UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PRESENTADO POR:

Br: ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES

Br: SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

PARA OPTAR AL TÍTULO

PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

CUSCO-PERU

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:

"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO."

Presentado por: Don(ña) SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS con DNI Nro.: 48689176

Don(ña) ABEL ALEJANDRO JOSÉ ARÉVALO FUENTES con DNI Nro.: 73252052

para optar el título profesional/grado académico de **INGENIERO CIVIL.**

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Anti plagio, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso de Sistema Anti plagio de la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de **9%.**

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis.

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Anti plagio.

Cusco, 06 de mayo de 2025

Firma

Ing. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

Nro. de DNI: 23881345

ORCID del Asesor: 0000-0003-3954-4737

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Anti plagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Anti plagio trn: oid:::27259:456398478 https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:456398478?locale=es-MX

SONIA - ABEL PACCO - AREVALO

DESARROLLO DE SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACION CONCRETO ADOBE Y MADE...

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:456398478

Fecha de entrega
6 may 2025, 6:36 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
6 may 2025, 6:54 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS FINAL YUCAY .pdf

Tamaño de archivo
55.7 MB

449 Páginas

108.328 Palabras

494.156 Caracteres

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 10 words)

Top Sources

8% Internet sources
1% Publications
5% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

2 Integrity Flags for Review

Replaced Characters
706 suspect characters on 74 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Hidden Text
8077 suspect characters on 97 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia: mi mamá, mi papá y mis hermanos quienes son mi apoyo y motivo para todo lo que realizo en mi vida. Además, a mi familia cusqueña: Mis abuelos Jorge y Salome e Ines, mi tía Shirlita y a todos mis tíos y tías. Gracias por acompañarme y apoyarme en una de las etapas más importantes de mi vida.

Abel Alejandro José Arévalo Fuentes

Este trabajo se lo dedico con mucho amor a mi mamá Soledad por creer en mí y apoyarme en cada paso que doy, mi papá Guzmán, mi hermana Yessica, a mi querida sobrina Luna, a Elias por su ayuda incondicional, a mis tios, tias y a mis abuelitas Tomasa y Lucia.

Sonia Elizabeth Pacco Naveros

AGRADECIMIENTOS

Al Asesor el ingeniero José Felipe Azpilcueta Carbonell por su constante y desinteresado apoyo durante la realización de esta tesis. Desde el inicio del desarrollo de esta tesis hasta la culminación. Con sus consejos se ha desarrollado esta tesis de la mejor manera.

Al código 17-2. Compañeros de código y amigos con quienes compartimos muchas aventuras en el proceso de formación universitaria y ahora en esta etapa de conclusión de la universidad.

A Grecia y Rodrigo, quienes apoyaron enormemente en el desarrollo de esta tesis, queridos amigos muchas gracias por su apoyo incondicional y su compañía durante el tiempo que se desarrolló esta tesis.

A todos nuestros amigos del “5to piso”, compañeros en el avance de nuestras respectivas tesis.

ÍNDICES

Índice General

RESUMEN 14
ABSTRACT 15
INTRODUCCIÓN 16
A. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 17
A.1. Justificación Teórica 17
A.2. Justificación Práctica 17
A.3. Justificación Metodológica 17
B. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 18
B.1. Planteamiento del Problema 18
B.2. Formulación del Problema General 20
B.3. Formulación de los Problemas Específicos 20
C. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 21
C.1. Objetivo General 21
C.2. Objetivos Específicos 21
D. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL 22
D.1. Antecedentes de la Investigación 22
D.1.1. Antecedentes Nacionales 22
D.1.2. Antecedentes Internacionales 23
D.2. Bases Teóricas – Científicas 23
D.2.1. Abreviaturas 23
D.2.2. Definición de términos 24
D.3. Restauración 25
D.3.1. Lineamientos de la restauración 25
D.3.2. Tipos de intervención 26
D.4. Metodología para la intervención estructural en edificios históricos 27
D.4.1. Adquisición de datos 28
D.4.2. Comportamiento estructural 28
D.4.3. Diagnóstico y seguridad 28
D.4.4. Medidas de intervención 29
D.5. Estudios para la determinación de propiedades mecánicas de los materiales 29
D.5.1. Estudio de mecánica de suelos (E.050) 29
D.5.2. Determinación de propiedades del adobe 36
D.5.3. Determinación de las propiedades del concreto 38
D.5.4. Determinación de las propiedades de la madera 40

D.5.5. Cargas Aplicadas a Edificios Históricos 43
D.6. Reforzamiento de Elementos Estructurales 44
D.6.1. Reforzamiento a nivel estructural 44
D.6.2. Reforzamiento a nivel elemento 44
D.7. Patologías 46
D.7.1. Procesos Mecánicos 46
D.7.2. Procesos Físicos 47
D.7.3. Procesos Químicos 48
E. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 49
E.1. Hipótesis General 49
E.2. Hipótesis Específicas 49
F. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 50
F.1. Variables 50
F.2. Operacionalización De Variables 50
F.3. Enfoque de la Investigación 51
F.4. Tipo de la Investigación 51
F.5. Diseño de la Investigación 51
F.6. Población y Muestra 52
F.6.1. Población 52
F.6.2. Muestras 52
F.7. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos. 52
F.7.1. Técnicas 52
F.7.2. Instrumentos 52
F.8. Metodología para el desarrollo del sistema de reforzamiento 54
F.8.1. Metodología Propuesta 55
G. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 57
G.1. Ubicación y descripción del Sitio de Investigación 57
G.1.1. Levantamiento topográfico 57
G.1.2. Levantamiento arquitectónico 59
G.2. Estado Actual de la Estructura 61
G.2.1. Patología en elementos de concreto 61
G.2.2. Patología en elementos de adobe 62
G.2.3. Patología en elementos de madera 63
G.3. Preparación de Muestras para ensayos 64
G.3.1. Suelos 65

G.3.2. Adobe 65
G.3.3. Madera Existente 72
G.3.4. Madera para restauración 74
G.3.5. Concreto Simple 75
G.4. Caracterización de los Materiales 75
G.4.1. Suelos 75
G.4.2. Adobe existente 84
G.4.3. Suelo para la elaboración del adobe 86
G.4.4. Concreto simple 89
G.4.5. Madera existente 90
G.4.6. Madera para restauración 90
G.5. Ensayos Experimentales 92
G.5.1. Muestras elaboradas con Adobe 92
G.5.2. Concreto armado 104
G.5.3. Madera de la estructura existente 109
G.5.4. Madera para restauración 115
G.6. Análisis Estructural del Sistema de Reforzamiento 124
G.6.1. Determinación de Resistencia de elementos de concreto armado 124
G.6.2. Metrado de cargas 128
G.6.3. Materiales para el análisis estructural 128
G.6.4. Parámetros para análisis sismo resistente 129
G.6.5. Análisis estructural mediante software 131
G.6.6. Propuesta de modelo estructural para reforzamiento 133
G.6.7. Diseño de entrepiso de madera 140
G.6.8. Diseño de armadura de techo 143
G.6.9. Diseño de cimentación 152
G.6.10. Diseño de reforzamiento de cimentación 161
G.6.11. Reforzamiento de elementos de concreto armado con CFRP 173
G.6.12. Diseño de nuevos elementos de concreto armado 181
H. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 186
H.1. Análisis 186
H.1.1. Análisis del estado actual de la estructura 186
H.1.2. Análisis de los materiales de la estructura 188
H.1.3. Evaluación de la estructura 192

H.1.4. Análisis del reforzamiento de la estructura 193
H.1.5. Elementos de madera 199
H.2. Discusión 199
H.2.1. Discusión respecto a los antecedentes 199
H.2.2. Discusión respecto a los objetivos. 201
I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 203
I.1. Conclusiones 203
I.1.1. Conclusión general 203
I.1.2. Conclusiones específicas 203
I.2. Recomendaciones 204
J. REFERENCIAS 205
K. Anexos 207
K1. Convenio Arzobispado 207
K2. Laboratorio 207
K3. Diseños 207
K4. Planos 207
K5. Panel fotográfico 207
K.1. Convenio Arzobispado 208
K.2. Laboratorio 210
Certificado y Conformidad de Uso de Laboratorio 210
K.2.1. Fichas de Observación de laboratorio 211
K.2.2. Suelos 211
K.2.3. Adobe existente 230
K.2.4. Suelo para la elaboración de adobe 235
K.2.5. Ensayos Experimentales 239
K.2.6. Muestras elaboradas con Adobe 239
K.2.7. Concreto simple 264
K.2.8. Madera de la estructura existente 271
K.2.9. Madera para Restauración 283
K.3. Diseños 300
K.4. Planos 313
K.5. Panel fotográfico 344

Índice De Tablas

Tabla 1 *Síntesis de fases y características de las recomendaciones ISCARSAH.* 27
Tabla 2 *Operacionalización de variables* 50
Tabla 3 *Operacionalización de variables* 51
Tabla 4 *Información obtenida del levantamiento arquitectónico de los muros de adobe.* 60
Tabla 5 *Información obtenida del levantamiento arquitectónico de los elementos de concreto* 60
Tabla 6 *Dosificación para la obtención de unidades de adobe.* 68
Tabla 7 *Resultados de los ensayos de contenidos de humedad* 76
Tabla 8 *Resultados del análisis granulométrico de las 03 calicatas y sus respectivos estratos* 77
Tabla 9 *Resultados del límite líquido de las 03 calicatas y sus respectivos estratos* 78
Tabla 10 *Resultados del límite plástico y el índice de plasticidad.* 79
Tabla 11 *Clasificación unificada de los suelos.* 80
Tabla 12 *Resultados de la densidad de suelos por método de cono de arena* 81
Tabla 13 *Resultados de densidad relativa de suelos* 83
Tabla 14 *Ángulos de fricción interna de los suelos* 84
Tabla 15 *Resultados del análisis granulométrico del adobe existente* 84
Tabla 16 *Resultado del límite liquido de la muestra de adobe.* 85
Tabla 17 *Resultados del límite plástico y el índice de plasticidad de la muestra de adobe* 85
Tabla 18 *Resultados de los ensayos de contenidos de humedad del suelo-adobe* 86
Tabla 19 *Resultados del análisis granulométrico de la muestra de suelo-adobe* 87
Tabla 20 *Resultados del límite líquido del Suelo-adobe* 87
Tabla 21 *Resultados del límite plástico y el índice de plasticidad del Suelo-adobe* 88
Tabla 22 *Resultados del ensayo de densidad del concreto* 89
Tabla 23 *Cálculo de la densidad de la madera existente* 90
Tabla 24 *Resultados del ensayo de contenido de humedad y densidad básica* 91
Tabla 25 *Resultados de la compresión del material tierra en cubos* 92
Tabla 26 *Resultados de la resistencia a tracción en cilindros - ensayo brasileño* 94
Tabla 27 *Resultados de la resistencia del mortero a tracción.* 95
Tabla 28 *Resultados del ensayo para determinar el Módulo de Poisson* 97
Tabla 29 *Resultados del ensayo de compresión axial de pilas de adobe* 98
Tabla 30 *Cálculos de la deformación para 20% y 60% de la carga máxima* 100
Tabla 31 *Determinación del módulo de elasticidad de la albañilería de adobe* 101
Tabla 32 *Compresión diagonal o tracción indirecta* 102

Tabla 33 *Cálculos de la deformación vertical y horizontal.* 103
Tabla 34 *Cálculos para hallar el módulo de corte* 104
Tabla 35 *Resultados de las resistencias del concreto existente* 106
Tabla 36 *Coeficientes para el cálculo del esfuerzo admisible por compresión* 111
Tabla 37 *Resultados de los esfuerzos mínimo, promedio máximo y admisible a compresión* 112
Tabla 38 *Coeficientes para el cálculo del esfuerzo admisible por flexión* 113
Tabla 39 *Resultados de ensayo de flexión de la madera existente* 115
Tabla 40 *Resultados del esfuerzo admisible a compresión* 117
Tabla 41 *Resultados del ensayo de flexión de la madera de restauración* 119
Tabla 42 *Coeficientes para el cálculo del esfuerzo admisible por corte* 120
Tabla 43 *Resultados de ensayo de corte de la madera nueva* 120
Tabla 44 *Resultados del ensayo de tracción paralelo al grano.* 122
Tabla 45 *Resistencia de vigas de concreto a flexión y corte* 125
Tabla 46 *Factor de Suelo (S)* 130
Tabla 47 *Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación* 130
Tabla 48 *Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada* 131
Tabla 49 *Esfuerzos cortantes actuantes en muros de adobe* 133
Tabla 50 *Máximas derivas de entrepiso* 134
Tabla 51 *Resultados de esfuerzo a compresión aplicado en muros de adobe.* 135
Tabla 52 *Resultados de esfuerzo de corte aplicado en muros de adobe.* 138
Tabla 53 *Comparación de esfuerzos aplicados con esfuerzos admisibles.* 146
Tabla 54 *Cargas admisibles para uniones empernadas doble cizallamiento* 147
Tabla 55 *Cargas admisibles para uniones empernadas doble cizallamiento* 148
Tabla 56 *Factor de reducción de la carga admisible* 148
Tabla 57 *Cálculo del número de pernos en cada unión del tijeral* 151
Tabla 58 *Cálculo del número de pernos en Largueros, correas, vigas y vigas inclinadas* 151
Tabla 59 *Metrado de cargas que actúan en cimiento del muro de adobe* 156
Tabla 60 *Metrado de cargas que actúan en cimiento del muro de concreto* 156
Tabla 61 *Cálculo de la densidad equivalente del cimiento del muro interior de adobe (C2)* 158
Tabla 62 *Cálculo del ángulo de fricción equivalente del cimiento del muro interior (C2)* 158
Tabla 63 *Cálculo de la densidad equivalente del cimiento del muro exterior de adobe (C3)* 159
Tabla 64 *Cálculo del ángulo de fricción equivalente del cimiento del muro exterior (C3)* 159
Tabla 65 *Cálculo de la capacidad portante del suelo de las distintas calicatas* 160
Tabla 66 *Cálculo de la capacidad aplicada en los cimientos* 161

