECTO

“EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA *CALATHEA LUTEA* PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES”.

SECTOR : NUEVO EDEN
 DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
 PROVINCIA : RIOJA
 REGION : SAN MARTIN
 CANTERA : ARENA ZARANDEADO + PIEDRA CHANCADA ZARANDEADA DE TAMAÑO MÁXIMO 1”


 CHRISTIANA PAREDES
 INGENIERO CIVIL
 C.I. N° 185396

Nueva Cajamarca, Febrero del 2022

INFORME DE LABORATORIO

PROYECTO : Efectos de la Fibra de Coco y la *Calathea Lutea* para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto Hidráulico en Edificaciones.

UBICACIÓN : **SECTOR** : Nuevo Eden
DISTRITO : Nueva Cajamarca
PROVINCIA : Rioja
DEPARTAMENTO : San Martín
REGION : San Martín

ASUNTO : Diseño de mezcla por separado

FECHA : Nueva Cajamarca, Febrero del 2022

Diseño de una mezcla de concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, de resistencia a la compresión a los 28 días.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- Cemento ASTM Tipo I.			
Peso Específico	=	3,11	grs/cm ³
Peso Unitario	=	1 500	kg/cm ³
- Agregado fino (Arena) zarandeado			
Procedencia Cantera Cerro Calero - Sector Nuevo Eden			
Peso Específico	=	2,64	grs/cm ³
Peso Unitario Suelto	=	1 526	kg/m ³
Peso Unitario Varillado	=	1 581	kg/m ³
Porcentaje de Absorción	=	1,65	%
Porcentaje de Humedad	=	3,38	%
Módulo de Fineza	=	3,83	
- Agregado grueso (Piedra Chancada)			
Procedencia Cantera Cerro Calero - Sector Nuevo Eden			
Tamaño Máximo nominal	=	1"	
Peso Específico	=	2,75	grs/cm ³
Peso Unitario Suelto	=	1 470	kg./m ³
Peso Unitario Varillado	=	1 510	kg./m ³
Porcentaje de Absorción	=	0,72	%
Porcentaje de Humedad	=	1,53	%



CHRISTIAN EDWARD RAMOS PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

Dosificación en Peso m3 – sin fibra

Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	8,85 bol./m3
Relación Agua Cemento	=	0,54
Relación en Peso-C:P:A.	=	1,00 : 2,69 : 2,15

Cantidades de Materiales en peso por m3

- Cemento	=	376	kg/m3
- Agua	=	185	lts/m3
- Agregado Fino	=	810	kg/m3
- Agregado Grueso	=	1 010	kg/m3

Cantidad de Materiales en Volumen por m3

- Cemento	=	0,251	m3
- Agua	=	0,185	m3
- Agregado Fino	=	0,531	m3
- Agregado Grueso	=	0,687	m3
- Relación en volumen:C:P:A.	=	1,00 : 2,75 : 2,12	

Dosificación en Peso m3 – con fibra

Con un 0,25 % de fibra de coco y 0,25 % de fibra de *Calathea Lutea*

Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	8,85 bol/m3
Relación Agua Cemento	=	0,54
Relación en Peso-C:P:A:F.	=	1,00 : 2,70 : 2,17 : 0,005

Cantidades de Materiales en peso por m3

- Cemento	=	374,12	kg/m3
- Agua	=	187	lts/m3
- Agregado Fino	=	810	kg/m3
- Agregado Grueso	=	1 010	kg/m3
- Fibra	=	1,93	kg/m3

Cantidad de Materiales en Volumen por m3

- Cemento	=	0,249	m3
- Agua	=	0,187	m3
- Agregado Fino	=	0,531	m3
- Agregado Grueso	=	0,687	m3
- Fibra	=	0,003	
- Relación en volumen:C:P:A:F.	=	1,00 : 2,76 : 2,13 : 0,012	



CHRISTIAN ESPINOSA RIOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

Con un 0,5 % de fibra de coco y 0,5 % de fibra de *Calathea Lutea*

Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	8,85 bol/m ³
Relación Agua Cemento	=	0,54
Relación en Peso-C:P:A:F.	=	1,00 : 2,71 : 2,18 : 0,010

Cantidades de Materiales en peso por m³

- Cemento	=	372,24	kg/m ³
- Agua	=	188,20	lts/m ³
- Agregado Fino	=	810	kg/m ³
- Agregado Grueso	=	1 010	kg m ³
- Fibra	=	3.85	kg/m ³

Cantidad de Materiales en Volumen por m³

- Cemento	=	0,248	m ³
- Agua	=	0,188	m ³
- Agregado Fino	=	0,531	m ³
- Agregado Grueso	=	0,687	m ³
- Fibra	=	0,006	
- Relación en volumen:C:P:A:F.	=	1,00 : 2,77 : 2,14 : 0,024	

Con un 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de *Calathea Lutea*

Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	8,85 bol/m ³
Relación Agua Cemento	=	0,54
Relación en Peso-C:P:A:F.	=	1,00 : 2,74 : 2,20 : 0,021

Cantidades de Materiales en peso por m³

- Cemento	=	368,48	kg/m ³
- Agua	=	190,60	lts/m ³
- Agregado Fino	=	810	kg/m ³
- Agregado Grueso	=	1 010	kg m ³
- Fibra	=	7,70	kg/m ³

Cantidad de Materiales en Volumen por m³

- Cemento	=	0,246	m ³
- Agua	=	0,191	m ³
- Agregado Fino	=	0,531	m ³
- Agregado Grueso	=	0,687	m ³
- Fibra	=	0,012	
- Relación en volumen:C:P:A:F.	=	1,00 : 2,80 : 2,16 : 0,048	



CHRISTIAN EDUARDO ROS PEREDÉS
INGENIERO CIVIL
C.I.Z. N° 185396

Con un 1,5 % de fibra de coco y 1,5 % de fibra de *Calathea Lutea*

Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	8,85 bol/m ³
Relación Agua Cemento	=	0,54
Relación en Peso-C:P:A:F.	=	1,00 : 2,77 : 2,22 : 0,032

Cantidades de Materiales en peso por m³

- Cemento	=	364,72	kg/m ³
- Agua	=	193	lts/m ³
- Agregado Fino	=	810	kg/m ³
- Agregado Grueso	=	1 010	kg m ³
- Fibra	=	11,55	kg/m ³

Cantidad de Materiales en Volumen por m³

- Cemento	=	0,243	m ³
- Agua	=	0,193	m ³
- Agregado Fino	=	0,531	m ³
- Agregado Grueso	=	0,687	m ³
- Fibra	=	0,018	
- Relación en volumen:C:P:A:F.	=	1,00 : 2,83 : 2,18 : 0,073	

RECOMENDACIONES

- Zarandear el material de la siguiente manera:
 - Usar la grava cuyo tamaño máximo del agregado es 2" y menor que la malla N° 4 (4.76 mm).
 - Usar la arena cuyo tamaño máximo del agregado es menor que la malla N° 4 (4.760 mm).
 - Curar a los testigos de concreto de la misma manera que las estructuras.
 - Verificar el agua cuando sea necesario por causa de precipitaciones pluviales.
 - Eliminar elementos extraños, como trozos de madera, etc.
 - Se debe lavar la arena, máximo debe tener el 3 % de finos.
 - Se debe lavar la grava, máximo debe tener el 1 % de finos.
- La humedad superficial del agregado fino mantiene separadas las partículas, produciendo un momento de volumen que se denomina "Abundamiento". Esto se produce cuando su contenido de humedad varía entre 5 % y 8 %, originando un incremento de volumen del orden del 15 % y 12 % respectivamente en arenas gruesas por lo que se recomienda considerar este incremento en el proporcionamiento en volumen de obra.
- Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variaciones de granulometría del agregado que suele darse en la cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto. Así mismo se recomienda que cada vez que se preparen las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, a fin de mantener uniforme la consistencia del concreto y por ende la resistencia mecánica.


 CHRISTIAN ANTONIO PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396

- La elaboración de los testigos, las superficies circulares deben ser planas y horizontales, diámetro 6" y altura 12".
- En la elaboración de testigos de concreto, hacerlas en 3 capas con 25 golpes cada uno con una varilla de fierro liso de \varnothing 5/8" x 65 cm. de longitud boleadas en los extremos; golpear en total de 12 a 17 veces en los costados de la probeta con un martillo de goma de 0.34 a 0.80 kg., slump para el asentamiento, regla y wincha
- Confeccionar cajones de madera con las medidas interiores de 30.48 x 30.48 x 30.48 m. = 1 pie³, que equivale a una bolsa de cemento, los cajones deben tener 2 listones de madera en forma horizontal en ambas caras para manipularlo con dos personas, de lo contrario vaciar el concreto con baldes.
- **Para el diseño $f'c= 210$ Kg./cm², en volumen p3 1 o bolsa de cemento : 2.75 p3 de grava : 2.12 p3 de arena.**
- Realizar la prueba del asentamiento antes de realizar el vacceo, colocando la muestra en el slump bien sujeto para luego introducir la varilla 25 golpes uniformemente, para luego enrasar y levantar verticalmente, luego con una regla chequear el asentamiento del concreto.
- Tener en cuenta que cuando se requiera utilizar baldes de plástico de aceite, cada peón no carga igual y el diámetro inferior es menor que el diámetro superior del balde, así como también existen varios tipos de baldes de diferentes tamaños; por lo que no hay seguridad en la dosificación, para emplear baldes, uniformizar en las medidas de los baldes y luego hacer las dosificaciones teniendo un cubo y luego compararlos.
- Verificar la resistencia del concreto antes de vaciar en las estructuras.
- Verificar el peso de las bolsas de cemento antes de hacer la compra.
- Preparar el concreto con mezcladora y vibradora.