Tabla 67 *Verificación de capacidad admisible y aplicada* 161
Tabla 68 *Cálculo de la presión lateral activa para cada estrato* 163
Tabla 69 *Cálculo de la fuerza actuante y su respectivo punto de aplicación* 165
Tabla 70 *Cálculos para determinar el momento resistente* 168
Tabla 71 *Cálculo de la capacidad portante del suelo con las nuevas dimensiones* 171
Tabla 72 *Cálculo de la capacidad aplicada en los cimientos con las nuevas dimensiones* 171
Tabla 73 *Verificación de capacidad admisible y aplicada* 172
Tabla 74 *Propiedades fibra de carbono* 174
Tabla 75 *Propiedades sección de concreto armado* 174
Tabla 76 *Resistencia a la flexión de vigas reforzadas y no reforzadas* 175
Tabla 77 *Revisión de solicitaciones en vigas de 2do nivel* 175
Tabla 78 *Revisión de solicitaciones en vigas de 3er nivel* 176
Tabla 79 *Parámetros de la columna de concreto* 179
Tabla 80 *Propiedades de tejido de fibra de carbono* 179
Tabla 81 *Valores máximos de fuerzas internas en las columnas del primer nivel* 180
Tabla 82 *Valores máximos de fuerzas internas en las columnas del segundo nivel* 181
Tabla 83 *Diseño para viga de pórtico en el sentido eje "M" del segundo nivel (30 cm x 40 cm)* 183
Tabla 84 *Viga de pórtico en el sentido eje "M" del tercer nivel (30 cm x 40cm)* 184
Tabla 85 *Diseño para vigas collar en el sentido "X" del segundo nivel* 184
Tabla 86 *Diseño para vigas collar en el sentido "Y" del segundo nivel* 185
Tabla 87 *Diseño para vigas collar en el sentido "X" del tercer nivel* 185
Tabla 88 Diseño para vigas collar en el sentido "Y" del tercer nivel 185
Tabla 89 *Resumen del proceso patológico en elementos de concreto* 186
Tabla 90 *Resumen del proceso patológico en elementos de Adobe* 187
Tabla 91 *Resumen del proceso patológico en elementos de madera.* 187
Tabla 92 *Resultado de las propiedades físicas del suelo* 188
Tabla 93 *Resultado de las propiedades mecánicas del suelo* 189
Tabla 94 *Características físicas del suelo del adobe existente y para el nuevo adobe* 189
Tabla 95 *Características mecánicas del adobe* 190
Tabla 96 *Características físicas y mecánicas del concreto* 190
Tabla 97 *Propiedades madera original de la estructura* 191
Tabla 98 *Propiedades madera para restauración* 192
Tabla 99 *Verificaciones a la estructura de la propuesta de reforzamiento* 193
Tabla 100 *Sección de viga a reconstruir del segundo y tercer nivel* 199

Índice De Figuras

Figura 1 *Estructura antigua del pabellón de la Granja escuela de Yucay* 18
Figura 2 *Estado actual de elementos de adobe de la estructura a estudiar.* 19
Figura 3 *Vista actual de elementos de concreto de la estructura a estudiar.* 20
Figura 4 *Procedimiento del ensayo de contenido de humedad* 30
Figura 5 *Procedimiento del ensayo de análisis granulométrico por tamizado* 31
Figura 6 *Procedimiento del ensayo limite liquido* 32
Figura 7 *Procedimiento para hallar el límite plástico* 33
Figura 8 *Procedimiento del ensayo de cono de arena* 34
Figura 9 *Procedimiento del ensayo de densidad mínima.* 35
Figura 10 *Procedimiento del ensayo de densidad máxima.* 35
Figura 11 *Ensayo de compresión de muretes de adobe* 37
Figura 12 *Ensayo de diagonal de compresión diagonal de muretes* 37
Figura 13 *Procedimiento del ensayo para determinar la densidad del concreto* 38
Figura 14 *Equipo esclerómetro para prueba* 39
Figura 15 *Escáner de acero* 40
Figura 16 *Direcciones ortogonales de la madera* 40
Figura 17 *Procedimiento del contenido de humedad de la madera* 41
Figura 18 *Procedimiento de ensayo para determinar la densidad básica de la madera* 42
Figura 19 *Esquema de la metodología propuesta.* 56
Figura 20 *Levantamiento topográfico de la estructura actual de la granja escuela de Yucay.* 57
Figura 21 *Levantamiento topográfico de la estructura actual de la granja escuela de Yucay* 58
Figura 22 *Modelo 3D de la estructura.* 58
Figura 23 *Ortofoto de la zona de estudio procesado en software* 59
Figura 24 *Modelo en base al levantamiento arquitectónico.* 61
Figura 25 *Procesos patológicos que se encontró en el muro, viga y columnas de concreto.* 62
Figura 26 *Procesos patológicos que se encontró en elementos de adobe.* 63
Figura 27 *Procesos patológicos que se encontró en elementos de madera.* 64
Figura 28 *Procesos patológicos que se encontró en elementos de madera.* 64
Figura 29 *Extracción de muestras de suelo.* 65
Figura 30 *Muestra de ladrillo de adobe original de la estructura* 66
Figura 31 *Dimensión de unidades de adobe existente y la destinada a pruebas de laboratorio* 66
Figura 32 *Moldes de adobe utilizado en la elaboración del adobe* 67

Figura 33 *Determinación de la cantidad de lastrojo del adobe existente* 67
Figura 34 *Elaboración de las unidades de adobe* 69
Figura 35 Elaboración de cilindros de adobe 69
Figura 36 *Elaboración de pilas de adobe* 70
Figura 37 *Elaboración de muretes adobe* 71
Figura 38 *Elaboración de muestras para ensayo de resistencia del mortero a tracción* 71
Figura 39 *Colocación de capa de yeso en muestras de adobe* 72
Figura 40 *Obtención de muestra de madera y medición de secciones* 72
Figura 41 *Muestra de madera de la estructura* 73
Figura 42 *Muestra de madera de la estructura* 73
Figura 43 *Muestra para el ensayo de tracción de la madera para restauración.* 74
Figura 44 *Muestra para el ensayo de corte de la madera para restauración.* 74
Figura 45 *Registro del peso de la muestra de concreto.* 75
Figura 46 *Grafica para la obtención del límite líquido.* 77
Figura 47 *Grafica para la obtención del límite liquido del adobe existente* 85
Figura 48 *Gráfico para determinar el límite líquido del suelo del adobe.* 87
Figura 49 *Gráfico que representa las dos curvas granulométricas del adobe y suelo adobe.* 88
Figura 50 *Ensayo de compresión del material tierra en cubos.* 93
Figura 51 *Ensayo de tracción del material tierra en cilindros* 94
Figura 52 *Ensayo de tracción del mortero en muestras de adobes unidas por mortero* 96
Figura 53 *Ensayo del módulo de Poisson realizado en laboratorio* 97
Figura 54 *Ensayo de con compresión axial de pilas de adobe* 99
Figura 55 *Ensayo de con compresión diagonal en muretes de adobe.* 102
Figura 56 *Determinación de la resistencia a compresión con esclerómetro* 105
Figura 57 *Ábaco de esclerómetro para determinar resistencia a la compresión* 106
Figura 58 *Medición de diámetros de varillas de acero* 107
Figura 59 *Sección de vigas de concreto y su distribución de acero* 107
Figura 60 *Sección de columnas de concreto y su distribución de acero* 108
Figura 61 *Distribución de acero en muros de concreto* 108
Figura 62 Modelo 3D de la distribución del acero en los elementos de concreto. 109
Figura 63 *Ensayo de compresión paralela al grano de la madera existente* 110
Figura 64 *Ensayo de flexión estática de la madera existente* 114
Figura 65 *Compresión paralela al grano de la madera* 116
Figura 66 *Ensayo de flexión estática de la madera para restauración.* 118

Figura 67 *Ensayo de corte paralelo al grano de la madera para restauración* 121
Figura 68 *Ensayo de tracción paralelo al grano de la madera para restauración* 123
Figura 69 *Diagrama de fuerzas en concreto producto del adobe y acero* 124
Figura 70 *Aplicación de carga axial excéntrica en columnas de concreto* 126
Figura 71 *Diagrama de Interacción Columna Tipo 1 (0.30 m x 0.30 m)* 126
Figura 72 *Diagrama de Interacción Columna Tipo 2 (0.30 m x 0.80 m)* 127
Figura 73 *Zonificación sísmica* 129
Figura 74 *Configuración de parámetros para análisis sísmico* 132
Figura 75 *Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje X=0.30 m* 132
Figura 76 *Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe en el eje 2.* 135
Figura 77 *Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe en el eje 3* 136
Figura 78 *Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe ubicado en X=0.30 m.* 136
Figura 79 *Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe ubicado en X=46.17 m* 137
Figura 80 *Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje 2* 138
Figura 81 *Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje 3* 139
Figura 82 *Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje X= 0.30 m* 139
Figura 83 *Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje X= 46.17 m* 140
Figura 84 *Máximo valor de momento aplicado a una viga de madera* 142
Figura 85 *Mayor valor de fuerza a compresión aplicado en un elemento de la armadura* 143
Figura 86 *Mayor valor de fuerza a tracción aplicado en un elemento de la armadura* 144
Figura 87 *Mayor valor de fuerza cortante aplicada en un elemento de la armadura* 144
Figura 88 *Mayor valor de momento aplicado en un elemento de la armadura* 145
Figura 89 *Unión empernada a doble cizallamiento (Carga P)* 146
Figura 90 *Unión empernada a doble cizallamiento (Carga P)* 147
Figura 91 *Carga aplicada inclinada con relación al grano* 149
Figura 92 *Espaciamiento mínimo entre pernos para cargas paralelas al grano* 150
Figura 93 *Vista lateral del tijeral propuesto* 150
Figura 94 *Representación de los cimientos corridos existentes de concreto y adobe* 152
Figura 95 *Distribución de fuerzas internas en los elementos de la estructura* 153
Figura 96 *Máximo valor de la carga en compresión sobre el cimiento del muro de adobe* 154
Figura 97 *Máximo valor de la carga en compresión sobre el cimiento del muro de concreto* 155
Figura 98 *Propuesta del reforzamiento para el cimiento del muro de concreto.* 162
Figura 99 *Diagrama de presiones actuantes en cada estrato* 164
Figura 100 *Representación de las fuerzas actuantes de cada estrato* 166

Figura 101 *Secciones para el cálculo del momento resistente del muro* 167
Figura 102 *Cimientos y sobrecimientos de los muros de concreto y adobe.* 172
Figura 103 *Distribución de fuerzas internas en viga reforzada con FRP* 173
Figura 104 *Diagrama de interacción columna 0.30 m x 0.80 m* 177
Figura 105 *Flujo para elaboración de diagramas de interacción en columnas* 178
Figura 106 *Diagrama De Interacción Columna reforzada de 0.30 m x 0.30 m* 180
Figura 107 *Diagrama de fuerzas en concreto producto del adobe y acero* 182
Figura 108 *Perdida de vigas en estructura actual* 183
Figura 109 *Sección de viga eje "M" segundo y tercer nivel* 184
Figura 110 *Secuencia del proceso constructivo de los paños de bloques de concreto* 195
Figura 111 *Vista en planta de la estructura actual* 196

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo desarrollar el sistema de reforzamiento estructural que integre de manera simultáneamente el adobe y el concreto ante la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo. Para el desarrollo de la investigación, se inició primero con la obtención de datos: levantamiento topográfico, arquitectónico, recopilación de información del estado actual de la estructura, extracción de muestras de suelo, adobe, concreto y madera; y ensayos en laboratorio, posteriormente con el desarrollo del estudio del comportamiento estructural (característica de los materiales, modelamiento estructural, propuesta de modelo estructural para reforzamiento), luego se realizó el diagnóstico y seguridad (patologías y el análisis estructural). Finalmente se presentó las medidas de intervención (diseño de armadura de techo, entrepiso de madera, diseño de cimentación y diseño de nuevos elementos de concreto armado y el proceso de intervención para reforzamiento y restauración de la estructura). Las conclusiones que se determinaron en la siguiente investigación, en cuanto al estado actual de la estructura, se identificaron diferentes procesos patológicos. El suelo predominante en el área a investigado es friccionante, al realizar la evaluación de la estructura original esta no cumple completamente con las exigencias de la normativa actuales. El reforzamiento y restauración de la estructura se desarrolló para cada elemento de la estructura analizando cómo funciona de manera integrada el sistema combinado de adobe y concreto buscando que este sistema de reforzamiento cumpla con las exigencias normativas actuales. Resultando en un reforzamiento de los elementos de adobe por medio de la reconstrucción e incorporación de nuevos muros. Para los elementos de concreto, un reforzamiento a través de la fibra de carbono tanto en columnas y vigas. Para los elementos de madera se propone una restauración reemplazando los elementos anteriores por nuevos elementos de madera similares a los originales.

Palabras claves: Restauración, reforzamiento, estructura de adobe, integración y desempeño.

ABSTRACT

This thesis aims to develop a structural reinforcement system that simultaneously integrates adobe and concrete to withstand usage loads and seismic overloads. For the development of the research, data collection was the first step, including a topographic and architectural survey, gathering information on the current state of the structure, extracting soil, adobe, concrete, and wood samples, and conducting laboratory tests. Subsequently, the study of structural behavior was carried out, which involved analyzing material characteristics, structural modeling, and proposing a structural reinforcement model. Then, a diagnosis and safety assessment were conducted, including pathology identification and structural analysis. Finally, intervention measures were presented, including the design of the roof framework, wooden flooring, foundation design, new reinforced concrete elements, and the intervention process for structural reinforcement and restoration. The conclusions of this research indicate that, regarding the current state of the structure, various pathological processes were identified. The predominant soil type in the study area is frictional. Additionally, the evaluation of the original structure revealed that it does not fully comply with current regulatory requirements. The reinforcement and restoration of the structure were developed for each structural element, analyzing how the combined adobe and concrete system functions in an integrated manner to meet current regulations. As a result, adobe elements were reinforced through reconstruction and the incorporation of new walls. Concrete elements were strengthened using carbon fiber on both columns and beams. For the wooden elements, a restoration was proposed, replacing the previous components with new wooden elements similar to the originals.

Keywords: Restoration, reinforcement, adobe structure, integration, and performance.

INTRODUCCIÓN

El departamento de Cusco presenta una gran cantidad de edificaciones con un gran valor histórico para la sociedad, entre ellas se encuentra el antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay que tiene 97 años de creación desde el 27 de diciembre del 1927, en la actualidad este se encuentra fuera de servicio ya que sufrió un incendio y a partir de ello este se fue deteriorando hasta el punto de no garantizar la seguridad para su uso. El cual se presenta como la oportunidad para el estudio de una edificación de características particulares y el desarrollo de un sistema de reforzamiento con fines de restauración para este tipo de estructuras.

El desarrollo de la investigación está compuesto por nueve capítulos iniciando con la Justificación de la investigación donde se fundamenta la importancia de su desarrollo desde el punto de vista teórico, practico y metodológico, segundo: Planteamiento y formulación del problema donde se evalúo la problemática que indujo a realizar la investigación; definición del problema general y los específicos, tercero: Objetivos de la investigación dentro del cual se formula los objetivos generales y específicos que busca la investigación, cuarto: Marco teórico y conceptual donde se detalla los antecedentes, bases teóricas para una restauración, la metodología para la intervención estructural en edificaciones históricas, tipos de reforzamiento, culminando con patologías, quinto: Hipótesis de la investigación, sexto: Metodología de la investigación donde se identificaron las variables, el tipo y el diseño de la investigación; se describe las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, séptimo: Resultados de la investigación dentro del cual se presenta la obtención de los resultados de las pruebas y análisis realizado, octavo: Análisis y discusión de resultados en el cual se evalúo los resultados y se analizó el sistema de reforzamiento propuesto, finalmente: Conclusiones y recomendaciones en donde resume los resultados relevantes comparándolos con los objetivos planteados y sugiriendo recomendaciones que servirán para futuras investigaciones.

A. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A.1. Justificación Teórica

En todo el departamento de Cusco existen una gran cantidad de edificaciones con alto valor histórico para la sociedad, muchas de las edificaciones se han deteriorado a lo largo de los años y muchas requieren una restauración para recuperar su valor histórico y revalorizar la identidad cultural por medio de patrimonios históricos. Esta investigación propone el desarrollo de un sistema de reforzamiento que cumpla con condiciones sismorresistentes exigidas por la normativa peruana, en la estructura conformada de adobe y concreto en simultaneo, aplicado al caso del reforzamiento del antiguo pabellón de la Granja Escuela de Yucay del distrito de Yucay, provincia de Urubamba, departamento de Cusco.

A.2. Justificación Práctica

En edificaciones históricas las estructuras debido al paso del tiempo son expuestos a un deterioro por agentes ambientales o agentes externos haciendo que sea necesaria una restauración de la edificación con esta investigación se procura desarrollar un sistema de reforzamiento en estructuras con materiales de adobe, madera y concreto, que aseguren su buen desempeño ante cargas uso y sobrecargas de sismo buscando respetar los principios de una restauración.

A.3. Justificación Metodológica

Esta investigación se basa en la necesidad de llevar a cabo un estudio experimental para determinar las propiedades de los distintos materiales (adobe, concreto y madera) que conforman una edificación histórica y poder determinar sus propiedades mecánicas para obtener datos reales y generar un sistema de reforzamiento específico para estas estructuras. Este enfoque permitirá obtener resultados confiables que servirán como base para el desarrollo de sistemas de reforzamiento en condiciones similares.

B. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

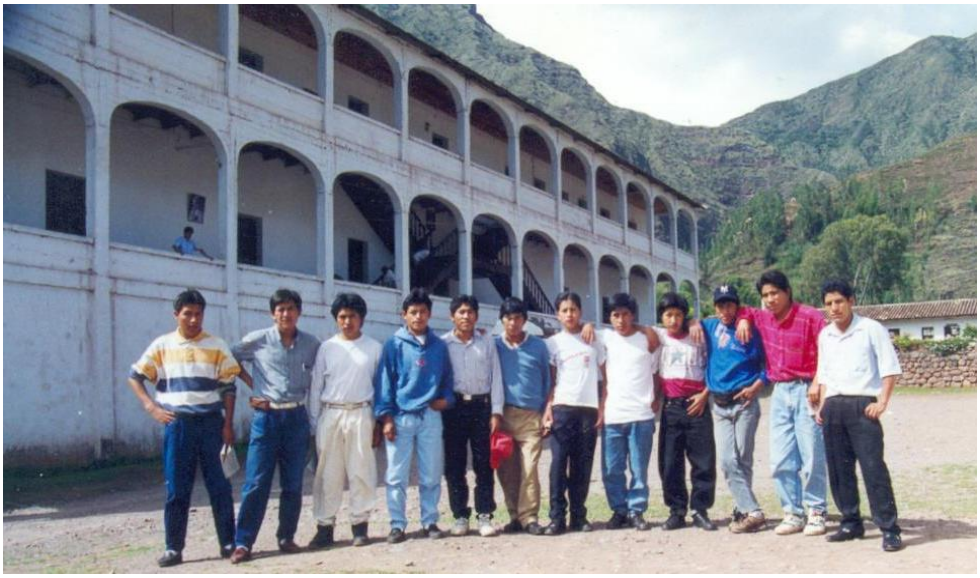
B.1. Planteamiento del Problema

La Granja Escuela de Yucay tiene un valor histórico para el distrito de Yucay, esta escuela se fundó el 27 de diciembre de 1927 y a partir de entonces viene desarrollando actividades educativas en el rubro de educación técnica agropecuaria para los estudiantes de la zona de Yucay y Urubamba (Boletín Salesiano, 1928, pág. 379).

De acuerdo al plan de desarrollo urbano de Urubamba la edificación fue construida durante la época republicana y actualmente ubicándose dentro de la zona arqueológica de Yucay. (Municipalidad provincial de Urubamba, 2024, pág. 91).

Figura 1

Estructura antigua del pabellón de la Granja escuela de Yucay



Nota. Fotografía de la Granja escuela antes del incendio, Tomada de *GRANJA ESCUELA DE YUCAY* (2013, 21 de agosto). [Fotografia] https://web.facebook.com/groups/granja-escuela-de-yucay

La edificación del antiguo pabellón de la Granja Escuela de Yucay ha servido tanto como aulas y vivienda desde su fundación; en la actualidad se encuentra fuera de servicio. Para la puesta en valor de esta

edificación histórica y que pueda seguir sirviendo a futuras generaciones de estudiantes requiere de un estudio especial de ingeniería porque presenta características únicas de construcción como el uso del adobe y el concreto de manera simultánea siendo este último material una de las primeras veces que se empleó el concreto en todo el Cusco. (Boletín Salesiano, 1928, pág. 379).

Debido a un incendio ocurrido y el deterioro generado a lo largo de los años por diferentes agentes naturales del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay, la estructura actualmente presenta deterioro de columnas de concreto, vigas de madera quemadas que no son aptas para soportar cargas, muros de adobe desplomados y muros concretos con fisuras, pérdida total de la estructura del techo. Por lo que la estructura actual no es apta para uso educativo generando una perdida a la comunidad educativa que sirve la Granja Escuela de Yucay.

En el presente trabajo de investigación se propone el desarrollo de un sistema de reforzamiento estructural de integración adobe y concreto para la restauración y puesta en valor del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.

Figura 2

Estado actual de elementos de adobe de la estructura a estudiar.

Nota. La imagen muestra la pérdida total de un muro de adobe de la estructura original.
Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Vista actual de elementos de concreto de la estructura a estudiar.

Nota. La estructura de concreto se encuentra en proceso de deterioro por factores ambientales.
Fuente: Elaboración propia

B.2. Formulación del Problema General

- ✓ **PG:** ¿Cuál es el sistema de reforzamiento estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja escuela de Yucay que permite conservar los valores históricos y asegurar las condiciones adecuadas de uso de una edificación construida en adobe y concreto simultáneamente, que tome en cuenta la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo que requiere soportar una edificación actual destinada a uso educativo?

B.3. Formulación de los Problemas Específicos

- ✓ **PE-1**: ¿Cuáles serán las propiedades mecánicas de los materiales que conforman la estructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay?

- ✓ **PE-2:** ¿Cómo se integrará la estructura de concreto y de adobe en el sistema de reforzamiento estructural para lograr soportar las cargas de uso y de sismo de la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay?

C. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

C.1. Objetivo General

- ✓ **OG:** Desarrollar el sistema de reforzamiento estructural que integre de manera simultáneamente el adobe y el concreto del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela ante la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo que requiere soportar una edificación actual destinada a uso educativo.

C.2. Objetivos Específicos

- ✓ **OE1:** Determinar las propiedades mecánicas de los materiales que constituyen la estructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.

- ✓ **OE2:** Integrar el reforzamiento estructural de manera simultánea a los elementos de concreto y de adobe para lograr soportar las cargas de uso y de sismo en la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.

D. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

D.1. Antecedentes de la Investigación

D.1.1. Antecedentes Nacionales

En la región Ayacucho, Lizarbe (2010) en su tesis “Restauración del sistema estructural de los monumentos: iglesia Santa Teresa y la iglesia San Cristóbal”, en la universidad de San Cristóbal de Huamanga con el propósito de optar el título profesional de Ingeniero Civil, tuvo como principal objetivo establecer una metodología para la intervención en monumentos generando modelos estructurales matemáticos basados en técnicas de elementos finitos equivalentes a la estructura. La metodología es del tipo Cuantitativa, Aplicada y con un diseño Experimental. Cuyo resultado para la Iglesia Santa Teresa esta es una edificación del tipo de vulnerabilidad media, se realizó un análisis lineal elástico el cual indica que la estructura no soporta sismos importantes sin embargo presenta resultados favorables en los muros transversales ya que estos actúan como contrafuerte, el análisis también indica que la bóveda presentaría una falla frágil. Para la iglesia San Cristóbal, la mampostería de adobe tiene una capacidad menor esta estructura es solo para soportar cargas de gravedad, con respecto a la torre esta es vulnerable y presenta daños. Se concluye que los desplazamientos encontrados en las estructuras no afectan los muros, pero para las torres y bóvedas, posiblemente presenten daños ante un sismo y probablemente colapsen. Las rehabilitaciones propuestas e implementadas disminuyen la vulnerabilidad sísmica y retardan de manera significativa el colapso de los sistemas estructurales. Estas alternativas proveen en alguna medida continuidad estructural y generan cierto nivel de confinamiento reduciendo la posibilidad de una falla anticipada.

Quispe y Silvana (2012) en su tesis “Propuesta Integral de Reforzamiento para Edificaciones de Adobe. Aplicación al Caso de un Local Escolar de Adobe en la provincia de Yauyos” en la Pontificia Universidad Católica del Perú para optar al grado académico de Ingeniero civil. Desarrollaron su investigación con el objetivo de presentar una metodología integral para implementar proyectos de mitigación en edificaciones existentes de adobe ubicadas en zona de riesgo sísmico. La investigación desarrollada es del tipo aplicativa. Sus resultados indican que para el aumento de la resistencia al corte de los muros de adobe la propuesta de reducción de vanos de la estructura, la utilización de geomallas da buenos resultados. Concluyendo que las técnicas pueden aplicarse a zonas rurales con alto índice de actividad sísmica.

Huaman y Neyra (2018) en su tesis de grado “Propuesta de reforzamiento en adobe para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica del local municipal de Acraquia 2018” en la Universidad César Vallejo para optar al grado de ingeniero civil. Desarrollaron su investigación con el objetivo de determinar que reforzamiento es más eficiente en la reducción de la vulnerabilidad sísmica del local municipal de Acraquia. La investigación desarrollada es del tipo aplicativa. Los resultados que obtuvieron fueron que la aplicación de una viga collar propuesta redujo sus desplazamientos en 4 veces en comparación con la estructura no reforzada. Concluyendo en el efecto positivo de la viga collar en las estructuras.

D.1.2. Antecedentes Internacionales

En el artículo publicado por Rodriguez, Saroza, Ruiz, Barroso, Ariznavarreta y Gonzalez (2014) “Algunas recomendaciones para la construcción de muros utilizando adobe”, en la universidad nacional de Colombia, tuvo como objetivo principal estudiar las condiciones en las que deben ser construidas los muros de adobe en construcciones de tierra. La metodología es del tipo aplicada y de diseño experimental. Cuyo resultado en cuanto al estudio de los edificios construidos estas presentan patologías debido a la falta de conocimiento durante su construcción, para ello estudiaron las condiciones en las que debe ser construido los muros de adobe en un edificio piloto en Villa Clara. Se determinaron las mejores condiciones para el levantamiento de muros de adobe analizando las condiciones de cimentación para evitar la humedad, la velocidad de construcción de los muros para evitar asentamientos, en cuanto a la longitud de los muros se de cuantificar este límite para evitar grietas, también se realizó un análisis del mortero y un estudio de las vigas collar y dinteles. En este último aspecto de la investigación concluye que las vigas collar deben rodear completamente al edificio, la mejor solución es que este sea de concreto armado ya que su rigidez mejora el comportamiento estructural.

D.2. Bases Teóricas – Científicas

D.2.1. Abreviaturas

- ✓ RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ NTP: Norma Técnica Peruana.
- ✓ ACI: American Concrete Institute.
- ✓ ASTM: Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.
- ✓ COPANT: Comisión Paranamericana de Normas Tecnicas.
- ✓ ISCARSAH: Comité Internacional de Análisis y Restauración de las Estructuras del Patrimonio Arquitectónico.
- ✓ ITINTEC: Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.

- ✓ ISO: Organización Internacional de Normalización o Estandarización.
- ✓ ICOMOS: Consejo Internacional de Monumentos y Sitios.
- ✓ C1E1: Calicata 1, estrato 1.
- ✓ C2E1: Calicata 2, estrato 1.
- ✓ C2E2: Calicata 2, estrato 2.
- ✓ C3E1: Calicata 3, estrato 1.
- ✓ C3E2: Calicata 3, estrato 2.
- ✓ C1: Calicata 1
- ✓ C2: Calicata 2
- ✓ C3: Calicata 3
- ✓ C1: Calicata 1.
- ✓ C2: Calicata 2.
- ✓ C3: Calicata 3.

D.2.2. Definición de términos

Concreto Armado. La Norma E.060 (2009) manifiesta que el concreto armado tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o mayor que la requerida en esta Norma y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

Adobe La Norma E.080 (2017) manifiesta que el adobe es unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja o arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad.

Restauración. El restablecimiento potencial del objeto arquitectónico (tangible o intangible) que presente las condiciones mínimas necesarias para ser restaurado (Escudero,2022, pág 86)

Madera Estructural. La Norma E.010 (2014) manifiesta que la madera estructural es aquella que cumple con la Norma ITINTEC 251.104, con características mecánicas aptas para resistir cargas.

Módulo de elasticidad. Es la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material (Norma E.060, 2009).

Sismo. Es un fenómeno natural que se caracteriza por el movimiento brusco y violento de la tierra (Chuy Rodríguez y Colectivo CENAIS, 2013, pág. 6).

Cimentación. Elemento que transmite al suelo las cargas de la estructura (Norma E.050, 2018)

Patología constructiva. Para Vera et al. (2022) define patología constructiva como los problemas constructivos que aparecen en el edificio después de su ejecución ya sea por un agente directo o indirecto.

Reforzamiento estructural. Se trata del procedimiento de potenciar la capacidad de una estructura, ya sea mediante la incorporación de componentes adicionales o la introducción de nuevos elementos. En el proceso de reforzamiento de una estructura, ya sea que presente daños o no, se realizan mejoras en sus propiedades estructurales con respecto a las originales. Este consiste en cualquier actividad que busque elevar el rendimiento estructural del elemento por encima de su nivel original. (Soto, E., 2008 pág. 1).

LVDT: Según San Bartolomeo (2018) estos instrumentos se utilizan para medir electrónicamente el desplazamiento relativo entre dos puntos del espécimen.

CFRP: Material compuesto que consta de una matriz polimérica reforzada con tela, malla o hebras de fibra de carbono. (American Concrete Institute,2017, pág. 9).

D.3. Restauración

D.3.1. Lineamientos de la restauración

Son los que guían sobre qué se debe conservar, cómo se a actuar, cómo se va a diseñar la propuesta de intervención, cómo y con qué materiales se va a restaurar, entre otros (Bringas, 2015, pág 7)

- ✓ **Respeto al original.** Significa cuidar no solo la parte física de una obra, sino también su historia, su uso y los significados que fue adquiriendo con el tiempo. Por eso, conservar una obra no es solo mantener su forma, sino también su esencia y lo que representa. (Bringas, 2015, pág. 7).

- ✓ **Mínima intervención necesaria.** El principio de la mínima intervención se basa en el análisis del deterioro y en el profundo cuestionamiento de cada uno de los procesos, de manera que sólo se deben llevar a cabo los que sean estrictamente necesarios para alcanzar un equilibrio y la estabilidad del objeto (Bringas, 2015, pág. 8).