CHRISTIAN EDUARDO ROS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto :	EFFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
Localización:	Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso :	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Febrero del 2022

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.56	24.59	24.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	150.54	150.54	150.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	147.52	147.40	147.65
PESO DEL AGUA grs	3.02	3.14	2.60
PESO DEL SUELO SECO grs	122.96	122.81	123.00
% DE HUMEDAD	2.46	2.56	2.11
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.38		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.26	24.20	24.23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	212.07	212.02	212.53
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	208.58	208.61	209.09
PESO DEL AGUA grs	3.49	3.41	3.44
PESO DEL SUELO SECO grs	184.32	184.41	184.86
% DE ABSORCION	1.67	1.63	1.65
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.65		


 CHRISTIAN EDWARD RIOS PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES

Localización: Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden

Material: Arena Zarandeada

Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

		1	2	3	PROMEDIO	
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	219.38	221.36	219.34	
B	Peso Frasco + Agua	gr.	658.38	662.93	662.52	
C	Peso Frasco + Agua + A	gr.	877.76	884.29	881.86	
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	gr.	793.27	797.19	796.40	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío	gr	84.49	87.10	85.46	
F	Peso de Material Seco en Estufa (105° C)	gr	216.64	216.32	215.54	
G	Volumen de Masa	cc	81.75	82.06	81.66	
	Pe Bulk (Base Seca) (F / E)	gr./cc	2.56	2.48	2.52	2.52
	Pe Bulk (Base Saturada) (A / E)	gr./cc	2.60	2.54	2.57	2.57
	Pe Aparente (Base Seca) (F / G)	gr./cc	2.65	2.64	2.64	2.64



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto :	EFFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
Localización:	Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso :	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Febrero del 2022

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	48,320	47,200	48,000	kg.
PESO DE MOLDE	4,660	4,660	4,660	kg.
PESO DE MATERIAL	43,660	42,540	43,340	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m3
PESO UNITARIO	1,543	1,503	1,531	kg./m3
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,526			kg./m3

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	50,220	49,030	48,990	kg.
PESO DE MOLDE	4,660	4,660	4,660	kg.
PESO DE MATERIAL	45,560	44,370	44,330	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,610	1,568	1,566	kg./m3
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1,581			kg./m3

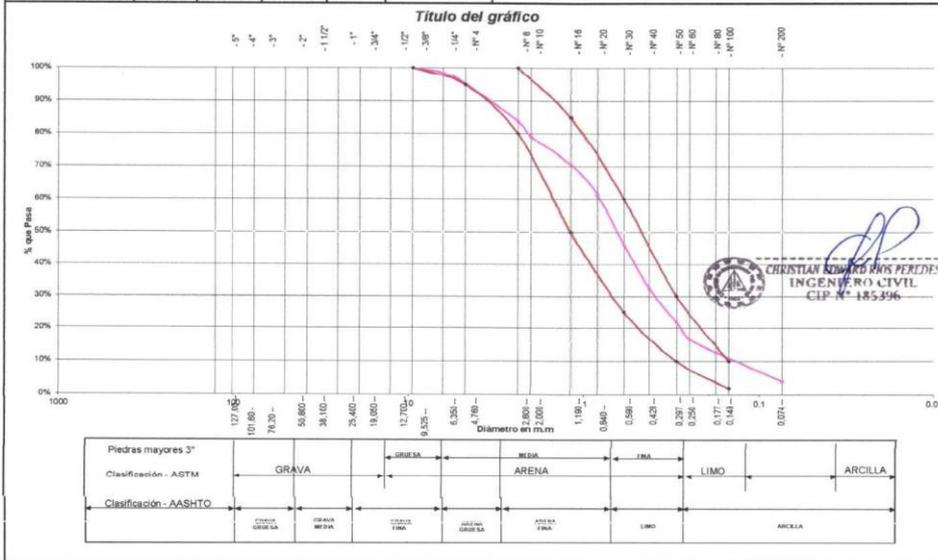

 CHRISTIAN EDWARD ROS PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396

Proyecto: EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
Localización: Nueva Cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra: Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden
Material: Arena Zarandeada
Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado **Fecha:** Febrero del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	100% 100%
1/4"	6.350	67.44	2.25%	2.25%	97.75%
Nº 4	4.760	360.53	12.02%	14.27%	85.73%
Nº 8	2.380	961.59	32.05%	46.32%	53.68%
Nº 10	2.000	324.52	10.82%	57.14%	42.86%
Nº 16	1.190	324.52	10.82%	67.95%	32.05%
Nº 20	0.840	126.94	4.23%	72.18%	27.82%
Nº 30	0.590	247.42	8.25%	80.43%	19.57%
Nº 40	0.426	96.90	3.23%	83.66%	16.34%
Nº 50	0.297	56.37	1.88%	85.54%	14.46%
Nº 60	0.250	28.75	0.96%	86.50%	13.50%
Nº 80	0.177	33.43	1.11%	87.61%	12.39%
Nº 100	0.149	33.79	1.13%	88.74%	11.26%
Nº 200	0.074	63.17	2.11%	90.85%	9.15%
Fondo	0.01	274.83	9.15%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL	3000.00				

Tamaño Máximo:	3.83
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra: Arena Zarandeada	
SUCS =	AASHTO =
LL =	WT =
LP =	WT-SAL =
IP =	WSAL =
IG =	% Terrones = 0.12
	Par. Liviana = 0.08
D 90=	%ARC. = 9.15
D 80=	%ERR. =
D 30=	Cc =
D 10=	Cu =
Observaciones:	
Arena Zarandeada de la Cantera Cerro Calero - Sector Nuevo Eden	





PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto :	EFEITOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA <i>CALATHEA LUTEA</i> PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
Localización:	Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden
Material:	Piedra Chancada zarandeada Tamaño maximo 1
Para Uso :	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Febrero del 2022

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.73	24.97	24.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	153.45	154.89	155.50
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	151.38	152.94	153.65
PESO DEL AGUA grs	2.07	1.95	1.85
PESO DEL SUELO SECO grs	126.65	127.97	129.13
% DE HUMEDAD	1.63	1.52	1.43
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.53		

ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	27.35	26.70	26.40
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	315.42	320.26	318.23
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	313.16	317.91	315.98
PESO DEL AGUA grs	2.26	2.35	2.25
PESO DEL SUELO SECO grs	285.81	291.21	289.58
% DE ABSORCION	0.72	0.74	0.71
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.72		



 CHRISTIAN D. PADILLA PERES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 185.396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES

Localización: Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden

Material: Piedra Chancada zarandeada Tamaño maximo 1

Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

Fecha: Febrero del 2022

PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO AASHTO T - 84

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	274.97	289.40	261.65	
B	Lectura Inicial	gr.	290.00	310.00	330.00	
C	Lectura Final	cc	390.00	415.00	425.00	
D	Volumen Expandido	gr.	100.00	105.00	95.00	
E	Volumen de Masa	cc	215.03	230.60	258.35	
	Pe Aparente (Base Seca)	gr./cc	2.75	2.76	2.75	2.75


 CHRISTIAN EDUARDO PERES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

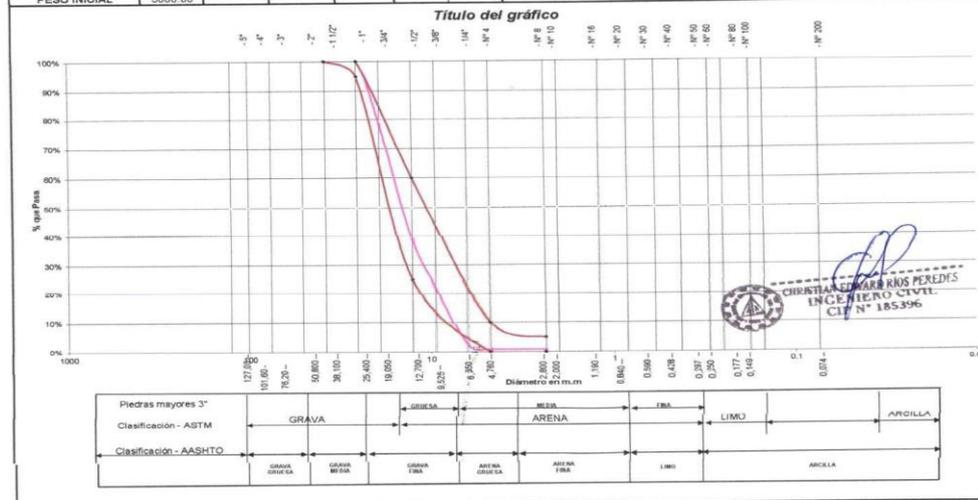
Proyecto : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
 Localización: Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
 Muestra: Carretera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden
 Material: Piedra Chancada zarandeada Tamaño máximo 1
 Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado
 Hecho Por: _____
 Fecha: Febrero del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D - 422

Tamices (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100%	100%
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%
3/4"	19.050	653.99	21.80%	21.80%	78.20%	
1/2"	12.700	1182.65	39.42%	61.22%	38.78%	25% 80%
3/8"	9.525	490.56	16.35%	77.57%	22.43%	
1/4"	6.350	606.87	20.23%	97.80%	2.20%	
Nº 4	4.760	36.30	1.21%	99.01%	0.99%	9% 19%
Nº 8	2.380	1.97	0.07%	99.07%	0.93%	9%
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.426					
Nº 60	0.297					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074					
Peso INICIAL	3000.00					

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Coeficiente de Apaga:	
Descripción Muestra: Piedra Chancada Zarandeada	
SUCS =	AASHTO =
LL =	WT =
LPI =	WT+3AL =
IP =	WSAL =
IG =	% Terrones = 0.03
	Par. Liviana = 0.23
D 90=	%ARC = 0.00
D 80=	%ERR =
D 30=	Cc =
D 10=	CU =
Observaciones:	

Piedra Chancada Zarandeada de Tamaño Máximo 1" de Cantera Cerro Calero - Sector Nuevo Eden



CHRISTIAN CARLOS PEREDIS
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 185396

Prc
Loc
Mu
Ma
Par
Fec

PE
EN:
PE:
PE:
PE:
VO
PE:
PR

PE
EN
PE
PE
PE
VC
PE
PR

	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO		
	<small>OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL</small>		
Proyecto :	EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES		
Localización:	Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín		
Muestra:	Coco Seco		
Material:	Fibras de coco		
Para Uso :	Aditivo de fibra Natural		
Fecha:	Febrero del 2022		

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.53	23.67	23.72
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	87.35	87.60	87.58
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	85.38	85.94	86.65
PESO DEL AGUA grs	1.97	1.66	0.93
PESO DEL SUELO SECO grs	61.85	62.27	62.93
% DE HUMEDAD	3.19	2.67	1.48
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.44		