- ✓ **Compatibilidad.** Es un criterio que está directamente ligado a la estabilidad, quiere decir que los materiales nuevos que se usan para restaurar una obra deben llevarse bien con los originales. Deben parecerse y reaccionar de forma parecida, para que no dañen la pieza ni cambien su aspecto con el paso del tiempo (Bringas, 2015, pág. 8).

- ✓ **Reversibilidad y retractabilidad.** En un principio sólo se consideraba el término reversible, el cual involucraba la posibilidad de eliminar los materiales y revertir los procesos que han sido aplicados sobre el objeto. Sin embargo, el concepto se ha reevaluado y se considera que no sólo es necesario que los materiales y procesos sean reversibles, también se requiere que en un futuro puedan facilitar y no obstaculizar los tratamientos (Bringas, 2015, pág. 8).

- ✓ **Estabilidad.** Es considerar la resistencia del material añadido con respecto a los cambios químicos y físicos, además de que puede sufrir el material original ante los cambios medio ambientales y el que pudiera ocurrir por la interacción entre todos ellos, los agregados, los originales y sus afectaciones con y hacia el ambiente (Bringas, 2015, pág. 9).

- ✓ **Denotación de la intervención.** Una de las obligaciones de los restauradores es hacer evidente cada una de las intervenciones con el fin de hacerle saber a la comunidad qué material es original (Bringas, 2015, pág. 9).

- ✓ **Documentación.** Tiene como objetivo dar a conocer a futuros restauradores, investigadores o a cualquier interesado en obtener información sobre determinada obra, la naturaleza, fecha, responsables y tipos de tratamientos utilizados en la restauración (Bringas, 2015, pág. 9).

D.3.2. Tipos de intervención

- ✓ **Rehabilitaciones Integrales:** Son aquellas actuaciones que suponen una intervención sobre todos los elementos del edificio que lo requieran, ya sean estructurales, constructivos o distributivos, produciéndose o no una alteración significativa de los espacios originales y su volumetría, mejorando sus condiciones funcionales o adaptándose a nuevos usos (Torres, 2014, pág. 32).

- ✓ **Rehabilitaciones parciales:** Son consideradas como aquellas intervenciones que no operan sobre la totalidad de los inmuebles. Es decir, obras de reparaciones, consolidaciones, reconstrucción de elementos comunes (estructura, cubierta, fachada y accesibilidad), ampliaciones, como también transformaciones espaciales que afectan un nivel o piso en particular. En general se desarrollan en edificaciones con régimen de propiedad horizontal cuando se requiere mejorar la imagen del edificio o habilitar instalaciones necesarias en espacios comunes (Torres, 2014, pág. 32).

- ✓ **Rehabilitaciones Interiores:** Son aquellas intervenciones privativas de un recinto interior que permiten asumir las condiciones de espacio habitable con redistribuciones que mejoran las

condiciones funcionales del uso actual o nuevo, normalmente incorporando nuevas redes e instalaciones sin alterar los sistemas estructurales de la obra ni sus paramentos externos (Torres, 2014, pág. 33).

D.4. Metodología para la intervención estructural en edificios históricos.

La intervención estructural en edificios históricos es un proceso que involucra diversas disciplinas, como la arqueología, arquitectura, historia, ingeniería y la restauración de arte, aunque estas disciplinas a menudo parecen estar desconectadas entre sí. Sin embargo, la falta de colaboración de estas disciplinas puede llevar a que en ocasiones el enfoque estructural del proyecto no se alinee adecuadamente con los principios fundamentales de la conservación de edificios históricos (Peña y Laurenço, 2012, pág. 51).

En base a las recomendaciones de ISCARSAH y las bases para el diseño de estructuras evaluación de estructuras existentes ISO 13822 debido a que contienen información específica para el análisis de estructuras de edificios históricos, se procede a extraerlas, organizarlas, puntualizarlas y listarlas con el propósito de visualizar, desde un panorama sintetizado, la implicación de datos y procedimientos en los que se basan. (Peña y Laurenço, 2012, pág. 52).

Tabla 1

Síntesis de fases y características de las recomendaciones ISCARSAH.

Adquisición de datos	Investigación histórica (documentos) Levantamiento estructural Pruebas de laboratorio Monitoreo
Comportamiento estructural	Modelo estructural Características de los materiales Acciones y cargas
Diagnóstico y seguridad	Análisis histórico Análisis cualitativo Análisis cuantitativo Análisis experimental
Medidas de intervención	Mampostería Madera Acero Concreto
Reportes finales	

Nota. Adaptado de la revista de Ingeniería sísmica, por F peña y P Lourenco, 2012, pág. 52.

D.4.1. Adquisición de datos

Para tener un buen entendimiento del comportamiento estructural, así como para hacer un diagnóstico adecuado, es necesario contar con toda la información disponible de la estructura (información histórica, materiales, descripción geométrica y estructural, estudios preliminares). La información histórica es de suma importancia pues ella permitirá entender el comportamiento estructural del edificio histórico a lo largo del tiempo, principalmente ante eventos extraordinarios como son: sismos, hundimientos diferenciales, huracanes, etc. En general la geometría estructural de las construcciones históricas es bastante compleja, por lo que muchas veces se confunden los elementos arquitectónicos con los estructurales. Debido a esto es importante contar con una buena descripción geométrica y estructural. Cuando sea posible es recomendado la realización de estudios preliminares, fundamentalmente pruebas no destructivas o semi-destructivas realizadas in-situ, que ayuden a la caracterización de los materiales y detección de daño (Peña y Laurenço, 2012, pág. 53).

D.4.2. Comportamiento estructural

Los modelos numéricos permiten conocer el comportamiento estructural de los edificios históricos. Sin embargo, debido a las características particulares de estos edificios y de los materiales que los conforman, la modelación de estas estructuras no es una tarea fácil. Así mismo, se hace necesario el uso de análisis inelásticos, especialmente en el estudio del comportamiento sísmico. El Método de los Elementos Finitos ha mostrado ser una poderosa herramienta de análisis (Peña y Laurenço, 2012, pág. 53).

D.4.3. Diagnóstico y seguridad

El diagnóstico y evaluación de la seguridad deben estar sustentados en la información histórica, así como en procedimientos cualitativos y cuantitativos. Los procedimientos cualitativos se basan en la observación directa del daño estructural y de la degradación de los materiales, así como de una investigación histórica (Peña y Laurenço, 2012, pág. 54).

Los procedimientos cuantitativos se basan principalmente en pruebas realizadas a los materiales y a la estructura en general, monitoreo y análisis estructural (ICOMOS, 2003a). Por lo que la evaluación de la seguridad estructural de un edificio histórico no debe estar basada únicamente en cálculos numéricos sino también en las evidencias sobre el comportamiento del edificio ante eventos pasados (Peña y Laurenço, 2012, pág. 54).

D.4.4. Medidas de intervención

Las medidas de intervención deben centrarse en las causas del problema y resolverlo desde su origen y no solo remediar los síntomas. Cada intervención debe estar en proporción a los criterios de seguridad, manteniendo la intervención al mínimo posible para garantizar la seguridad y durabilidad de la estructura con el mínimo daño posible a los valores intrínsecos. (Peña y Laurenço, 2012, pág. 55).

Los modelos numéricos realizados para el estudio del comportamiento estructural, al estar ya calibrados y validados, se pueden utilizar para verificar la eficacia de las técnicas de refuerzo propuestas. Así mismo, en caso de estructuras de alta importancia y valor se pueden realizar pruebas de laboratorio en modelos a escala para verificar la viabilidad de las técnicas propuestas. (Peña y Laurenço, 2012, pág. 55).

Es crucial analizar detenidamente los materiales utilizados en la restauración, especialmente los materiales modernos, para asegurarse de que sean completamente compatibles con los materiales originales de la construcción histórica, considerando sus efectos a largo plazo. (Peña y Laurenço, 2012, pág. 55).

D.5. Estudios para la determinación de propiedades mecánicas de los materiales

D.5.1. Estudio de mecánica de suelos (E.050)

Son exploraciones del suelo en donde se toma muestras in-situ, para luego llevarlas al laboratorio para realizar ensayos que permitan describir las propiedades mecánicas del suelo y sus respuestas ante aplicación de cargas (Norma E.050, 2020).

Los ensayos que describen las propiedades son:

Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Es la relación entre el peso de agua contenida en el suelo y el peso de su fase sólida, suele expresarse como un porcentaje varia teóricamente entre limites muy amplios de “0” a “∞”. (Juárez y Rico, 2005).

Este ensayo se lleva a cabo para determinar el contenido de humedad del material granular, este ensayo permitirá conocer el porcentaje de agua presente en el material, lo cual es esencial para evaluar su compactación y comportamiento. (NTP 339.127, 2014).

Equipos*:* Balanza electrónica, horno de secado y Recipientes.

Figura 4

Procedimiento del ensayo de contenido de humedad

Nota. El ensayo se realizó para cada estrato de las 03 calicatas. Fuente: Elaboración propia

Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado

Este ensayo determinara la distribución de tamaños de partículas presentes en el material granular y se representara mediante un gráfico de curva granulométrica (NTP 339.128, 2019).

Equipos*:* Tamices, Balanza electrónica, comba de goma, Brocha y Recipientes.

Para el ensayo de analisis granulometrico se utilizaron los siguientes tamices: 4" (100 mm), 3" (75 mm), 2" (50 mm), 1½" (37.5 mm), 1" (25 mm), 3/4" (19 mm), 3/8" (9.5 mm), Nº4 (4.75 mm), Nº10 (2 mm), Nº20 (0.850 mm), Nº40 (0.425 mm), Nº60 (0.250 mm), Nº140 (0.106 mm) y Nº200 (0.075 mm), (NTP 339.128, INACAL, 2019).

Para el tamizado un día antes se procede a lavar las muestras con la finalidad de separar las partículas finas.

Figura 5

Procedimiento del ensayo de análisis granulométrico por tamizado

Nota. El ensayo se realizó para cada estrato de las 03 calicatas. Fuente: Elaboración propia

Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

Estos límites determinan los estados de consistencia del suelo, en ingeniería se usan generalmente el límite líquido, limite plástico y en algunos casos el límite de contracción (NTP 339.129, 2019).

Equipos: Máquina de Casagrande, balanza electrónica, capsulas y horno.

Límite Liquido

Es el contenido de humedad (%) donde el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Este es el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. (NTP 339.129,2019).

En esta investigación las muestras extraídas contenían material retenido en el tamiz N°40 para lo cual la cantidad que se utilizó para este ensayo fue de 150 a 200 g que pase el tamiz N°40.

Figura 6

Procedimiento del ensayo limite liquido

Nota. Terminado el procedimiento regresar el suelo al mortero, mezclar añadiendo agua para aumentar el contenido de humedad y disminuir el número de golpes, repetir la prueba. Fuente: Elaboración propia.

Límite Plástico

Es el contenido de humedad en porcentaje donde el suelo se encuentra en el límite entre los estados plástico y semisólido. Se define como el contenido de humedad más bajo al cual el suelo puede moldearse en cilindros de unos 3.2 mm de diámetro (NTP 339.129, 2019).

Colocar una porción de masa para formar hilos de diámetro uniforme en toda su longitud, esta se forma entre los dedos y el vidrio esmerilado (NTP 339.129, 2019).

Figura 7

Procedimiento para hallar el límite plástico

Nota. En la imagen (1) se muestra la preparación y en (2) el moldeo de la muestra para el ensayo de limite plástico. Fuente: Elaboración propia

Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

Este método permite clasificar los suelos en función de los resultados obtenidos en los ensayos de Límites de Atterberg y Granulometría. (NTP 339.134, 2019).

Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena

Este ensayo es un método que nos permite determinar la densidad del suelo en su estado natural, el equipo a utilizar es el cono de arena. La arena por utilizar en este ensayo debe ser limpia, seca, uniforme en densidad y gradación (NTP 339.143, 2014).

Equipos: Cono de arena, balanza, arena graduada y recipientes herméticos.

Figura 8

Procedimiento del ensayo de cono de arena

Nota. El ensayo se realizó para los estratos de las 03 calicatas. Fuente: Elaboración propia

Densidad relativa

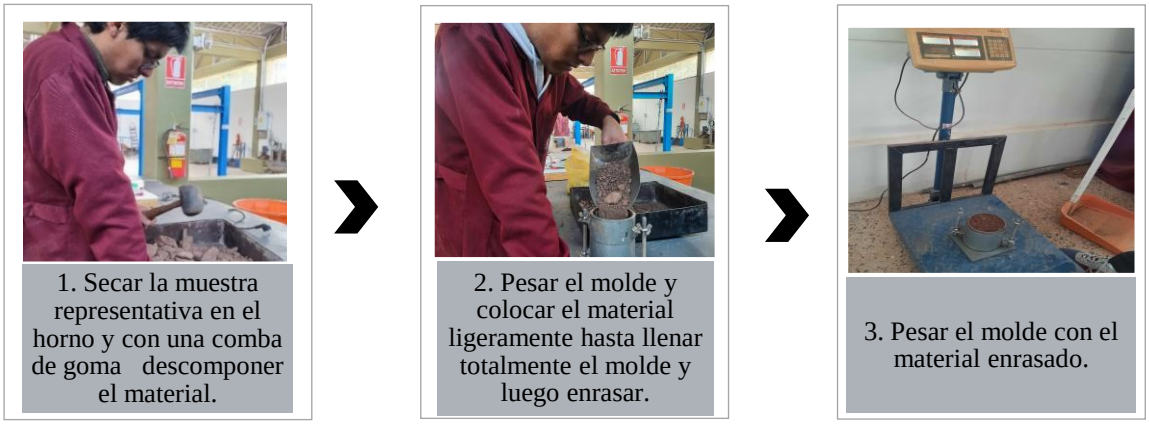
Este ensayo permite establecer una relación entre el peso unitario en campo y compararlo con el máximo y mínimo peso unitario, del suelo. (NTP 339.138, 2014).

Equipos: Pison, pesas y moldes de Proctor estándar, enrasador y comba.

Para Joseph Bowles (1981) este ensayo determina la densidad relativa en base a sus densidades mínima y máxima. Este ensayo incluye a los suelos no cohesivos. Para ellos se debe realizar los ensayos para calcular tanto la densidad mínima y máxima.

Figura 9

Procedimiento del ensayo de densidad mínima.



Nota. El ensayo se realizó para los estratos de las 03 calicatas. Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Procedimiento del ensayo de densidad máxima.

Nota. El ensayo se realizó para los estratos de las 03 calicatas. Fuente: Elaboración propia

D.5.2. Determinación de propiedades del adobe

Para la determinación de las propiedades mecánicas del adobe y el mortero de los muros de la se realizan los ensayos descritos en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.080.

Los ensayos que describen las propiedades del adobe son:

Ensayo para determinar la resistencia a la compresión del material.

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos). Se realiza mediante la compresión del material en cubos de 0.1 m de arista. (Norma E.080, 2017)

Ensayo para determinar la resistencia a la tracción del material.