ABSORCION DEL DE LA FIBRA AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.85	24.35	24.62
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	112.73	114.44	114.52
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	68.82	66.19	67.28
PESO DEL AGUA grs	43.91	48.25	47.24
PESO DEL SUELO SECO grs	43.97	41.84	42.06
% DE ABSORCION	63.80	72.90	70.21
PROMEDIO % DE HUMEDAD	68.97		



 CHRISTIAN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185174



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANEACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
Localización: Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra: Coco Seco
Material: Fibras de coco
Para Uso: Aditivo de fibra Natural
Fecha: Febrero del 2022

PESO ESPECÍFICO DE LA FIBRA DE COCO AASHTO T - 84

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	214.97	219.40	216.65	
B	Lectura Inicial	gr.	200.00	220.00	210.00	
C	Lectura Final	cc	450.00	490.00	470.00	
D	Volumen Expandido	gr.	250.00	270.00	260.00	
E	Volumen de Masa	cc	485.03	540.60	513.35	
	Pe Aparente (Base Seca)	gr./cc	0.86	0.81	0.83	0.84


 CHRISTIAN EDUARDO ROS PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 CUI N° 185396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANEACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES

Localización: Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Tallo de *Calathea Lutea*

Material: Fibras de *Calathea Lutea*

Para Uso : Aditivo de fibra Natural

Fecha: Febrero del 2022

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.63	23.68	23.72
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	68.35	69.60	68.58
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	67.65	67.94	67.80
PESO DEL AGUA grs	0.70	1.66	0.78
PESO DEL SUELO SECO grs	44.02	44.26	44.08
% DE HUMEDAD	1.59	3.75	1.77
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.37		

ABSORCION DE LA FIBRA AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.60	24.68	24.64
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	110.26	112.30	111.18
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	69.68	69.32	69.14
PESO DEL AGUA grs	40.58	42.98	42.04
PESO DEL SUELO SECO grs	45.08	44.64	44.50
% DE ABSORCION	58.24	62.00	60.80
PROMEDIO % DE HUMEDAD	60.35		



 CHRISTIAN HOWARDO RAMOS PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Proyecto : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO EN EDIFICACIONES

Localización: Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Tallo de Calathea Lutea

Material: Fibras de Calathea Lutea

Para Uso: Aditivo de fibra Natural

Fecha: Febrero del 2022

PESO ESPECIFICO DE LA FIBRA DE CALATHEA LUTEA AASHTO T - 84

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	214.97	219.40	216.65	
B	Lectura Inicial	gr.	220.00	230.00	210.00	
C	Lectura Final	cc	460.00	480.00	450.00	
D	Volumen Expandido	gr.	240.00	250.00	240.00	
E	Volumen de Masa	cc	485.03	510.60	473.35	
	Pe Aparente (Base Seca)	gr./cc	0.90	0.88	0.90	0.89



 CHRISTIAN MARIO MOS PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL
«El pueblo está primero»



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA
Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca
Provincia de Rioja, Región San Martín. Teléfono 042-556443

ANÁLISIS DE SALES SOLUBLES EN MUESTRAS DE FIBRAS

PROYECTO : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA *CALATHEA LUTEA* PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES.

UBICACIÓN : Distrito : Nueva Cajamarca.
Provincia : Rioja
Departamento : San Martín.

SOLICITA : EDINSON CUNIA TOCTO
FECHA : Febrero del 2022

Parámetros	Resultados		Interpretación
	Fibra de coco	Fibra de Calathea lutea	
pH	8.2	8.4	Alcalino, no agresivo
Conductividad eléctrica (µs/cm)	1.48	1.52	No salino, no agresivo
Resistividad eléctrica (cm)	162.25	154.12	no agresivo
Sales solubles (ppm)	54.52	52.46	no agresivo
Cloruros (ppm)	27.42	26.38	no agresivo
Sulfatos (ppm)	19.35	18.24	no agresivo

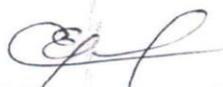
Metodología empleada:

pH : Potenciómetro en suspensión suelo:agua 1:1
Conductividad Eléctrica : Extracto acuoso en relación suelo:agua 1:1
Sales solubles : Extracto de saturación (NTP 339.152:2001)
Cloruros : Titulación Potenciométrica con AgNO₃ (NTP 339.177:2002)
Sulfatos : Turbidimetría con cloruro de Bario (NTP 339.178:2002)

Los ensayos se realizan según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.152) homologada con la normatividad americana (ASTM)

Nueva Cajamarca, Febrero del 2022




VºBº Ing. Carlos Egoávil De la Cruz
C.I.P. N° 32743


 CHRISTIAN EGOÁVIL DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL
«El pueblo está primero»



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA
Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca
Provincia de Rioja, Región San Martín. Teléfono 042-556443

ANÁLISIS DE SALES SOLUBLES EN MUESTRAS DE AGREGADOS

PROYECTO : EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA *CALATHEA LUTEA* PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES.

UBICACIÓN : Distrito : Nueva Cajamarca.
Provincia : Rioja
Departamento : San Martín.

SOLICITA : Edinson Cunia Tocto
FECHA : Febrero del 2022

Parámetros	Resultados		Interpretación
	Agregado fino	Agregado grueso	
pH	8.4	8.3	Alcalino, no agresivo
Conductividad eléctrica (µs/cm)	2.96	2.18	No salino, no agresivo
Resistividad eléctrica (cm)	336.70	264.26	no agresivo
Sales solubles (ppm)	72.42	78.06	no agresivo
Cloruros (ppm)	42.54	46.38	no agresivo
Sulfatos (ppm)	27.60	28.25	no agresivo

Metodología empleada:

pH : Potenciómetro en suspensión suelo:agua 1:1
Conductividad Eléctrica : Extracto acuoso en relación suelo:agua 1:1
Sales solubles : Extracto de saturación (NTP 339.152:2001)
Cloruros : Titulación Potenciométrica con AgNO₃ (NTP 339.177:2002)
Sulfatos : Turbidimetría con cloruro de Bario (NTP 339.178:2002)

Los ensayos se realizan según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.152) homologada con la normatividad americana (ASTM)

Nueva Cajamarca, Febrero del 2022



VºBº Ing. Carlos Egoávil De la Cruz
C.I.P. N° 32743




PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

 OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
 AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (MÉTODO ACI 211)

Proyecto:	EFFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
Localización:	Nueva cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera del Cerro Calero - Sector Nuevo Eden
Material:	Diseño de Mezcla por Separado
Para Uso:	Elaboración de Concreto
Fecha:	Marzo del 2022

DISEÑO F'C= 210 Kg/cm² - Piedra Tamaño Máximo 1" y Máxima Cantidad de Cemento

DATOS:			
f _c Diseño	= 210 kg/cm ²	Piedra chan Lavada	: Cantera Cerro Calero
f _c Promedio	= 294 kg/cm ²	Arena Sin Lavar	: Cantera Cerro Calero
Tamaño Máximo del Agregado Grueso	= 1 1/2 "	Usos	: -
Tamaño Nominal Máximo del Agregado Grueso	= 3/4 "		
Slump	= 4 "	Tabla 10,2,1	lt/m ³ Promedio Splump Pta
Volumen Unitario de Agua	= 203.00 lt/m ³	3" a 4"	203 3" - 4"
Volumen Absoluto de Agua	= 0.203 m ³		
Contenido de Aire Atrapado	= 1.50 %	Tabla 11,2,1	Aire Atrapado
Volumen Absoluto de Aire Atrapado	= 0.015 m ³	1"	1.50 %
Contenido de Aire Incorporado	= 0.00 %		
Volumen Absoluto de Aire Incorporado	= 0.00 m ³	Tabla 12,2,2	
Contenido de Aire Total	= 0.015 m ³	f _c (kg/cm ²)	a/c 0.54 For= kg/cm ²
a / c	= 0.54	0.54	
Peso Específico de Cemento	= 3110.00 (Cemento Pacasmayo)	Se adopta la mayor cantidad de Cemento E.T.	
Cemento	= 376.00 kg/m ³	= 8.85 bls/m ³	
Volumen Absoluto de Cemento	= 0.121 m ³		
Peso del Agregado Grueso Seco Vanillado	= 1510.00 kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)	
Peso Específico del Agregado Grueso	= 2.75 kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)	
Módulo de Fineza del Agregado Fino	= 3.83 %	(Según Ensayo de Laboratorio)	
Factor	= 0.68	(Tendencia de la Tabla N° 16,2,2)	
Peso del Agregado Grueso Seco	= 1027.00 kg/m ³		
Volumen Absoluto del Agregado Grueso	= 0.373 m ³		
Suma de Volúmenes Conocidos	= 0.712 m ³		
Volumen Absoluto del Agregado Fino	= 0.288 m ³		
Peso Específico del Agregado Fino	= 2.64 kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)	
Peso del Agregado Fino Seco	= 760.00 kg/m ³		

CHRISTIAN EDUARDO RIOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 185396

DISEÑO F'C= 210 Kg/cm² - Piedra Tamaño Máximo 1" y Máxima Cantidad de Cemento
RESULTADOS

	Peso por m ³		Peso por m ³ Corregido	
Contenido de Cemento	= 376.00 kg	=	376.00 kg	
Contenido de Agua	= 203.00 lt	=	185.00 lt	
Contenido de Aire	= -	=	-	
Contenido de Agregado Grueso	= 1027.00 kg	=	1010.00 kg	55.5
Contenido de Agregado Fino	= 760.00 kg	=	810.00 kg	44.5
	2366.00		2381.00	

DISEÑO F'c= 210 Kg/cm² - Piedra Tamaño Máximo 1" y Máxima Cantidad de Cemento

Proporciones en Peso (C : P : A)				
	1.00	2.69	2.15	0.49
	Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
	kg.	kg.	Kg.	lt
PROPORCIONES EN VOLUMEN				
Agregado Fino				
Peso Unitario Suelto Seco =	1526.00	(Según Ensayo de Laboratorio)		
Peso Unitario Suelto / 35,32	43.2	kg/pie3		
Agregado Grueso				
Peso Unitario Suelto Seco =	1470.00	(Según Ensayo de Laboratorio)		
Peso Unitario Suelto / 35,32	41.62	kg/pie3		
	Proporción en Obra por Bolsa		Proporción en Obra por Bolsa	
Contenido de Cemento	42.50	kg/pie3	1.00	bis (pie3)
Contenido de Agua	20.91	lt	0.74	lt
Contenido de Agregado Grueso	114.33	kg/pie3	2.75	pie3/bis.
Contenido de Agregado Fino	91.38	kg/pie3	2.12	pie3/bis.
Proporciones en Volumen (C : P : A)				
	1.00	2.75	2.12	0.74
	Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
	Pie3	Pie3	Pie3	Pie3

ESPECIFICACIONES :

El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES :

El material en la mezcla es arena blanca y piedra chancada gris, trasladada al laboratorio por el solicitante. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES :

Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.


 CHRISTIAN EVARISTO PEREDÉS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396


PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

 OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANEACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
 AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (MÉTODO ACI 211)

Proyecto: EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EC
Localización: Nueva Cajamarca / Dist. Nueva Cajamarca / Prov. Rioja / Dpto. San Martín
Muestra: Cantera del Cerro Calero - sector Nuevo Eden
Material: Diseño de Mezcla por Separado
Para Uso: Elaboración de Concreto **Fecha:** Marzo del 2022

DISEÑO F'C= 210 Kg/cm ² - Piedra Tamaño Máximo 1" y Máxima Cantidad de Cemento									
DATOS:									
f _c Diseño	=	210	kg/cm ²	Piedra chan Lavada	:	Cantera	Cerro Calero		
f _c Promedio	=	294	kg/cm ²	Arena Sin Lavar	:	Cantera	Cerro Calero		
Tamaño Máximo del Agregado Grueso	=	1 1/2	"	Usos	:	-			
Tamaño Nominal Máximo del Agregado Grueso	=	1	"						
Slump	=	4	"	Tabla 10,2,1	lit/m ³	Promedio	Splump Pta		
Volumen Unitario de Agua	=	203.00	lit/m ³	3" a 4"		203	3" - 4"		
Volumen Absoluto de Agua	=	0.203	m ³						
Contenido de Aire Atrapado	=	2.00	%	Tabla 11,2,1		Aire Atrapado			
Volumen Absoluto de Aire Atrapado	=	0.020	m ³	1"		2.00	%		
Contenido de Aire Incorporado	=	0.00	%						
Volumen Absoluto de Aire Incorporado	=	0.00	m ³	Tabla 12,2,2					
Contenido de Aire Total	=	0.020	m ³	F _c (kg/cm ²)	a/c	0.54	F _{cr} = kg/cm ²		
a / c	=	0.54		0.54					
Peso Especifico de Cemento	=	3110.00	(Cemento Dasemayo)			Se adopta la mayor cantidad de Cemento E.T.			
Cemento	=	376.00	kg/m ³	= 8.85		bls/m ³			
Volumen Absoluto de Cemento	=	0.121	m ³						
Peso del Agregado Grueso Seco Vanillado	=	1510.00	kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)					
Peso Especifico del Agregado Grueso	=	2.75	kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)					
Módulo de Fineza del Agregado Fino	=	3.83	%	(Según Ensayo de Laboratorio)					
Factor	=	0.88	(Tendencia de la Tabla N° 16,2,2)						
Peso del Agregado Grueso Seco	=	1027.00	kg/m ³						
Volumen Absoluto del Agregado Grueso	=	0.373	m ³						
Suma de Volúmenes Conocidos	=	0.717	m ³						
Peso de la fibra de coco	=		kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)					
Peso de la fibra de Calathea lutea	=		kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)					
Volumen Absoluto del Agregado Fino	=	0.283	m ³						
Peso Especifico del Agregado Fino	=	2.64	kg/m ³	(Según Ensayo de Laboratorio)					
Peso del Agregado Fino Seco	=	747.00	kg/m ³						
DISEÑO F'C= 210 Kg/cm² - Piedra Tamaño Máximo 1" y Máxima Cantidad de Cemento									
RESULTADOS									
Contenido de Cemento	=	374.12	kg.	Peso por m ³		374.12	kg.	Peso por m ³ Corregido	
Contenido de Agua	=	203.00	lit.			167.00	lit.		
Contenido de Aire	=	-				-			
Contenido de Agregado Grueso	=	1027.00	kg.			1010.00	kg.	55%	55%
Fibras	=	1.88	kg.			1.93	kg.		
Contenido de Agregado Fino	=	747.00	kg.			810.00	kg.	45%	44%
		2353.00				2383.05			


 CHRISTIAN ESPINOSA PEREDES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.N° 185396

DISEÑO F'c= 210 Kg/cm ² - Piedra Tamaño Máximo 1" y Máxima Cantidad de Cemento					
Proporciones en Peso (C : P : A)	1.00	2.70	2.17	0.005	0.50
	Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Fibra	Agua
	kg.	kg.	Kg.	Kg	lt
PROPORCIONES EN VOLUMEN					
Agregado Fino					
Peso Unitario Suelto Seco =	1526.00	(Según Ensayo de Laboratorio)			
Peso Unitario Suelto / 35,32	43.2	kg/pie ³			
Agregado Grueso					
Peso Unitario Suelto Seco =	1470.00	(Según Ensayo de Laboratorio)			
Peso Unitario Suelto / 35,32	41.62	kg/pie ³			
Fibras					
Peso Unitario Suelto Seco =	650	(Según Ensayo de Laboratorio)			
Peso Unitario Suelto / 35,32	18.4	kg/pie ³			
	Proporción en Obra por Bolsa		Proporción en Obra por Bolsa		
Contenido de Cemento	42.50	kg/pie ³	1.00	bis (pie ³)	
Contenido de Agua	21.25	lt	0.75	lt	
Contenido de Agregado Grueso	114.75	kg/pie ³	2.76	pie ³ /bis.	
Contenido de Agregado Fino	92.23	kg/pie ³	2.13	pie ³ /bis.	
fibra	0.219		0.012	pie ³ /bis.	
Proporciones en Volumen (C : P : A)	1.00	2.76	2.13	0.012	0.75
	Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Fibra	Agua
	Pie ³	Pie ³	Pie ³	Pie ³	Pie ³

ESPECIFICACIONES

El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES

El material en la mezcla es arena blanca y piedra chancada gris, trasladada al laboratorio por el solicitante. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES

Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.



INFORME DE LABORATORIO

Por intermedio del presente tengo a bien saludarle cordialmente y aprovecho la oportunidad para hacerle llegar; el informe correspondiente de las Roturas de Testigo de Concreto que se realizó a los 07, 14 y 28 días:

1. Objetivo:

El Objetivo específico es la verificación de los testigos de concreto cumplan con las especificaciones técnicas del diseño, cuyas practicas cumplan con requisitos específicos ya sea en el momento del vaseo del concreto (**estado fresco**), en las estructuras y en la comprobación de las roturas de los testigos (**estado endurecido**)

2. Finalidad:

El presente informe tiene por finalidad evaluar y verificar las características de los Diseños de Concretos convencional con el concreto incorporado la fibra de coco y *Calathea lutea* para el proyecto de investigación.

- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Los resultados de estos ensayos pretenden proporcionar la calidad del concreto en las estructuras que se desea realizar que van más allá del control del producto de concreto empleado.

3. Muestreo del Concreto Fresco:

El objetivo del muestreo de los testigos del concreto en el estado fresco nos permite realizar las verificaciones de los ensayos tales como; ensayo de asentamiento por el método de slump, verificación del contenido de aguas en el diseño, temperatura del concreto y verificar el cumplimiento de las especificaciones.

4. Curado de los Testigos de Concreto:

El objetivo fundamental es el curado de las probetas cilíndricas representativamente las cuales fueron realizadas por el personal técnico en el Laboratorio.

El procedimiento utilizado es de acuerdo a las normas técnicas peruanas (NTP. 339.033) o (ASTM C 31), para los cuales se utilizó moldes de cilindricos de 6 x 12



CHRISTIAN EDUARDO RIVERA PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396

pulgadas (15 / 30 cm), por las cuales se tuvo en cuenta un asentamiento de acuerdo al diseño de 3 a 4 pulgadas.

De las estructuras se deben extraer 3 testigos de concreto, las cuales deberán ser colocados los moldes en una superficie plana y nivelada libres de vibración y del contacto directo con el sol.

5. Envío de Testigos de Concreto al Laboratorio:

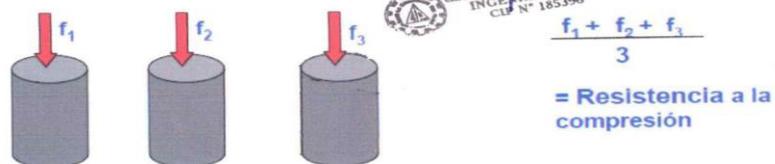
Los testigos de concreto son de mucha importancia para la verificación de los diseños, por tal motivo su transporte debe ser con sumo cuidado ya que las alteraciones, golpes o un mal transporte de los testigos pueden variar al momento de poner a prueba en los ensayos de compresión de los testigos, las cuales no pueden dar los resultados requeridos.

Los cilindros de concreto (Testigos de concreto) deben ser colocados en cajas los cuales amortiguaran durante su traslado al laboratorio y su manipulación debe ser con mucho cuidado en todo momento.

6. Control de Calidad del Concreto Endurecido:

Los testigos ya puestos en Laboratorio se ponen a prueba a la compresión en tres etapas las cuales son a los 07, 14 y 28 días, las pruebas de resistencia a compresión de los testigos es evaluar en cumplimiento del concreto suministrado con la resistencia especificada.

Por definición en ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de **tres** probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, ensayados a los 07, 14 y 28 días.



Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos a 28 días será mayor o igual a $F'c$ de diseño.

Ningún ensayo individual de resistencia será menor que $F'c$

7. Ensayos a la Resistencia a la compresión:

Los testigos de concreto cuentan con una identificación de las cuales tienen la fecha de vaciado, número de espécimen, tipo de F'c de diseño y su identificación con cada porcentaje realizado, para la cual contamos con un cuadro de tiempos de roturas de probetas que serán empleadas para ver las resistencias del diseño.