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la tracción. La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6” x 12” o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo. (Norma E.080, 2017)

Ensayo para determinar la resistencia del mortero a la tracción.

La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño. (Norma E.080, 2017)

Ensayo para determinar el módulo de Poisson.

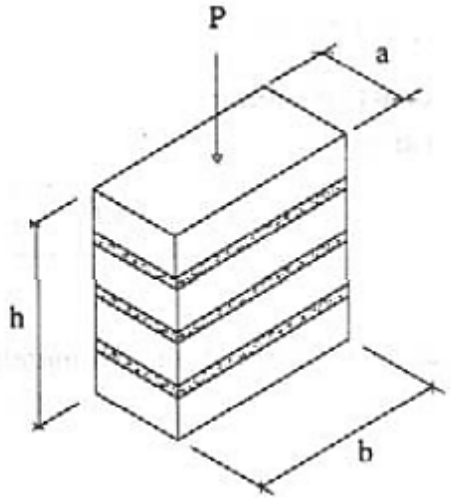
Las probetas cilindras de adobe se someten a una carga axial y esto produce deformaciones tanto lateral y axial, dichas deformaciones se utilizan para determinar el módulo de Poisson (ASTM C469, 2022).

Ensayo para determinar la resistencia del murete a compresión.

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión (Norma E.080, 2017).

Figura 11

Ensayo de compresión de muretes de adobe



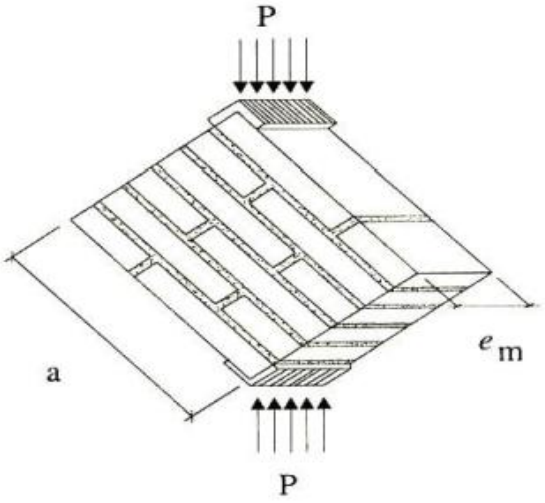
Nota. Ensayo realizado en pilas de adobe. Ensayo realizado en muretes de adobe. Tomada de la Norma E.080, (p. 21), 2017. Por ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

Ensayo para determinar la resistencia del murete a la tracción indirecta.

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta. (Norma E.080, 2017)

Figura 12

Ensayo de diagonal de compresión diagonal de muretes



Nota. Ensayo realizado en muretes de adobe. Tomada de la Norma E.080, (p. 22), 2017. Por ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

D.5.3. Determinación de las propiedades del concreto

Densidad del concreto

La densidad del concreto es la masa por unidad de volumen del concreto en estado fresco o endurecido (ASTM-C188-17-2023).

Equipos: Probeta, balde graduado y balanza.

Para calcular el volumen del concreto se utilizó el principio de Arquímedes el cual indica el volumen del cuerpo es igual al volumen de líquido desalojado. Se realizó con el siguiente procedimiento:

Figura 13

Procedimiento del ensayo para determinar la densidad del concreto

1. Se procedio a graduar el recipiente que se utilizara para determinar el volumen del concreto.

2. Llenar de agua el recipiente y medir el volumen inicial.

3. Pesar la muestra de concreto en la balanza.

4. Sumergir la muestra de concreto en el recipiente graduado

5. Una vez saturada la muestra, medir el volumen final.

Nota. La muestra fue obtenida de la estructura existente, para este ensayo se utilizó un balde graduado en laboratorio.

Prueba de esclerometría

Es una prueba de campo al concreto, no destructiva, en donde por medio de la lectura del número de rebote registrado en un equipo permite obtener la resistencia aproximada del concreto endurecido. (NTP. 339.181.2018)

El uso de este método de ensayo para estimar la resistencia del concreto requiere del establecimiento de una correlación entre el esfuerzo y el número de rebote, que es proporcionada por los fabricantes de los instrumentos. El método sólo proporciona indicaciones de la resistencia del concreto en relación a diferentes lugares en una estructura. Para utilizar este método de ensayo para estimar la resistencia, es necesario establecer una relación entre la fuerza y el número de rebote para una mezcla de concreto y un aparato dado (NTP. 339.181.2018)

Figura 14

Equipo esclerómetro para prueba

Nota. Equipo utilizado para la determinación de la resistencia in situ del concreto. Fuente: Elaboración propia

Escáner de acero en concreto

Un escáner de acero en concreto utiliza tecnología de detección, como la detección electromagnética o la detección por radar, para analizar la composición interna de una estructura de concreto sin dañarla. Estos dispositivos emiten señales que interactúan con el acero y otros materiales metálicos dentro del concreto, lo que permite al usuario visualizar la ubicación y la distribución de los refuerzos de acero en tiempo real. Estos refuerzos de acero son fundamentales para proporcionar resistencia y estabilidad a las estructuras de concreto. (Mayra Estrada y Jorvi Yoplac, 2019, pag 51)

Figura 15

Escáner de acero

Nota. Escáner de acero. Fuente: Elaboración propia.

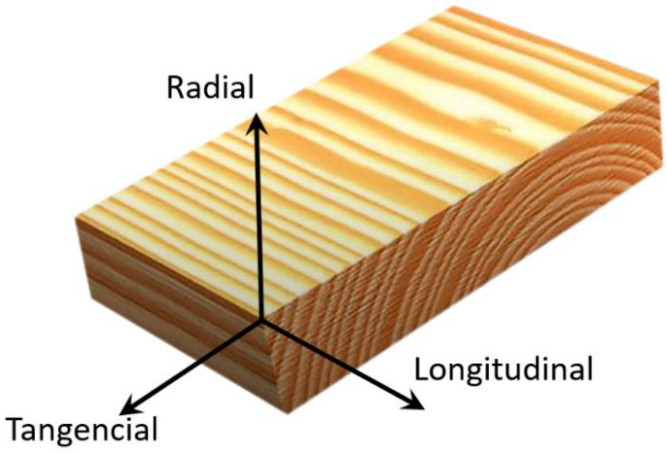
D.5.4. Determinación de las propiedades de la madera

Direcciones ortogonales de la madera

En la figura 16 se representa de manera gráfica la distribución de las fibras en la madera. El sentido en que es aplicada las fuerzas en la madera influye en la resistencia de los elementos de madera.

Figura 16

Direcciones ortogonales de la madera



Nota. Tomada de *Estructuras en Madera Nociones Básicas (*pág. 63), por García John, 2021.

Esfuerzo base

Es el esfuerzo mínimo obtenido del ensayo de propiedades mecánicas que sirve de base para la determinación del esfuerzo admisible. Este mínimo corresponde a un límite de exclusión del 5% (E.010 Madera,2014).

Contenido de humedad de la madera para restauración

Se define al contenido de humedad de madera como el promedio de varios contenidos de humedad siendo este el porcentaje en peso que tiene el agua con respecto al peso seco de la madera (NTP 251.010, pág 3, 2020).

Figura 17

Procedimiento del contenido de humedad de la madera

1. Determinar el peso inicial de la muestra de madera.

2. Secar las muestras en el hormo.

3. Retirar del horno las muestras y determinar el peso final.

Nota. Se realizaron 12 muestras para la determinación del contenido de humedad de la madera.

Densidad básica de la madera existente y para restauración

Se define a la densidad básica de madera como la relación del peso seco de la muestra y el volumen en estado saturado, las muestras de madera deberán tener un volumen mínimo de 33 cm^3. (NTP 251.011, pág 2, 2019).

Para determinar la densidad básica de la madera existente el volumen se determinó de la forma directa que es medir los lados de la muestra.

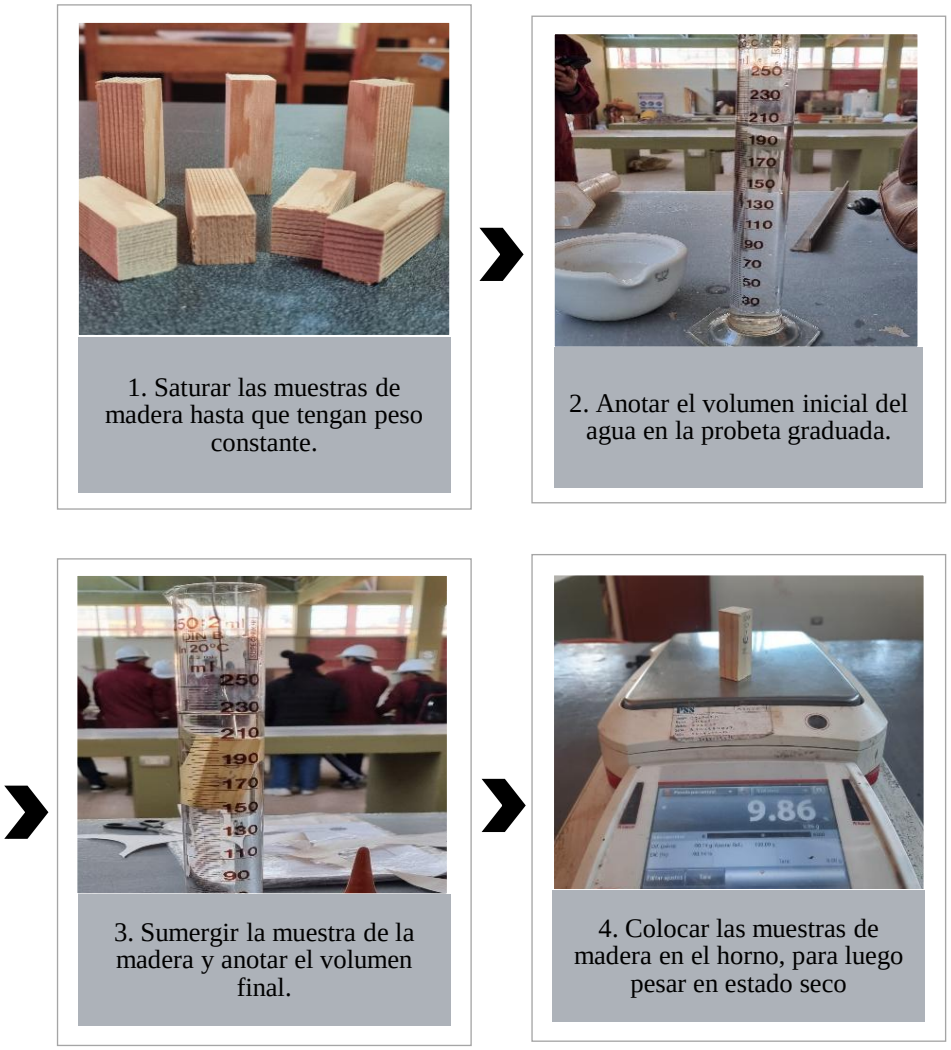
Equipos: Vernier.

Para determinar el volumen de la madera para restauración se utilizó la forma indirecta que es determinar el volumen por el desplazamiento del líquido en una probeta graduada. (NTP 251.011, pág 2, 2019)

Equipos: Probeta graduada, mortero, gotero y balanza.

Figura 18

Procedimiento de ensayo para determinar la densidad básica de la madera



Nota. Se realizaron 12 muestras para la determinación de la densidad básica de la madera. Fuente: Elaboración propia

Compresión paralela al grano

Se somete a una muestra de madera a compresión, orientada de manera que la carga sea paralela a la dirección de las fibras del elemento. De este ensayo se busca obtener el valor de resistencia a la compresión de la madera. (COPANT 464, 1975)

Tracción paralela a las fibras

Se somete a una muestra de madera a tracción, orientada de manera que la carga sea aplicada de manera paralela a la dirección de las fibras del elemento. De este ensayo se pueden obtener valor de la resistencia a la tracción de la madera. (COPANT 742, 1975)

Flexión estática

Se somete a una muestra de madera a un ensayo de flexión estática, la muestra es orientada de manera que la aplicación de la carga se haga de forma perpendicular a la dirección de las fibras del elemento. Con este ensayo se logra obtener valores como el esfuerzo de la fibra al límite proporcional, y el módulo de elasticidad. (COPANT 555, 1975)

Corte paralela al grano

Se somete a una muestra de madera a un ensayo de cizallamiento, la muestra es orientada de manera que la aplicación de la carga se haga de forma paralela a la dirección de las fibras del elemento. (COPANT 463, 1975)

D.5.5. Cargas Aplicadas a Edificios Históricos

Las acciones estáticas

Estás son definidas por ICOMOS (2004) como cargas acciones directas e indirectas.

> ***Acciones directas.*** Son las cargas debido al peso propio de la estructura conocidas como carga muerta y en este grupo también se encuentran las sobrecargas debido al uso, conocidas como carga viva. (ICOMOS,2004 pág. 14)

> ***Acciones indirectas.*** Incluyen las deformaciones ocasionadas en los bordes o límites físicos de la estructura, tales como asientos del terreno, y las deformaciones producidas en el interior de los materiales, tales como movimientos térmicos, fluencia en madera, retracción del mortero, etc. Estas

> acciones, que pueden variar de manera continua o de manera cíclica, producen fuerzas sólo si las deformaciones no tienen libertad para desarrollarse. (ICOMOS,2004 pág. 14)

Las acciones dinámicas

"Son las producidas cuando se transmiten aceleraciones a una estructura, debido a terremotos, viento, huracanes, vibraciones de maquinarias, etc. La acción dinámica más significativa es normalmente la producida por los terremotos. La intensidad de las fuerzas producidas está relacionada tanto con la magnitud de la aceleración como con las frecuencias naturales de la estructura y su capacidad para disipar energía. El efecto de un terremoto está también relacionado con la historia de los terremotos previos que podrían haber debilitado la estructura progresivamente". (ICOMOS,2004 pág. 15)

D.6. Reforzamiento de Elementos Estructurales

D.6.1. Reforzamiento a nivel estructural

Implica modificaciones globales al sistema estructural, incluyen comúnmente la adición de muros estructurales. En este enfoque, se aumenta la ductilidad del sistema estructural para satisfacer estados límites. (Christian Florencio, Belizario Pacompia, 2017, pág. 12).

D.6.2. Reforzamiento a nivel elemento

Es una modificación a nivel elemento, que abarca métodos como encamisados de concreto, acero o de láminas sintéticas reforzadas con fibras (Christian Florencio, Belizario Pacompia, 2017, pág. 12).

Refuerzo de columnas y vigas mediante encamisado.

Entre las principales dificultades que presentan los encamisados se encuentran las dificultades de construcción e instalación. Se interrumpe el uso y función del edificio por la colocación de muros, encamisados y vigas, además los elementos incorporados incrementan la carga muerta. Los encamisados e incorporación de muros implican reforzamiento de cimentación (Christian Florencio, Belizario Pacompia, 2017, pág. 13).

Refuerzo de columnas mediante encamisado.