- Para 07 días debe ser el 70 % o más del F'c
- Para 14 días debe ser el 86 % o más del F'c
- Para 28 días debe ser el 100 % o más

del F'c

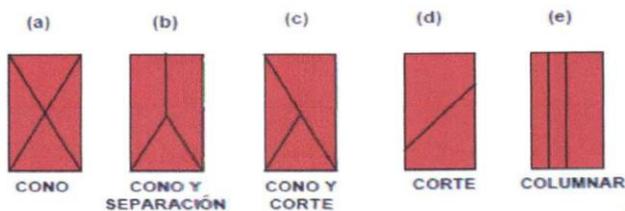
Especificaciones	
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
20	93 %
28	100 %

Las probetas fueron colocadas sobre una base de caucho para dar uniformidad y así obtener una buena rotura.

Las probetas fueron recubiertas con un protector especial para evitar el desprendimiento de algunas astillas de concreto al momento que estas se rompan.

8. Tipos de Fallas:

Los testigos a ser sometido a la fuerza de compresión obtendremos los valores de cargas del diseño, como también el tipo de falla por la cual el testigo de concreto se rompe, ver aquí en el gráfico algunas fallas conocidas (ver gráfico)



CHRISTIAN EDUARDO RAMOS PERES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

9. Conclusiones:

- Los testigos de concreto son de mucha importancia ya que en ellas verificaremos el diseño mezcla de tal manera que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas con las dosificaciones realizadas.
- Es de mucha importancia el curado de los testigos ya que un mal curado de los testigos puede variar en la resistencia de los testigos.
- El traslado de los testigos debe ser con mucho cuidado ya que pueden sufrir fisuras o quebramiento de ellas por un mal manejo de traslado.
- Ser realizo las verificaciones de **15 testigos** de concreto convencional a los tiempos establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas

Dias de Rotura	Prototipo inicial del diseño F'c de 210 kg/cm2	Total de Probetas
7	5	5
14	5	5
28	5	5
		15

- Ser realizo las verificaciones de **15 testigos** de concreto incorporado 0.25 % de fibra de coco y 0.25 % *Calathea lutea* a los tiempos establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas

Dias de Rotura	Prototipo I con 0.25 % de fibra de coco y 0.25 % de fibra de <i>Calathea lutea</i>	Total de Probetas
7	5	5
14	5	5
28	5	5
		15

- Ser realizo las verificaciones de **15 testigos** de concreto incorporado 0.5 % de fibra de coco y 0.5 % *Calathea lutea* a los tiempos establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas.



CHRISTIAN HUMBERTO PEREDES
INGENIERO CIVIL
CUI N° 185396

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

Días de Rotura	Prototipo II con 0.5 % de fibra de coco y 0.5 % de fibra de <i>Calathea lutea</i>	Total de Probetas
7	5	5
14	5	5
28	5	5
		15

- Ser realizo las verificaciones de **15 testigos** de concreto incorporado 1 % de fibra de coco y 1 % *Calathea lutea* a los tiempos establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Días de Rotura	Prototipo I con 1 % de fibra de coco y 1 % de fibra de <i>Calathea lutea</i>	Total de Probetas
7	5	5
14	5	5
28	5	5
		15

- Ser realizo las verificaciones de **15 testigos** de concreto incorporados 1.5 % de fibra de coco y 1.5 % *Calathea lutea* a los tiempos establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas

Días de Rotura	Prototipo I con 1.5 % de fibra de coco y 1.5 % de fibra de <i>Calathea lutea</i>	Total de Probetas
7	5	5
14	5	5
28	5	5
		15

- Todas las probetas fueron verificadas en los tiempos establecidos las cuales fueron rotas en el transcurso del diciembre del 2021 a febrero del 2022.
- Los moldes de testigo de concreto cuentan en su base superior e inferior caucho para nivelar a la probeta para la rotura.


CHRISTIAN ROMERO RAMOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

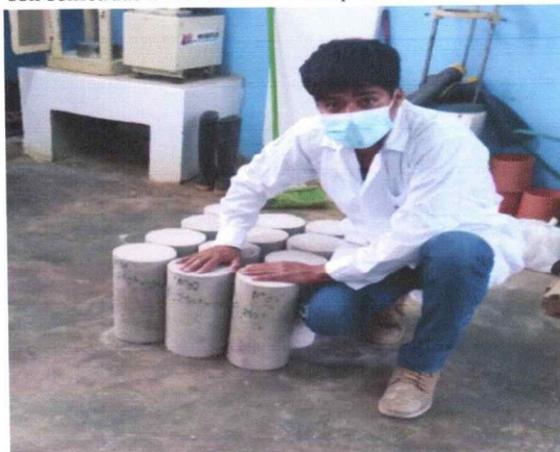
OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

- Se realizó las roturas de los testigos de concreto de cada $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ de concreto sin incorporar fibra de coco, los cuales dieron resultados favorables ya que los resultados de las roturas pasan las especificaciones técnicas.
- Se realizó las roturas del testigo de concreto de cada $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ de concreto incorporado la fibra de coco y *Calathea lutea* al 0.25 %, 0.5%, 1% en relación al peso del cemento, los cuales dieron resultados favorables ya que los resultados de las roturas llegaron a pasar las especificaciones.
- Se realizó las roturas del testigo de concreto de cada $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ de concreto incorporado la fibra de coco y *Calathea lutea* al 1.5 % los cuales dieron resultados desfavorables ya que los resultados de las roturas no llegaron a pasar las especificaciones.
- Las probetas fueron ejecutadas en laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM)
- Ver los cuadros de las roturas de las probetas y grafico de las resistencias de las roturas de los testigos de concreto (**Resultados de Laboratorio Anexo**)




CHRISTIAN EDWAR RIOS PEREDÉS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

- ✓ **FIGURA N° 01.** Se observa probetas de concreto sin incorporación de fibra, que son sometidas a las fuerzas de compresión.



- ✓ **FIGURA N° 02.** Se observa al ejecutor del proyecto de investigación realizando la rotura probetas de concreto sin incorporación de fibra, según la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 – ASTM C 39.



Christian Eduardo Rojas Peredes
CHRISTIAN EDUARDO ROJAS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

- ✓ FIGURA N° 03. Se observa la falla de los testigos de concreto sin incorporar fibra después de ser sometidos a las fuerzas de compresión.

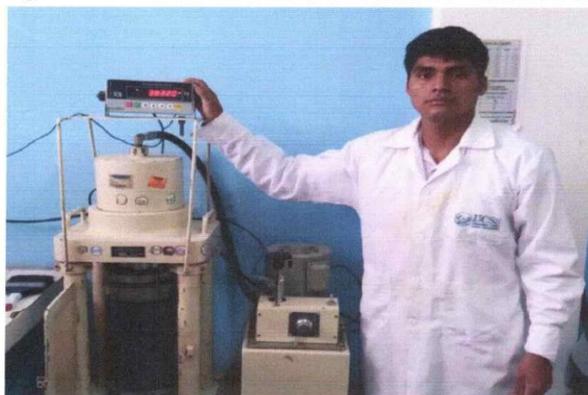


- ✓ FIGURA N° 04. Se observa probetas de concreto con incorporación de fibra de coco y *Calathea lutea*, que son sometidas a las fuerzas de compresión.



CHRISTIAN EDUARDO RIVAS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

- ✓ **FIGURA N° 05.** Se observa al ejecutor del proyecto de investigación realizando la rotura probetas de concreto con incorporación de fibra de coco y *Calathea lutea*, según la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 – ASTM C 39.



- ✓ **FIGURA N° 06.** Se observa la falla de los testigos de concreto incorporados fibra de coco y *Calathea lutea* después de ser sometidos a las fuerzas de compresión.



CHRISTIAN EDUARDO RIOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

PROYECTO: EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
AL MES : Mayo del 2022

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL PROTOTIPO INICIAL DE F'c=210 KG/CM2 - SIN INCORPORACIÓN DE FIBRA

Registro de Probeta N°	Porcentaje del diseño	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad de probeta (días)	Slump (pulg.)	Peso de las probetas	Díámetro de las probetas (cm)	Área Testigo (cm ²)	Lectura Carga (kg)	Fuerza de compresión del diseño (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia obtenida (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenida	Promedio del % de la resistencia obtenida	Especificaciones Esperadas %
1	M1-1	14/03/2022	21/03/2022	7	3-4	12.65	15.02	177	26650	210	150.41		71.62		
2	M1-2	14/03/2022	21/03/2022	7	3-4	12.64	15.04	178	26690	210	150.23		71.54		
3	M1-3	14/03/2022	21/03/2022	7	3-4	12.66	15.03	177	27050	210	152.46	151.54	72.60	72.16	68
4	M1-4	14/03/2022	21/03/2022	7	3-4	12.64	15.02	177	26930	210	151.99		72.37		
5	M1-5	14/03/2022	21/03/2022	7	3-4	12.64	15.03	177	27080	210	152.63		72.68		
6	M1-6	14/03/2022	28/03/2022	14	3-4	12.65	15.03	177	34880	210	196.59		93.62		
7	M1-7	14/03/2022	28/03/2022	14	3-4	12.66	15.02	177	34930	210	197.14		93.87		
8	M1-8	14/03/2022	28/03/2022	14	3-4	12.64	15.03	177	35090	210	197.78	197.23	94.18	93.92	86
9	M1-9	14/03/2022	28/03/2022	14	3-4	12.65	15.03	177	34950	210	197.04		93.83		
10	M1-10	14/03/2022	28/03/2022	14	3-4	12.65	15.02	177	35010	210	197.59		94.09		
11	M1-11	14/03/2022	11/04/2022	28	3-4	12.65	15.04	178	39120	210	220.20		104.86		
12	M1-12	14/03/2022	11/04/2022	28	3-4	12.66	15.03	177	38990	210	219.76	219.84	104.65	104.68	100
13	M1-13	14/03/2022	11/04/2022	28	3-4	12.64	15.02	177	38880	210	219.43		104.49		
14	M1-14	14/03/2022	11/04/2022	28	3-4	12.65	15.03	177	39050	210	220.10		104.81		
15	M1-15	14/03/2022	11/04/2022	28	3-4	12.66	15.03	177	38980	210	219.70		104.62		


CRISTIAN EWALDOS ERCEDES
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185396

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANEACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO: EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES
AL MES: Mayo del 2022

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL PROTOTIPO II CON 0.5 % DE FIBRA DE COCO Y 0.5 % DE FIBRA DE CALATHEA LUTEA