Generalmente se lleva a cabo cuando la sección no cumple con la sección suficiente para transmitir cargas, el proceso implica en vaciar una columna que se integre a la existente, el concreto nuevo generalmente es de alta resistencia por lo que la capacidad es casi siempre superior a la existente, es un

sistema resistente al fuego a las acciones medioambientales o ataques que afecten la durabilidad. (Christian Florencio, Belizario Pacompia, 2017, pág. 13)

Incorporación de muros de corte.

Se opta por esta alternativa para disminuir los desplazamientos, con la inclusión de muros se incrementa la resistencia a las fuerzas laterales. La incorporación generalmente se realiza con concreto armado, dentro de los limites enmarcados por las vigas y columnas. (Ascurra y Muriel, 2019, pág. 38).

Para construir muros de corte en edificaciones ya construidas, existe la necesidad de destruir parcial o totalmente ciertos elementos estructurales como no estructurales. Para minimizar el daño en la viga será necesario taladrar solo el diámetro necesario de la varilla longitudinal del muro de corte que pasará a través de dicha viga; en caso de que la armadura longitudinal del muro presente gran armado con relación al de la viga, se recomienda picar el concreto de la viga para que tenga continuidad la armadura longitudinal del muro (Ascurra y Muriel, 2019, pág. 39).

Refuerzo de vigas mediante encamisado.

El encamisado de concreto se utiliza para incrementar la resistencia axial, flexión y cortante de elementos existentes. El encamisado se realiza agregando refuerzo longitudinal y transversal o una malla electrosoldada alrededor de la sección original y recubrirla con concreto premezclado o lanzado. (Soto,2008, pág 51)

El encamisado se debe extender en toda la longitud de la viga, y el refuerzo longitudinal debe ser continuo. Esto se puede lograr pasando el refuerzo adicional a través de la unión viga-columna (Soto,2008, pág 90)

Reforzamiento con fibras de carbono

Este tipo de reforzamiento está compuesto por fibras de carbono que son un compuesto de minifilamenrtos de carbono con diámetros de 5 y 10 μm (Llano, 2009). El componente más importante de las fibras de carbono es el PAN (poliacrilonitrilo). Estos hilos se entrelazan dando la forma a la fibra. (Moncayo Theurer, M., Rodriguez, J., Alcívar, López, Soriano, Villacis ;2016).

Ventajas del uso de fibras de carbono en estructuras

Según Moncayo Theurer, M., Rodriguez, J., Alcívar, López, Soriano, Villacis ;2016) las ventajas del uso de fibra de carbono para el reforzamiento estructural son:

- ✓ Las fibras de carbono aportan una mayor resistencia a los impactos, mayor resistencia al fuego y mejor aislamiento térmico aportando mayor capacidad a esfuerzos de tensión y confinamiento de los elementos compuestos. (Moncayo Theurer, M., Rodriguez, J., Alcívar, López, Soriano, Villacis ;2016).

- ✓ El uso de fibra de carbono puede fortalecer vigas, restaurando su resistencia a la tensión y mejorando el confinamiento, se puede aplicar en tiras para absorber esfuerzos de tensión. (Moncayo Theurer, M., Rodriguez, J., Alcívar, López, Soriano, Villacis ;2016).

- ✓ Para el caso de las columnas se considera un encamisado con fibra de acero que recupera la capacidad de resistir esfuerzo de tensión cuando el acero ha perdido esta capacidad. (Moncayo Theurer, M., Rodriguez, J., Alcívar, López, Soriano, Villacis ;2016).

Reforzamiento planchas de acero

Esta técnica consiste en la ejecución de refuerzos mediante el uso de planchas de acero adheridas a los elementos estructurales mediante la aplicación de masillas epóxicas. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, 2018, pág. 80)

Se recomienda el uso de refuerzos mediante la técnica de planchas de acero adheridas se restrinja solo a diseños formulados por especialistas. Dada la diferencia existente en módulos de elasticidad y coeficientes de dilatación térmica de los materiales: hormigón, adhesivo y acero, esta técnica puede aplicarse con éxito solo para determinados tipos de refuerzo y siempre que se cumplan requisitos técnicos muy rigurosos. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, 2018, pág. 80).

D.7. Patologías

Procesos patológicos posibles

Podemos identificar tres procesos patológicos (mecánicos, físicos y químicos) que afectan a los elementos constructivos, una vez identificados se determina la rehabilitación, sin embargo, los mecánicos son más relevantes (Vera et al, 2022, pág. 19,20).

D.7.1. Procesos Mecánicos

Soler & Palau, (2019) indican que son generadas por sobrecarga o fuerzas externas o internas estos afectan la estructura interna del conjunto.

Deformaciones

Soler & Palau, (2019) señala que estas surgen por alguna fuerza externa estas modifican la geometría del edificio. Entre las principales causas se tiene los siguientes tipos:

- ✓ Asientos de cimentaciones (Soler & Palau, 2019).
- ✓ Desplomes de muros y pilares (Soler & Palau, 2019).
- ✓ Alabeos de muros, pilares y vigas (Soler & Palau, 2019).
- ✓ Pandeos de muros y pilares (Soler & Palau, 2019).
- ✓ Hundimientos de arcos (Soler & Palau, 2019).
- ✓ Flechas de vigas, forjados y losas (Soler & Palau, 2019).

Roturas

Soler & Palau, (2019) indican que aparecen generalmente en elementos superficiales y tiene las mismas causas mencionadas en el punto anterior (indirectas y directas) podemos distinguir dos grandes tipos:

- ✓ Grietas: Afectan a todo el espesor del elemento, según la causa se pueden dar por asientos, por empujes y por movimientos térmicos (Soler & Palau, 2019).

- ✓ Fisuras: Afectan a la parte superficial del elemento constructivo y concretamente al recubrimiento de concreto en el armado. Según la causa que las provoca puede ser por acciones mecánicas, por movimientos higrotérmicos y por corrosión de armaduras (Soler & Palau, 2019).

D.7.2. Procesos Físicos

Estas son consecuencia de la acción de los agentes meteorológicos sobre la superficie de los elementos estructurales situados al exterior (Soler & Palau, 2019).

- ✓ Humedad: Estas suelen presentarse con frecuencia y considera la más importante ya que afecta los niveles de salubridad, estas aparecen a causa de filtraciones, capilaridad y por fugas (Soler & Palau, 2019).

- ✓ Erosión: Producto por los agentes atmosféricos externos, esto ocurre por los cambios de temperatura produciendo fracturas en el material (Soler & Palau, 2019).

D.7.3. Procesos Químicos

Suelen ser consecuencia de reacciones químicos en los elementos de los materiales de los elementos constructivos. Cabe considerar, también, la acción de los diversos organismos xilófagos que atacan las estructuras de madera (Soler & Palau, 2019).

Corrosión

Aparece naturalmente en estructuras metálicas la causa principal es el contacto con la humedad y en la armadura de concreto la causa es la posible filtración de agua desde el exterior a través de fisuras por otro lado es la posible acción química de cloruros u otros agentes del concreto (Soler & Palau, 2019).

Eflorescencia

Producida por la acción de contaminantes en la atmósfera combinados con los fenómenos meteorológicos. Ocurre cuando se cristalizan las sales solubles en alguno de los elementos constructivos por donde circula el agua. (Soler & Palau, 2019).

Erosión biológica

Aparece en los elementos estructurales de madera como consecuencia de la acción de insectos xilófagos y de hongos que la pudren, provocando en conjunto una pérdida de material, así como debilitación de sus fibras resistentes que puede llevar al colapso (Soler & Palau, 2019).

E. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

E.1. Hipótesis General

HG: El planteamiento de un sistema de reforzamiento estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay permitirá integrar la construcción de adobe y concreto de manera simultánea para soportar la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo de la edificación actual destinada a uso educativo.

E.2. Hipótesis Específicas

HE1: La obtención de las propiedades mecánicas de los materiales permite realizar un modelo matemático que representa las características reales de la infraestructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.

HE2: La integración del reforzamiento estructural de manera simultánea en las estructuras de concreto y adobe permitirá soportar las cargas de uso y de sismo en la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.

F. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

F.1. Variables

Variable Independiente (X)

- ✓ Sistema estructural compuesto de concreto, adobe y madera.

Variable Dependiente (Y)

- ✓ Propiedades Mecánicas del concreto, adobe y madera.
- ✓ Sistema de reforzamiento de estructural de integración concreto y adobe.
- ✓ Adecuado desempeño ante cargas uso y de sismo del sistema de reforzamiento.

F.2. Operacionalización De Variables

Tabla 2

Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Variables	Factores	Indicadores	Unidades de medida
Independiente (X)	Sistema estructural compuesto de concreto armado y adobe.	Levantamiento geométrico del sistema estructural	Medidas de largo, ancho, altura de los elementos estructurales.	cm
		Distribución de acero	Cuantía de acero.	%
		Patologías del sistema estructural.	Inspección visual.	m²
Dependiente (Y)	Propiedades Mecánicas del concreto y adobe, madera.	Concreto	Resistencia a la compresión del concreto In-situ.	Kgf/cm²
		Adobe	Resistencia a la compresión axial en pilas.	Kgf/cm²
			Resistencia a la compresión diagonal en muretes.	Kgf/cm²
			Resistencia a la adherencia del mortero	Kgf/cm²
		Madera	Módulo de elasticidad	Kgf/cm²

Nota: Se muestran las variables dependientes e independientes, factores e indicadores.

Tabla 3

Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Variables	Factores	Indicadores	Unidades de medida
Dependiente (Y)	Sistema de reforzamiento de estructural de integración concreto y adobe	Estabilidad estructural del reforzamiento en concreto y adobe.	Tipo de reforzamiento estructural integrando concreto y adobe	
	Adecuado desempeño ante cargas uso y de sismo del sistema de reforzamiento.	Cargas de Uso.	Normativa de cargas	Kgf
		Cargas de Sismo.	Normativa de cargas de sismo	Kgf

Nota: Continuación de la tabla 2 donde se muestran las variables dependientes e independientes, factores e indicadores.

F.3. Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativa para Hernández Sampieri, Fernández collado y Baptista Lucio (2014), debido a que las variables que intervienen serán sometidas a un proceso de experimentación (recolección, medición y análisis de datos), con el fin de determinar las condiciones actuales de la estructura, materiales y el proceso de reforzamiento de la Granja Escuela de Yucay.

F.4. Tipo de la Investigación

Para Arias Gonzáles, Holgado Tisoc, Tafur Pittman y Vasquez Pauca (2022), la investigación corresponde al tipo aplicada, puesto que se pretende resolver problemas existentes con la intención de generar cambios y asimismo será un medio para la toma de decisiones a futuro en la restauración de la Granja Escuela de Yucay.

F.5. Diseño de la Investigación

Para Arias Gonzáles, Holgado Tisoc, Tafur Pittman y Vásquez Pauca (2022), la investigación es de diseño “Experimental”, puesto que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes).

F.6. Población y Muestra

F.6.1. Población

La población considerada en la investigación es el distrito de Yucay.

F.6.2. Muestras

La muestra es el antiguo pabellón de la Granja Escuela de Yucay.

F.7. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.

F.7.1. Técnicas

Mediante la técnica de la observación se realizó un registro haciendo uso de distintas fichas de observación, las cuales se encuentras en los anexos. Tanto para el caso del suelo y las muestras de los materiales (concreto, adobe, madera y acero) se hicieron a través de ensayos normalizados que se encuentran estipulados en las distintas normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones, normas técnicas y otros documentos oficiales.

F.7.2. Instrumentos

Se presentan la descripción de cada ficha de observación realizada para la recolección de datos, en el cual se utilizó la estructura de FO01 en donde FO es la abreviatura de ficha de observación, seguida por el numero correspondiente. Cada ficha de observación se ubica en los anexos

- ✓ FO01: **Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP.339.127.
  Equipos: Balanza electrónica, Horno, Cápsulas.

- ✓ FO02: **Método de ensayo para el análisis granulométrico**. Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP.339.128.

  Equipos: Tamices, balanza electrónica, comba de goma, brocha y recipiente

- ✓ FO03: **Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico e índice de plasticidad de suelos.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP.339.129.
  Equipos: Máquina de Casagrande, acanalador, balanza electrónica, capsulas y horno.

- ✓ FO04: **Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP.339.134.

Equipos: Tamices, balanza electrónica, comba de goma, brocha y recipiente

- ✓ FO05: **Determinación de la densidad relativa.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la normativa ASTM D2049.

Equipos: Pison, pesas y moldes de Proctor estándar, enrasador y comba.

- ✓ FO06: **Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP 339.143.

Equipos: Aparato de cono de arena y arena calibrada

- ✓ FO07: **Número de rebote del conceto endurecido.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP 339.181.

Equipos: Esclerómetro

- ✓ FO08: **Resistencia del material tierra a compresión.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E.080.

Equipos: Máquina Universal

- ✓ FO09: **Resistencia de material tierra a tracción.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E.080.

Equipos: Máquina Universal

- ✓ FO10: **Resistencia del mortero a la tracción**. Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E.080.

Equipos: Máquina Universal

- ✓ FO11: **Resistencia a la compresión axial en pilas.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E.080.

Equipos: Equipo de compresión de cargas

- ✓ FO12: **Resistencia a la compresión diagonal en muretes.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E.080.

Equipos: Equipo de compresión diagonal

- ✓ FO13: **Contenido de humedad de la madera.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP 251.010.

Equipos: Horno y recipientes

- ✓ FO14: **Densidad básica de la madera.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la NTP 251.011.

Equipos: Horno, probetas y gotero

- ✓ FO15: **Compresión Axial Paralela al Grano.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma COPANT 464.

Equipos: Máquina universal

- ✓ FO16: **Flexión estática.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma COPANT 555.

Equipos: Máquina universal

- ✓ FO17: **Tracción paralela al grano.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma COPANT 742.

Equipos: Máquina universal

- ✓ FO18: **Corte paralelo a las fibras.** Realizado en base a las indicaciones dadas en la norma COPANT 463.

Equipos: Máquina universal

F.8. Metodología para el desarrollo del sistema de reforzamiento

La metodología para el desarrollo de un sistema de reforzamiento estructural de integración adobe y concreto para restauración y puesta en valor del antiguo pabellón educativo de la Granja escuela de Yucay, busca proponer una serie de procesos que permita conocer el sistema de reforzamiento estructural que integre de manera simultáneamente el adobe y el concreto del antiguo pabellón educativo de la Granja escuela ante la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo que requiere soportar una edificación actual destinada a uso educativo.

F.8.1. Metodología Propuesta

Adquisición de datos

- ✓ **La observación sistemática*:*** Recoger información para la investigación, mediante la observación de algo sin modificarlo con la intención de examinarlo, interpretarlo y obtener conclusiones sobre ello.
- ✓ **Descripción Histórica*:*** Desarrollar una panorámica de la Granja Escuela de Yucay, es decir, realizar un breve resumen de su historia.
- ✓ **Recolección de datos*:*** Al considerar el diseño de la investigación experimental y el nivel de la de naturaleza descriptiva. Tomar en cuenta el análisis documental, donde se considera diversas revisiones bibliográficas; para estructurar el marco teórico.