N°	Registro de Probeta	Porcentaje del diseño	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad de probeta (días)	Slump (pulg.)	Peso de las probetas (kg)	Diámetro Testigo (cm)	Área Testigo (cm ²)	Lectura Carga (kg)	Fuerza de compresión del diseño	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia obtenida	% Resistencia Obtenida	Promedio de la resistencia	Especificaciones Esperadas %
M2	M2-1	Prototipo II con 0.5% fibra de coco y 0.5% de fibra de Calathea lutea	21/03/2022	28/03/2022	7	3-4	11.43	15.10	179.1	27150	210	151.61	151.14	72.19	71.97	68
	M2-2		21/03/2022	28/03/2022	7	3-4	11.42	15.11	179.3	27190	210	151.63		72.21		
	M2-3		21/03/2022	28/03/2022	7	3-4	11.46	15.10	179.1	27120	210	151.44		72.12		
	M2-4		21/03/2022	28/03/2022	7	3-4	11.42	15.12	179.6	26990	210	150.32		71.58		
	M2-5		21/03/2022	28/03/2022	7	3-4	11.41	15.12	179.6	27060	210	150.71		71.77		
	M2-6		21/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.45	15.15	180.3	35920	210	196.26		94.89		
	M2-7		21/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.45	15.14	180.0	34960	210	194.19		92.47		
	M2-8		21/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.43	15.15	180.3	35520	210	197.04		93.83		
	M2-9		21/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.4	15.14	180.0	34980	210	194.30		92.52		
	M2-10		21/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.41	15.14	180.0	35810	210	198.91		94.72		
	M2-11		21/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.32	15.16	180.5	40050	210	221.88		105.66		
	M2-12		21/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.29	15.15	180.3	39920	210	221.45		105.45		
	M2-13		21/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.33	15.16	180.5	40020	210	221.71		105.58		
	M2-14		21/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.34	15.15	180.3	39680	210	220.17		104.84		
	M2-15		21/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.33	15.15	180.3	39660	210	220.01		104.77		


 CHRISTIANA TOLEDO ROSALES
 INGENIERA CIVIL
 C.E.P. N° 185396

<p style="text-align: center;">PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO</p> <p style="text-align: center;">OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL</p>														
<p style="text-align: center;">PROYECTO: EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES</p>														
<p style="text-align: center;">AL MES: Mayo del 2022</p>														
<p style="text-align: center;">RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL PROTOTIPO III CON 1 % DE FIBRA DE COCO Y 1 % DE FIBRA DE CALATHEA LUTEA</p>														
M3-1	28/03/2022	4/04/2022	7	3-4	11.21	15.12	179.6	25910	210	144.30	68.72			
M3-2	28/03/2022	4/04/2022	7	3-4	11.19	15.14	180.0	26150	210	145.25	69.17			
M3-3	28/03/2022	4/04/2022	7	3-4	11.17	15.14	180.0	26180	210	145.42	69.15	68.96		68
M3-4	28/03/2022	4/04/2022	7	3-4	11.16	15.12	179.6	25940	210	144.47	68.80			
M3-5	28/03/2022	4/04/2022	7	3-4	10.22	15.12	179.6	25960	210	144.58	68.85			
M3-6	28/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.21	15.14	180.0	34990	210	194.36	92.55			
M3-7	28/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.22	15.15	180.3	35030	210	194.32	92.53			
M3-8	28/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.19	15.14	180.0	35020	210	194.52	92.63	92.56		86
M3-9	28/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.18	15.16	180.5	35180	210	194.90	92.81			
M3-10	28/03/2022	11/04/2022	14	3-4	11.2	15.15	180.3	34940	210	193.82	92.30			
M3-11	28/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.18	15.16	180.5	39020	210	216.17	102.94			
M3-12	28/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.19	15.17	180.7	39130	210	216.50	103.09			
M3-13	28/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.21	15.17	180.7	38910	210	215.28	102.51	102.86		100
M3-14	28/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.22	15.16	180.5	38850	210	215.23	102.49			
M3-15	28/03/2022	25/04/2022	28	3-4	11.18	15.15	180.3	39090	210	216.85	103.26			


 CHRISTIANA CORDERO ROS PERDOMO
 INGENIERO CIVIL
 CP. N° 183396

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO



OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL

PROYECTO: EFECTOS DE LAS FIBRAS DE COCO Y LA CALATHEA LUTEA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES

AL MES: Mayo del 2022

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL PROTOTIPO IV CON 1.5% DE FIBRA DE COCO Y 1.5% DE FIBRA DE CALATHEA LUTEA

M4-1	M4-2	M4-3	M4-4	M4-5	M4-6	M4-7	M4-8	M4-9	M4-10	M4-11	M4-12	M4-13	M4-14	M4-15
M4	11/04/2022	18/04/2022	7	3-4	10.68	15.14	180.0	24180	210	134.31	133.10	63.96	68	
	11/04/2022	18/04/2022	7	3-4	10.69	15.16	180.5	22910	210	126.92		60.44		
	11/04/2022	18/04/2022	7	3-4	10.68	15.16	180.5	23090	210	127.92		60.91		
	11/04/2022	18/04/2022	7	3-4	10.69	15.15	180.3	25410	210	140.96		67.12		
	11/04/2022	18/04/2022	7	3-4	10.68	15.15	180.3	24590	210	136.41		64.96		
	11/04/2022	25/04/2022	14	3-4	10.69	15.16	180.5	33170	210	183.76		87.51		
	11/04/2022	25/04/2022	14	3-4	10.68	15.16	180.5	33220	210	184.04		87.64		
	11/04/2022	25/04/2022	14	3-4	10.67	15.15	180.3	33200	210	184.17		87.70		
	11/04/2022	25/04/2022	14	3-4	10.68	15.14	180.0	32980	210	183.19		87.23		
	11/04/2022	25/04/2022	14	3-4	10.68	15.15	180.3	32960	210	182.84		87.07		
	11/04/2022	9/05/2022	28	3-4	10.67	15.17	180.7	37220	210	205.93		98.06		
	11/04/2022	9/05/2022	28	3-4	10.68	15.16	180.5	36940	210	204.65		97.45		
	11/04/2022	9/05/2022	28	3-4	10.67	15.17	180.7	36980	210	204.60		97.43		
	11/04/2022	9/05/2022	28	3-4	10.68	15.17	180.7	37170	210	205.65		97.93		
	11/04/2022	9/05/2022	28	3-4	10.67	15.16	180.5	36850	210	204.15		97.21		

Handwritten signature
 CRISTIAN RAMIRO GARCERAN
 INGENIERO CIVIL
 CUIA N° 185396

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masa**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 125 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220039	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO	
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	5 g	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Div. de verificación (e)	5 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	FERRAWYY	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	100 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	001 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2022-04-21	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

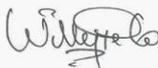
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-21


Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.04.23 09:19:55 -05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego. SMP, LIMA
Tel: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 125 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase III*" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	25,0	25,0
Humedad Relativa (%)	74	75

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-120-2022
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: LM-273-2019	Pesa (exactitud F1)	E174-L-354B-2021-3
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2124-2021
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-153-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2122-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masa**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 125 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	25 °C	25 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
50,0	50	2,50	0,00						
100,0	100	2,50	0,00	0,00	100	2,50	0,00	0,00	5,00
200,0	200	3,00	-0,50	-0,50	200	2,50	0,00	0,00	5,00
500,0	500	2,00	0,50	0,50	500	2,00	0,50	0,50	5,00
1 000,0	1 000	3,00	-0,50	-0,50	1 000	2,00	0,50	0,50	5,00
5 000,0	5 000	2,50	0,00	0,00	5 000	2,50	0,00	0,00	10,00
10 000,8	10 000	3,00	-1,30	-1,30	10 000	3,00	-1,30	-1,30	10,00
15 000,8	15 000	2,00	-0,30	-0,30	15 000	2,00	-0,30	-0,30	15,00
20 000,0	20 000	2,50	0,00	0,00	19 995	2,50	-5,00	-5,00	15,00
25 000,1	24 995	2,50	-5,11	-5,11	24 995	2,00	-4,61	-4,61	15,00
30 000,0	29 995	2,00	-4,50	-4,50	29 995	2,00	-4,50	-4,50	15,00

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.ΔL: Carga adicional.
E: Error encontradoE₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.**LECTURA CORREGIDA**

: $R_{CORREGIDA} = R + 1,20 \times 10^{-4} \times R$

INCERTIDUMBRE

: $U = 2 \times \sqrt{6,45 \times 10^{-17} \text{ g}^2 + 1,15 \times 10^{-10} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Tel: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 122 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	300 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE302F
Número de Serie	725310403
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración **2022-04-21**

Fecha de Emisión
2022-04-21

Jefe del Laboratorio de Metrología



Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 09:26:55
-05'00'

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
*Laboratorio de Masas***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 122 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOP. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3
Humedad Relativa (%HR)	79	78

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 122 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Medición Nº	Carga L1 = 150,00 g			Carga L2 = 300,00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	150,01	7,0	8,0	300,01	6,0	9,0
2	150,00	5,0	0,0	300,01	6,0	9,0
3	150,00	4,0	1,0	300,01	7,0	8,0
4	150,00	5,0	0,0	300,01	6,0	9,0
5	150,00	5,0	0,0	300,01	8,0	7,0
6	150,01	6,0	9,0	300,01	7,0	8,0
7	150,00	5,0	0,0	300,00	4,0	1,0
8	150,00	6,0	-1,0	300,01	6,0	9,0
9	150,00	5,0	0,0	300,01	7,0	8,0
10	150,00	4,0	1,0	300,01	6,0	9,0
	Diferencia Máxima			Diferencia Máxima		
	10,0			8,0		
	Error Máximo Permissible			Error Máximo Permissible		
	$\pm 20,0$			$\pm 30,0$		

ENSAYO DE EXCENTRICIDADPosición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5,0	0,0	100,00	100,00	4,0	1,0	1,0
2		0,10	6,0	-1,0		100,01	6,0	9,1	10,0
3		0,10	7,0	-2,0		100,01	7,0	8,0	10,0
4		0,10	5,0	0,0		100,01	6,0	9,1	9,0
5		0,10	8,0	-3,0		100,01	6,0	9,1	12,0
		Error máximo permisible							$\pm 20,0$

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 122 - 2022**

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0						
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	0,21	6,0	9,0	9,0	10,0
1,00	1,00	6,0	-1,0	-1,0	1,00	5,0	0,0	0,0	10,0
5,00	5,00	5,0	0,0	0,0	5,01	6,0	9,0	9,0	10,0
10,00	10,01	7,0	8,0	8,0	10,01	5,0	10,0	10,0	10,0
50,00	50,01	6,0	9,0	9,0	50,01	6,0	9,0	9,0	20,0
100,00	100,01	7,0	8,0	8,0	100,01	6,0	9,1	9,0	20,0
150,00	150,01	6,0	9,0	9,0	150,01	7,0	8,0	8,0	20,0
200,00	200,01	6,0	9,0	9,0	200,01	6,0	9,0	9,0	30,0
250,00	250,02	7,0	17,9	17,9	250,02	8,0	16,9	16,9	30,0
300,00	300,02	7,0	18,0	18,0	300,02	7,0	18,0	18,0	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_C: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R - 0,00006173847 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,000036261 g^2 + 0,000000012830029 R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 124 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	60 kg
División de escala (d)	0,01 kg
Div. de verificación (e)	0,01 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	T31P
Número de Serie	0034360-6DS
Capacidad mínima	0,2 kg
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2022-04-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-21



Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 09:22:48
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 124 - 2022**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración**Las instalaciones del cliente.**

Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,0	26,0
Humedad Relativa (%)	69	71

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-120-2022
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: LM-273-2019	Pesa (exactitud F1)	E174-L-354B-2021-3
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2124-2021
PESAS (Clase de exactitud M1) CM-0193-2022	Pesas (exactitud M2)	CM-3215-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 124 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26 °C	26 °C

Medición N°	Carga L1 = 30,000 kg			Carga L2 = 60,000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,003	-0,008
2	30,00	0,005	0,000	59,99	0,004	-0,009
3	30,00	0,005	0,000	59,99	0,004	-0,009
4	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,003	-0,008
5	30,00	0,007	-0,002	59,99	0,004	-0,009
6	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,004	-0,009
7	30,00	0,004	0,001	59,99	0,005	-0,010
8	30,00	0,005	0,000	59,99	0,004	-0,009
9	30,00	0,005	0,000	59,99	0,003	-0,008
10	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,005	-0,010
	Diferencia Máxima		0,003	Diferencia Máxima		0,002
	Error Máximo Permissible		± 0,030	Error Máximo Permissible		± 0,030

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26 °C	26 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,100 kg	0,10	0,005	0,000	20,000 kg	20,00	0,006	-0,001	-0,001
2		0,10	0,005	0,000		20,00	0,005	0,000	0,000
3		0,10	0,005	0,000		20,00	0,005	0,000	0,000
4		0,10	0,006	-0,001		20,00	0,006	-0,001	0,000
5		0,10	0,005	0,000		20,00	0,005	0,000	0,000
		Error máximo permisible					± 0,020		

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 124 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Inicial Final
 °C °C

Carga L (kg)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (kg)**
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)	
0,100	0,10	0,005	0,000						
0,200	0,20	0,005	0,000	0,000	0,20	0,004	0,001	0,001	0,010
0,500	0,50	0,006	-0,001	-0,001	0,50	0,005	0,000	0,000	0,010
1,000	1,00	0,007	-0,002	-0,002	1,00	0,005	0,000	0,000	0,010
5,000	5,00	0,005	0,000	0,000	5,00	0,006	-0,001	-0,001	0,010
10,001	10,00	0,006	-0,002	-0,002	10,00	0,005	-0,001	-0,001	0,020
20,000	20,00	0,008	-0,003	-0,003	20,00	0,004	0,001	0,001	0,020
30,000	30,00	0,006	-0,001	-0,001	30,00	0,005	0,000	0,000	0,030
40,002	40,00	0,007	-0,004	-0,004	40,00	0,005	-0,002	-0,002	0,030
50,003	50,00	0,005	-0,003	-0,003	50,00	0,004	-0,002	-0,002	0,030
60,002	59,99	0,006	-0,013	-0,013	59,99	0,006	-0,013	-0,013	0,030

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E_o: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,11 \times 10^{-4} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{1,91 \times 10^{-5} \text{ kg}^2 + 8,33 \times 10^{-2} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 121 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220039	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO	
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	1510 g	
División de escala (d)	0,01 g	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Clase de exactitud	I	
Marca	OHAUS	
Modelo	PA1502	
Número de Serie	8328520325	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Capacidad mínima	1 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2022-04-21	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2022-04-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 09:21:44
-05'00'

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
*Laboratorio de Masas***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 121 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3
Humedad Relativa (%HR)	78	78

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 121 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

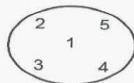
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

				Inicial	Final		
				Temperatura (°C)	24,3	24,3	
Medición N°	Carga L1 = 750,00 g			Carga L2 = 1 500,00 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	6,0	-11,4	
2	750,00	6,0	-1,1	1 499,99	4,0	-9,4	
3	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	5,0	-10,4	
4	750,00	7,0	-2,1	1 499,99	3,0	-8,4	
5	750,00	6,0	-1,1	1 499,99	4,0	-9,4	
6	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	4,0	-9,4	
7	750,01	7,0	7,9	1 499,99	5,0	-10,4	
8	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	6,0	-11,4	
9	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	3,0	-8,4	
10	750,00	4,0	0,9	1 499,99	5,0	-10,4	
Diferencia Máxima			10,0	Diferencia Máxima			3,0
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 20,0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

					Inicial	Final			
					Temperatura (°C)	24,3	24,3		
Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	6,0	-1,0	500,00	500,00	5,0	0,0	1,0
2		0,10	5,0	0,0		500,01	6,0	9,0	9,0
3		0,11	7,0	8,0		500,00	4,0	1,0	-7,0
4		0,09	4,0	-9,0		499,99	5,0	-10,0	-1,0
5		0,09	5,0	-10,0		499,99	4,0	-9,0	1,0
Error máximo permisible									± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 121 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura (°C)	Inicial	Final
	24,3	24,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	6,0	-1,0						
0,50	0,50	6,0	-1,0	0,0	0,49	4,0	-9,0	-8,0	10,0
1,00	1,00	5,0	0,0	1,0	1,00	6,0	-1,0	0,0	10,0
5,00	5,00	5,0	0,0	1,0	5,00	5,0	0,0	1,0	10,0
10,00	10,00	4,0	1,0	2,0	10,00	5,0	0,0	1,0	10,0
50,00	50,00	6,0	-1,0	0,0	50,00	4,0	1,0	2,0	10,0
100,00	100,00	4,0	1,0	2,0	100,00	4,0	1,0	2,0	10,0
500,00	500,00	5,0	0,0	1,0	500,00	5,0	0,0	1,0	20,0
1 000,00	1 000,00	5,0	-0,4	0,6	1 000,00	5,0	-0,4	0,6	20,0
1 200,00	1 200,01	7,0	7,6	8,6	1 200,01	6,0	8,6	9,6	20,0
1 510,00	1 510,00	5,0	-0,4	0,6	1 510,00	5,0	-0,4	0,6	20,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado E_C: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0,00000260899 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{0,000029611 \text{ g}^2 + 0,000000000361968 \text{ R}^2}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 067 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO
Capacidad	100000 kgf
Marca	TAMIEQUIPOS
Modelo	TCP129
Número de Serie	298
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIWEIGH
Modelo	X8
Número de Serie	19H0301025
Resolución	10 kgf

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-04-22

Fecha de Emisión

2022-04-23

Jefe del Laboratorio de Metrología



Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.04.23 11:39:44 -05'00'

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LF - 067 - 2022**

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	25,2 °C
Humedad Relativa	61 % HR	63 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 067 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000,0	9961,0	9981,0	9911,0	9951,0
20	20000,0	19922,9	19947,9	19852,9	19907,9
30	30000,0	30291,7	30061,7	29761,7	30038,4
40	40000,0	39783,6	39813,6	39613,6	39736,9
50	50000,0	49580,7	49645,7	49525,7	49584,0
60	60000,0	60271,5	60366,5	60101,5	60246,5
70	70000,0	70519,2	70484,2	69454,2	70152,6
80	80000,0	80447,9	80497,9	79687,9	80211,2
90	90000,0	90271,9	90351,9	89686,9	90103,6
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000,0	0,49	0,70	---	0,10	0,66
20000,0	0,46	0,48	---	0,05	0,66
30000,0	-0,13	1,76	---	0,03	0,66
40000,0	0,66	0,50	---	0,03	0,66
50000,0	0,84	0,24	---	0,02	0,66
60000,0	-0,41	0,44	---	0,02	0,66
70000,0	-0,22	1,52	---	0,01	0,66
80000,0	-0,26	1,01	---	0,01	0,66
90000,0	-0,11	0,74	---	0,01	0,66

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LF - 068 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo	PRENSA CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	TAMIEQUIPOS
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	675081900005 (*)
Indicación	DIGITAL
Marca	JAZ
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,1 kgf

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-04-21

Fecha de Emisión

2022-04-21

Jefe del Laboratorio de Metrología



Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 11:38:42
-05'00'

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 068 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500	499,3	497,1	497,8	498,1
20	1000	1000,4	999,0	999,4	999,6
30	1500	1503,4	1501,4	1501,8	1502,2
40	2000	2007,0	2004,9	2005,6	2005,8
50	2500	2511,7	2508,7	2509,0	2509,8
60	3000	3016,1	3012,9	3013,1	3014,0
70	3500	3520,8	3517,4	3517,9	3518,7
80	4000	4025,4	4021,9	4022,1	4023,1
90	4500	4535,4	4532,4	4530,8	4532,9
Retorno a Cero		0,4	0,7	-0,1	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0,39	0,44	---	0,02	0,21
1000	0,04	0,14	---	0,01	0,21
1500	-0,15	0,13	---	0,01	0,21
2000	-0,29	0,10	---	0,01	0,21
2500	-0,39	0,12	---	0,00	0,21
3000	-0,47	0,11	---	0,00	0,21
3500	-0,53	0,10	---	0,00	0,21
4000	-0,58	0,09	---	0,00	0,21
4500	-0,73	0,10	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,01 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 068 - 2022**