Adicional a ello recolectar datos existentes de estudios similares, normas y reglamentos tales como las normas técnicas E.020 (Cargas), E.030(Diseño Sismorresistente), E.050 (Suelos y Cimentaciones), E.060 (Concreto Armado), E.070 (Albañilería) Y E.080(Diseño y Construcción con Tierra Reforzada) del Reglamento Nacional de Edificaciones; asimismo la utilización de otros documentos oficiales.

- ✓ **Información Geométrica*:*** Realizar una representación paramétrica del sistema estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay, en otras palabras, desarrollar una representación geométrica de la estructura, en base a la recopilación de información de las características geométricas de los sistemas estructurales, reflejada en planos o información levantada in situ. El desarrollo de modelo sólido mediante el uso de software CAD.

Comportamiento estructural

- ✓ **Descripción del Sistema Estructural*:*** Se procederá a una presentación del sistema estructural y los materiales que la componen.
- ✓ **Identificación de Propiedades Mecánicas de los materiales** que conforman el sistema estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.
- ✓ **Modelamiento Estructural:** Se genera un modelo matemático que represente la estructura real para someterla a un análisis ante la aplicación de cargas.

Diagnóstico y seguridad

- ✓ **Patología:** Se determinará los distintos procesos patológicos de la estructura existente del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.

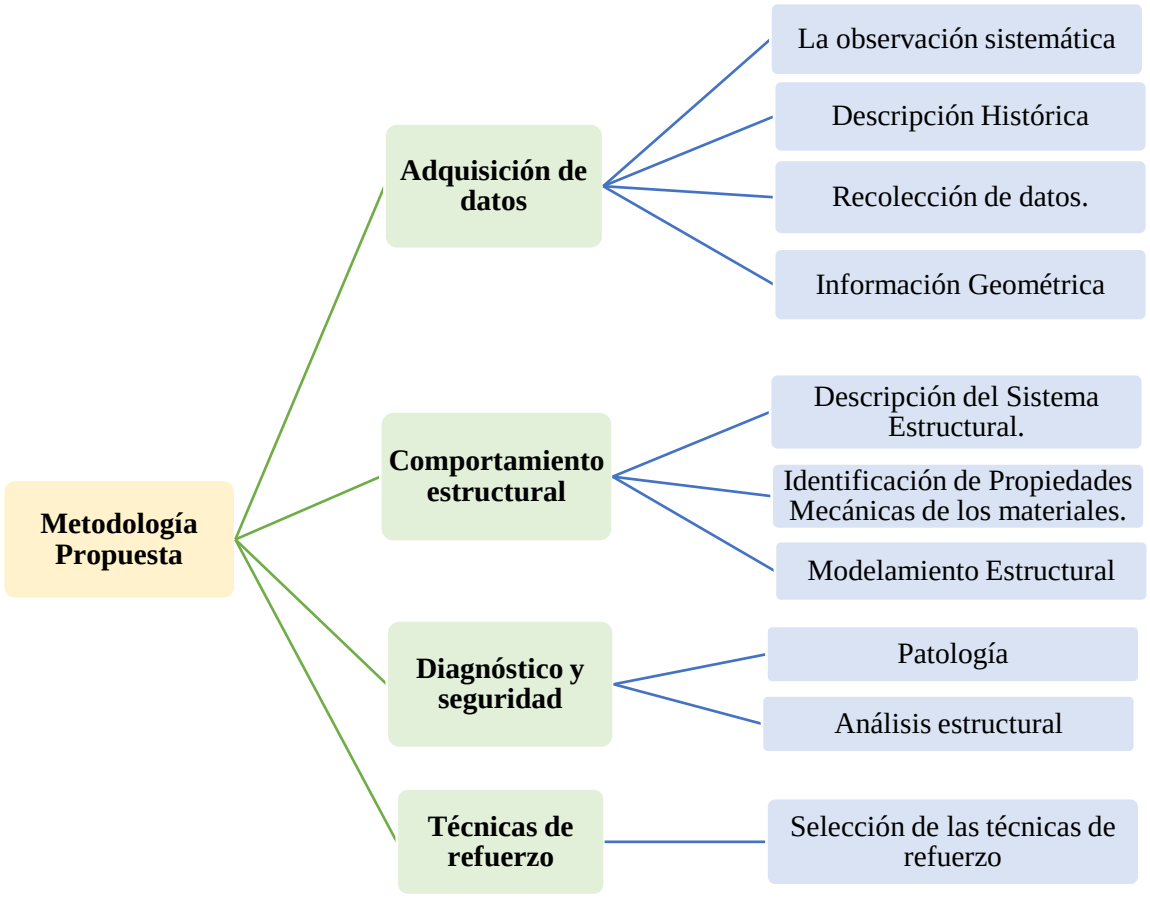
- ✓ **Análisis estructural** Se determinará la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones exteriores que puedan afectarla durante su vida útil.

Técnicas de refuerzo

- ✓ **Selección de las técnicas de refuerzo*:*** La selección de una técnica de refuerzo debe estar basada en los principios de conservación y los criterios modernos para el análisis y restauración de estructuras históricas (ICOMOS, 2003a, b).

Figura 19

Esquema de la metodología propuesta.



Nota: Resumen de la metodología propuesta desarrollada anteriormente.

G. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

G.1. Ubicación y descripción del Sitio de Investigación

La zona de estudio se encuentra ubicado dentro del territorio de la Granja Escuela de Yucay en el distrito de Yucay, provincia de Urubamba, departamento de Cusco, en la coordenada UTM 8525439 N y 816030 E, zona 18 L. El cual es administrado por el Arzobispado del Cusco. El plano de ubicación se encuentra en el plano P-01 que se encuentra en los anexos.

G.1.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones con estación total y GPS diferencial. La cual nos permitió obtener información del relieve de la superficie del terreno, información de objetos físicos y su entorno con esto fue posible conocer la zona de estudio con imágenes de alta resolución.

Equipos: Dron y GPS Diferencial

Figura 20

Levantamiento topográfico de la estructura actual de la granja escuela de Yucay.

Nota. En la imagen izquierda se observa el dron y en la derecha el GPS diferencial. Fuente: Elaboración propia

Para obtener el levantamiento topográfico se tomó en cuentas las condiciones ambientales, topografía del terreno y límites del área. Se procedió a colocar los puntos de control estos se colocaron en lugares visibles para la georreferenciación, La cual fue medida con GPS diferencial para una mayor precisión. Finalmente se realizó el vuelo para la obtención de las fotografías aéreas.

Figura 21

Levantamiento topográfico de la estructura actual de la granja escuela de Yucay

Nota. Colocación de puntos de control e inicio del vuelo fotogramétrico. Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Modelo 3D de la estructura.

Nota. Para el procesamiento de la información se utilizó el software Agisoft Metashape el cual nos dio como resultado la ortofoto y modelo 3D para tener una referencia del área a investigar.

Figura 23

Ortofoto de la zona de estudio procesado en software

Nota. Procesamiento en software del modelo 2D. Fuente: Elaboración propia

G.1.2. Levantamiento arquitectónico

Para poder representar la geometría de la estructura se aplicó está técnica en donde se utilizó herramientas como cintas métricas y distanciómetros laser. Midiendo las dimensiones y longitudes de todos los elementos estructurales y la distribución de los ambientes en toda la estructura se pudo obtener la información necesaria sobre las secciones de los elementos estructurales, longitudes, espesores de muros, abertura de vanos, distancia entre elementos, elevaciones y otras mediciones.

- ✓ Area construida es de 590.71 m2
- ✓ Perímetro de 118.80 m.

Tabla 4

Información obtenida del levantamiento arquitectónico de los muros de adobe.

Descripción	Código
Muro de adobe perimetral ubicado en el eje 2	M1
Muro de adobe perimetral ubicado en el eje 3	M2
Muro de adobe perimetral ubicado eje A	M3
Muro de adobe perimetral derrumbado ubicado en el eje N	M4
Muro de adobe interior ubicado entre los ejes B y C - solo primer nivel	M5
Muro de adobe interior ubicado entre los ejes D y E- solo primer nivel	M6

Nota. La ubicación de los ejes descritos se encuentra en las vistas en plantas en el anexo planos.

Tabla 5

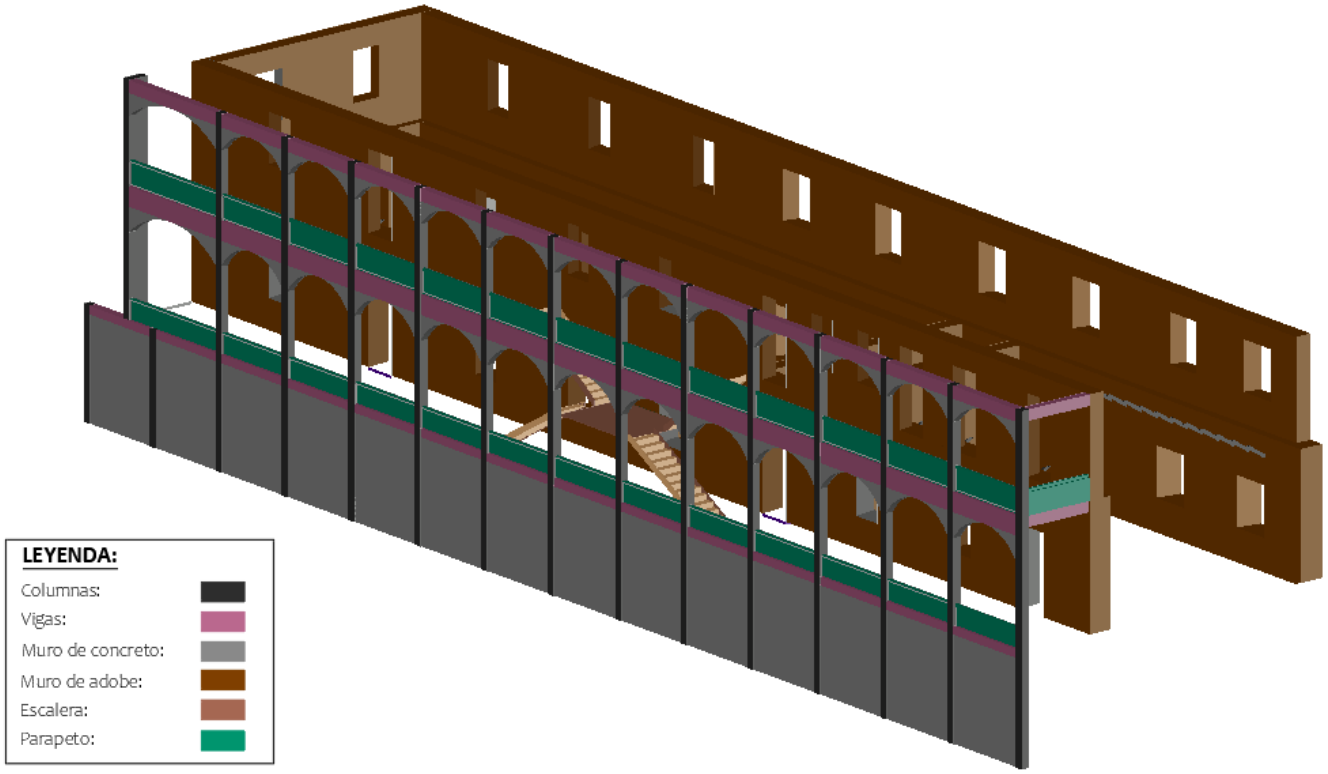
Información obtenida del levantamiento arquitectónico de los elementos de concreto

Descripción	Cantidad
Vigas de concreto de 30x 30 cm	14
Vigas de concreto de 30x 45 cm	13
Vigas de concreto de 30x 70 cm	13
Columna de concreto 30 x 30 cm	13
Columna de concreto 30 x 80 cm	1
Parapetos de concreto e= 7 cm	26
Muros de concreto e= 25 cm	14

Nota. La cantidad de vigas, columnas y parapetos se obtuvieron del levantamiento arquitectónico.

Figura 24

Modelo en base al levantamiento arquitectónico.



Nota. Procesamiento en software del modelo 3D. Fuente: Elaboración propia

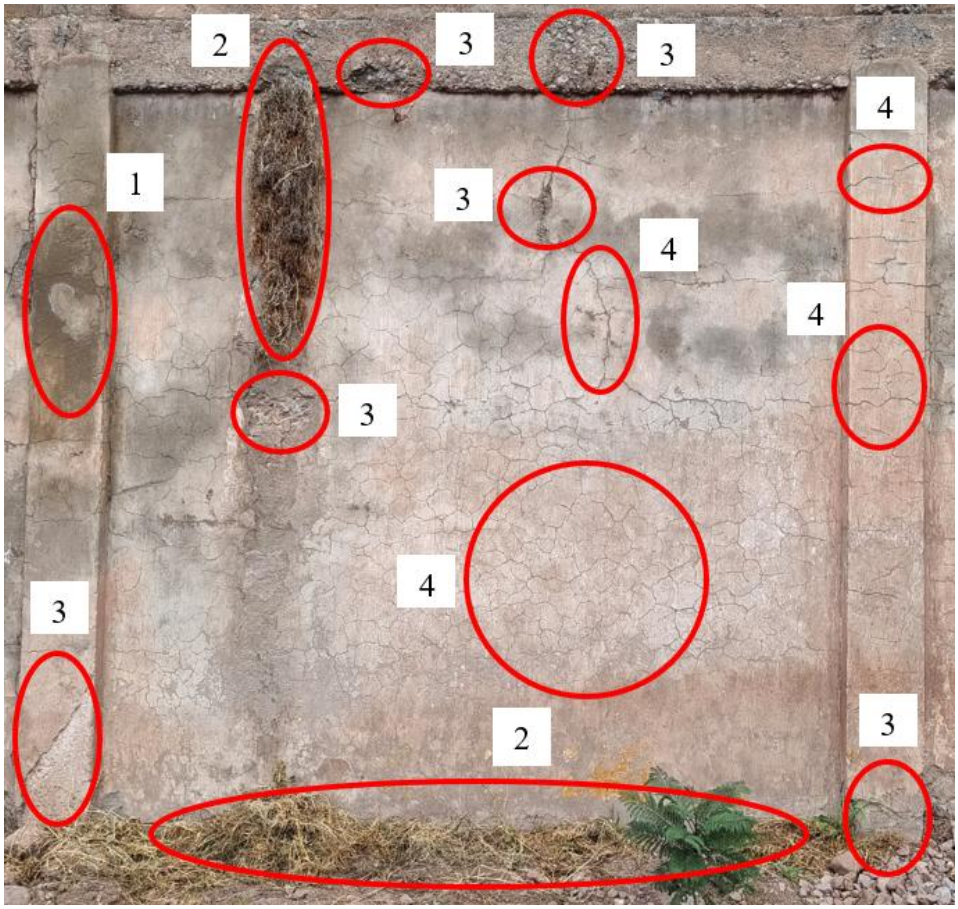
G.2. Estado Actual de la Estructura

G.2.1. Patología en elementos de concreto

Se encontraron fisuras horizontales y verticales cuyo espesor y longitud varia en la superficie de concreto tanto en muros y columnas en su mayoría no son peligrosas. Se observo la presencia de vegetación en la base del muro de concreto y en el encuentro entre muros y vigas, presencia de desmoronamiento en muros, columnas y vigas. También se observó la presencia de eflorescencia en diversas partes de las columnas, vigas y muros, posterior a la visualización se anotó su ubicación y área afectada.