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,0 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	68 % HR	69 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 037-22A

10. Observaciones

- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: MICRO GAGE, Modelo: 80001 y Serie: F613993

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220039	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO	
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	4500 N	
Marca	UTEST	
Modelo	UTS-2060	
Número de Serie	19/001484	
Ubicación	NO INDICA	
Procedencia	TURQUIA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0,1 N	
5. Fecha de Calibración	2022-04-22	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-23



Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.04.23 11:41:18 -05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	72 % HR	66 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 024-21B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El Equipo cuenta con una celda de carga: Marca: Diamond / Modelo:DS / Serie: 0246.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
%	F_i (N)	F_1 (N)	F_2 (N)	F_3 (N)	$F_{Promedio}$ (N)	
10	200,0	199,0	198,5	199,0	198,9	
20	500,0	497,1	497,5	497,5	497,4	
30	1000,0	994,1	994,6	995,1	994,6	
40	1500,0	1492,6	1492,6	1492,2	1492,5	
50	2000,0	1989,7	1988,2	1987,7	1988,6	
60	2500,0	2486,8	2486,8	2486,3	2486,6	
70	3000,0	2984,3	2985,3	2984,3	2984,6	
80	3500,0	3482,8	3482,4	3483,3	3482,8	
90	4000,0	3980,4	3980,9	3980,9	3980,7	
100	4500,0	4477,9	4478,9	4477,9	4478,3	
Retorno a Cero		0,1	0,1	0,0		

Indicación del Equipo F (N)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
200,0	0,58	0,25	—	0,05	0,15
500,0	0,53	0,10	—	0,02	0,15
1000,0	0,54	0,10	—	0,01	0,15
1500,0	0,50	0,03	—	0,01	0,15
2000,0	0,58	0,10	—	0,01	0,15
2500,0	0,54	0,02	—	0,00	0,15
3000,0	0,51	0,03	—	0,00	0,15
3500,0	0,49	0,03	—	0,00	0,15
4000,0	0,48	0,01	—	0,00	0,15
4500,0	0,49	0,02	—	0,00	0,15

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

Laboratorio de Fuerza
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022

Página 4 de 4

Método de Calibración

Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador

Método: Cargas de prueba.

Se mide la fuerza real aplicada sobre una celda calibrada.

Factor de Multiplicación 1 : 10				
Carga (kg)	Lectura 1 (kg)	Lectura 2 (kg)	Lectura 3 (kg)	Factor
2,00	20,10	20,10	20,2	10,1
5,00	50,10	50,15	50,2	10,0
10,00	100,05	100,10	100,2	10,0
15,00	150,25	150,25	150,3	10,0
20,00	200,10	200,05	200,1	10,0
25,00	250,25	250,30	250,3	10,0
			Promedio	10,0

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO	
NTP 339.078 - ASTM C78		
SOLICITANTE:	EDINSON CUNIA TOCTO	
CODIGO:	LABCIVIL-001-2022-UCSS/EC	
SEDE / FILIAL:	FILIAL RIOJA - NUEVA CAJAMARCA	
FECHA DE EMISIÓN:	03/06/2022	

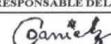
N° VIGA	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		ANCHO (cm)		ALTO (cm)		LUZ LIBRE ENTRE LOS APOYOS (cm)	DISTANCIA ENTRE LA LÍNEA DE FALLA Y EL APOYO MÁS CERCANO (cm)	TIPO DE FALLA	CARGA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm ²)
			VACIADO	ROTURA	b	h	L	a					
1	V-01-0.5% (VC+CCL)-7	Diseño 210 kg/cm ³ con 0.5% de fibra de coco y 0.5% de fibra de Calthea lutea	05/04/2022	12/04/2022	15.000	15.100	15.000	15.100	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1265.210	16.57
					15.100	15.100	15.100	15.100	45.000	-			
					15.000	15.150	15.000	15.150	45.000	-			
2	V-02-1% (VC+CCL)-7	Diseño 210 kg/cm ³ con 1% de fibra de coco y 1% de fibra de Calthea lutea	11/04/2022	18/04/2022	15.000	15.100	15.000	15.100	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1278.450	16.77
					15.100	15.120	15.000	15.120	45.000	-			
					15.000	15.100	15.000	15.100	45.000	-			
3	V-03-0.5% (VC+CCL)-14	Diseño 210 kg/cm ³ con 0.5% de fibra de coco y 0.5% de fibra de Calthea lutea	06/04/2022	20/04/2022	15.000	15.100	15.000	15.100	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1356.490	17.89
					15.100	15.100	15.000	15.100	45.000	-			
					15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-			
4	V-04-1% (VC+CCL)-14	Diseño 210 kg/cm ³ con 1% de fibra de coco y 1% de fibra de Calthea lutea	07/04/2022	21/04/2022	15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1372.210	18.13
					15.100	15.100	15.000	15.100	45.000	-			
					15.100	15.000	15.000	15.000	45.000	-			
5	V-05-0.5% (VC+CCL)-28	Diseño 210 kg/cm ³ con 0.5% de fibra de coco y 0.5% de fibra de Calthea lutea	09/04/2022	07/05/2022	15.100	15.000	15.000	15.000	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1609.910	21.42
					15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-			
					15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-			
6	V-06-1% (VC+CCL)-28	Diseño 210 kg/cm ³ con 1% de fibra de coco y 1% de fibra de Calthea lutea	07/04/2022	05/05/2022	15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1635.990	21.58
					15.100	15.050	15.000	15.050	45.000	-			
					15.080	15.100	15.000	15.100	45.000	-			
7	V-05-SA-14	Diseño 210 kg/cm ³ Sin adicionar	21/04/2022	19/05/2022	15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-	Fractura dentro del tercio central	1606.510	21.33
					15.000	15.090	15.000	15.090	45.000	-			
					15.000	15.000	15.000	15.000	45.000	-			

Observaciones: La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Terminos usados: * VC: Viga con aditivo de coco

* CCL: Calathea Lutes

* SA: Sin Aditivo

RESPONSABLE DEL ENSAYO	ENCARGADA DE LABORATORIO	INGENIERO A CARGO
		
NOMBRE: Yajhuama Cordova Daniel	NOMBRE: Yonjira E. Acosta Ventura	NOMBRE: Mgtr. Victor Garces Diaz
FECHA: 30/05/2022	FECHA: 02/06/22	FECHA: 03/06/22

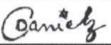


	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO	
	NTP 339.078 - ASTM C78	
SOLICITANTE:	EDINSON CUNIA TOCTO	
CODIGO:	LABCIVIL001-2022-UCSS/EC	
SEDE / FILIAL:	FILIAL RIOJA - NUEVA CAJAMARCA	
FECHA DE EMISION:	03/06/2022	

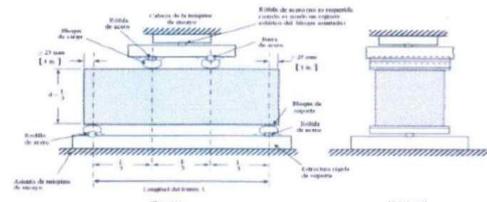
RESULTADOS:

N° VIGA	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		EDAD (Días)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ LIBRE ENTRE LOS APOYOS (cm)	DISTANCIA ENTRE LA LINEA DE FALLA Y EL APOYO MAS CERCANO (cm)	CARGA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm ²)
		VACIADO	ROTURA							
1	V-01-0.5% (VC+CCL)-7	05/04/2022	12/04/2022	7	15.03	15.12	45.00	-	1265.21	16.57
2	V-02-1% (VC+CCL)-7	11/04/2022	18/04/2022	7	15.03	15.11	45.00	-	1278.45	16.77
3	V-03-0.5% (VC+CCL)-14	06/04/2022	20/04/2022	14	15.03	15.07	45.00	-	1356.49	17.89
4	V-04-1% (VC+CCL)-14	07/04/2022	21/04/2022	14	15.07	15.03	45.00	-	1372.21	18.13
5	V-05-0.5% (VC+CCL)-28	09/04/2022	07/05/2022	28	15.03	15.00	45.00	-	1609.91	21.42
6	V-06- 1% (VC+CCL)-28	07/04/2022	05/05/2022	28	15.06	15.05	45.00	-	1635.99	21.58
7	V-05-SA-14	21/04/2022	19/05/2022	28	15.00	15.03	45.00	-	1606.51	21.33

Observaciones: La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	ENCARGADA DE LABORATORIO	INGENIERO A CARGO
		
NOMBRE: Yajahuanca Córdova Daniel FECHA: 30/05/2022	NOMBRE: Yomira E. Acosta Ventura FECHA: 02/06/22	NOMBRE: Mgtr. Victor Garcés Díaz FECHA: 03/06/22



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO	
NTP 339.078 - ASTM C78		
SOLICITANTE:	EDINSON CUNIA TOCTO	
CODIGO :	LABCIVIL 001-2022-UCSS/EC	
SEDE / FILIAL:	FILIAL RIOJA - NUEVA CAJAMARCA	
FECHA DE EMISION:	03/06/2022	
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>* Cálculo de la falla en el tercio central de la luz:</p> $M_r = \frac{P * L}{b * h^2}$ <p><i>M_r: Momento de rotura en Kg/cm²</i> <i>P: Carga máxima que indica la máquina de ensayo en Kg</i> <i>L: Luz libre entre apoyos en cm</i> <i>b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla en cm</i> <i>h: Altura promedio de la viga en la sección de falla en cm</i> <i>Nota: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados</i></p> <p>* Falla fuera del tercio central de la luz y a una distancia de este no mayor al 5% de la luz libre</p> $M_r = \frac{3 * P * a}{b * h^2}$ <p><i>a: Distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medido a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga en cm</i></p> <p>Nota: Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de este mayor del 5% de la luz libre, se rechaza el ensayo.</p> 		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	ENCARGADA DE LABORATORIO	INGENIERO A CARGO
		
NOMBRE: Yajahuanca Córdova Daniel	NOMBRE: Yomira E. Acosta Ventura	NOMBRE: Mgr. Víctor Garcés Díaz
FECHA: 30/05/2022	FECHA: 02/06/22	FECHA: 03/06/22