Figura 25

Procesos patológicos que se encontró en el muro, viga y columnas de concreto.



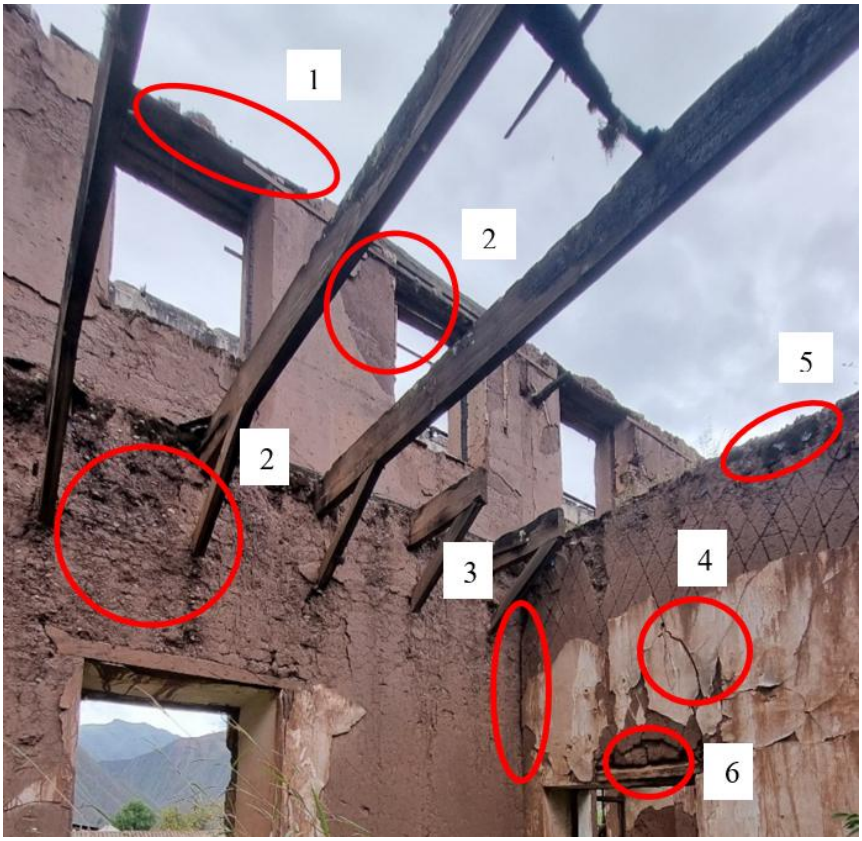
Nota. Identificación de patologías en muro de concreto. Se observan diversas patologías en la estructura del muro, columnas y vigas: **(1)** presencia de humedad y eflorescencias, **(2)** planta con raíces tanto en la parte inferior y superior de los muros, **(3)** desmoronamiento en vigas, columnas y muros, y **(4)** fisuras en forma de red en toda la superficie del muro y algunas zonas de las columnas. Fuente Elaboración propia.

G.2.2.Patología en elementos de adobe

Se encontraron fisuras horizontales y verticales cuyo espesor y longitud varia en la superficie del adobe. Se observo la presencia de grietas verticales que son consideradas peligrosas. La presencia de vegetación en la base del muro de adobe produce humedad por ascensión capilar. La presencia de derrumbamiento en muros en grandes volúmenes, también se observó la presencia de desmoronamiento en la superficie superior del muro. A causa de la circulación del agua y la humedad existe la presencia de erosión en todos los elementos de adobe, posterior a la visualización se anotó su ubicación y área afectada.

Figura 26

Procesos patológicos que se encontró en elementos de adobe.



Nota. Identificación de patologías en elementos de adobe. Se observan diversas patologías en la estructura del muro: **(1)** derrumbamiento en los muros del segundo nivel, **(2)** Perdida del material superficial en muros del primer y segundo nivel, **(3)** presencia de grietas en las conexiones de muros interiores y exteriores, **(4)** fisuras superficiales en los acabados, **(5)** Mohos en la parte superior de los muros interiores y **(6)** desmoronamiento en el vano de las puertas. Fuente Elaboración propia.

G.2.3.Patología en elementos de madera

Los elementos de madera fueron afectados totalmente por patologías del tipo químico causados por el fuego y los elementos de madera sobrante sufrieron patologías del tipo físico y químico al estar expuestos a la intemperie fueron afectadas por los cambios de humedad, los efectos de la radiación solar combinado con la lluvia.

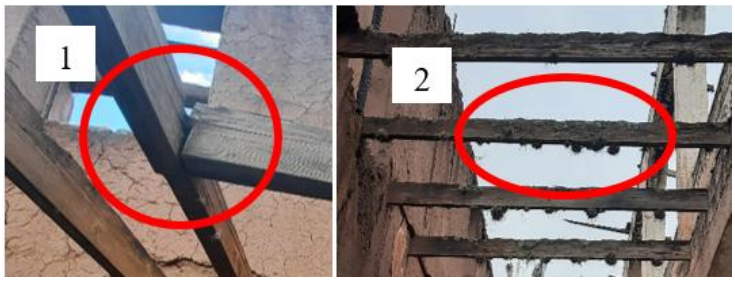
Figura 27

Procesos patológicos que se encontró en elementos de madera.

Nota. Identificación de patologías en elementos de madera. Se observan diversas patologías en la estructura de madera: **(1)** presencia de madera carbonizada en las vigas y **(2)** mohos en toda la superficie de la madera en escaleras y vigas. Fuente Elaboración propia.

Figura 28

Procesos patológicos que se encontró en elementos de madera.



Nota. **(1)** cambios volumétricos en las uniones de las vigas y **(2)** hendiduras en las vigas de madera.

G.3. Preparación de Muestras para ensayos

Para poder obtener las propiedades de los materiales que constituyen la estructura se tuvo que realizar la recolección de muestras de los distintos materiales como el suelo, el adobe, concreto y madera.

G.3.1.Suelos

Exploración de Suelos

Para poder realizar el análisis de los elementos correspondientes a la cimentación se realizó un estudio de suelos comenzando con la exploración de los suelos por medio de calicatas, en la norma E.050 Art.15 recomienda un mínimo de 3 puntos de exploración. Estos se distribuyeron dentro del área de la estructura ubicándose: 2 puntos en los ambientes interiores cercanos a los muros de adobe y un punto cercano al muro de concreto existente.

Figura 29

Extracción de muestras de suelo.

Nota. La imagen corresponde a la excavación de la calicata 2. Fuente: Elaboración propia.

A fin de caracterizar y realizar los ensayos experimentales correspondientes a los materiales que conforman la estructura se extrajo elementos de adobe, madera y concreto.

G.3.2.Adobe

Muestra de adobe de la estructura existente

Se extrajo muestras de unidades de adobe de la estructura de los muros existentes, sin alterar la composición del material esto a fin de poder comparar las propiedades de este material con el suelo destinado a la elaboración del nuevo adobe y así lograr que los nuevos adobes tengan propiedades similares al existente.

Figura 30

Muestra de ladrillo de adobe original de la estructura

Nota. La tierra de la imagen corresponde a un adobe original de la estructura. Fuente: Elaboración propia

Extracción de tierra para adobe

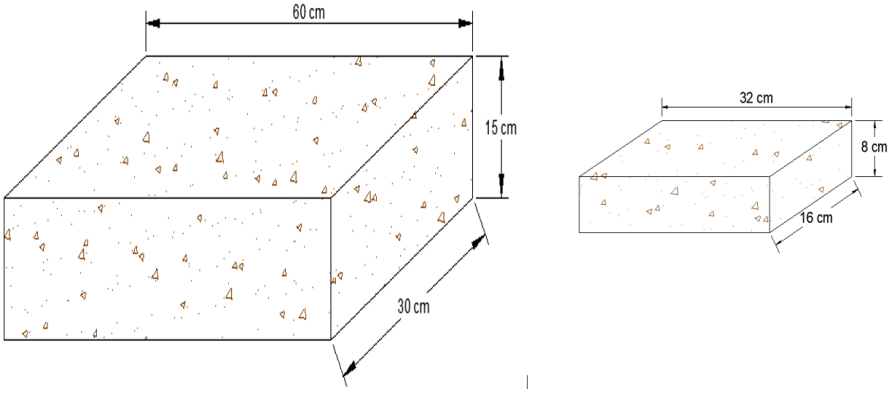
La tierra utilizada como material para los adobes se extrajo realizando una excavación ubicada dentro de la estructura existente. Separando la tierra con presencia de material orgánico, debido a la presencia de vegetación en el suelo de la estructura.

Dimensionamientos de las unidades de adobe

Con la tierra que se extrajo del lugar, se procedió a la elaboración de las unidades de adobe, dado que la distribución granulométrica y límites de consistencia de la tierra destinada para las unidades de adobe y las unidades de adobe existente resultaron similares.

Figura 31

Dimensión de unidades de adobe existente y la destinada a pruebas de laboratorio



Nota. La figura muestra las dimensiones de las unidades y la relación 4:2:1 entre sus dimensiones. En la izquierda se observa el molde del adobe real y en la derecha del molde adaptado para los ensayos de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

Para los moldes de los adobes se usó 1cm más en cada dimensión para que al momento de secar no se redujeran las dimensiones a menos de lo planificado.

Figura 32

Moldes de adobe utilizado en la elaboración del adobe

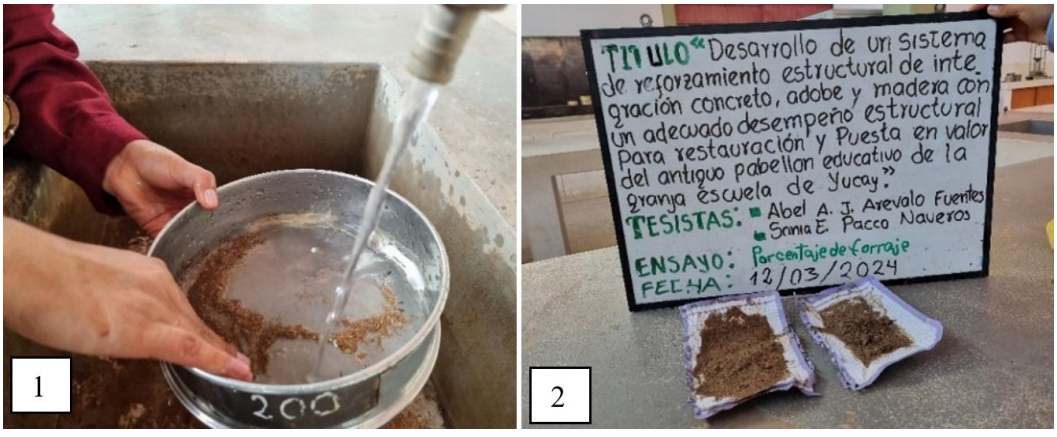
Nota. Moldes utilizados para la elaboración del adobe existente, (1) molde de la unidad de adobe completa y (2) molde de media unidad de adobe. Fuente: Elaboración propia.

La dosificación de lastrojo

La dosificación de lastrojo a usar para las unidades de adobe fue de un 0.4% en peso. Para la obtención del porcentaje se realizó mediante el procedimiento de lavado utilizado en suelos. Separando los restos de suelo y lastrojo retenidos por la malla N°200, para luego secarlo y pesarlo.

Figura 33

Determinación de la cantidad de lastrojo del adobe existente



Nota. (1) Procedimiento de la obtención y (2) secado de lastrojo. Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de agua

La cantidad de agua que la Norma E.080 indica que la cantidad de agua para la mezcla no debe supera el 20% de peso seco de la tierra. Siendo la cantidad de agua a utilizar el 20%.

Tabla 6

*Dosificación para la obtención de unidades de adobe***.**

Volumen del suelo húmedo (m3)	Densidad del suelo húmedo (kg/cm3)	Peso del suelo húmedo (kg)	Contenido de humedad (%)	Peso del suelo seco (kg)	Cantidad de agua (kg)	Cantidad de lastrojo (kg)
1.50	1.28	1,920.00	4.81	1,812.69	362.54	7.25

Nota. Cálculos para la dosificación del adobe, la densidad del suelo húmedo del adobe se halló laboratorio a partir de este obtuvo el peso húmedo del suelo. El contenido de humedad se determinó en laboratorio, con este dato se determinó el peso seco del suelo lo cual nos permitió hallar la cantidad de agua.

Preparación de barro para elaboración de adobes

La mezcla de agua y tierra es colocada sobre un plástico para evitar una pérdida de humedad. A medida que se agrega agua esta se mezcla con la tierra con la ayuda de una pala y pisándola hasta lograr que todo se combine de la manera más uniforme posible.

Después de ello se dejó reposar por 48 horas a la tierra como se recomienda en la norma E.080, con el fin de que durante este periodo se activen la mayor cantidad de partículas de arcilla.

Elaboración de muestras de adobe

Después de dejarlo reposando el barro por 48 hr se procedió a la elaboración de las unidades de adobe necesarias para realizar las pruebas exigidas en la norma E.080 agregando la proporción de lastrojo (0.40%) volviendo a pisar la mezcla hasta que el lastrojo se combine totalmente con el barro.

Figura 34

Elaboración de las unidades de adobe

Nota. (1) Elaboración de las unidades de adobe estas se realizaron sobre una superficie uniforme y (2) Elaboración de 150 adobes para los distintos ensayos a realizar. Fuente: Elaboración propia

Además de elaborar las unidades de adobe también se realizaron cubos y cilindros con el material tierra:

a) Elaboración de cubos para ensayo de resistencia a la compresión del material tierra. Para las muestras de este ensayo se realizaron 6 cubos de 10 cm de arista.

b) Elaboración de cilindros para ensayo de resistencia a la tracción del material tierra. Para las muestras de este ensayo se realizaron 6 cilindros de 15.24 cm de diámetro y 30.48 cm de alto.

Figura 35

Elaboración de cilindros de adobe

Nota. Muestras para el ensayo de resistencia a la tracción. Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de pilas y muretes de adobe

Posterior a los 28 días de secado indicado en la norma E.080 se procedió a elaborar las muestras para los ensayos de compresión, ensayo de compresión diagonal y resistencia del mortero a tracción. Se realizaron 6 muestras para cada tipo de ensayo requerido.

a) Elaboración de pilas para ensayo de compresión axial: Para elaborar las muestras de este ensayo se apilaron 5 ladrillos de adobe, esto para lograr que la relación entre la altura y el ancho de la pila sea de 3. La altura de la pila fue de 50 cm y un ancho de 16.5 cm. Obteniendo una relación de 3.03 ≅3.

Figura 36

Elaboración de pilas de adobe

Nota. Se observa la correcta nivelación en la elaboración de pilas de adobe para el ensayo de compresión axial. Fuente: Elaboración propia

b) Elaboración de muretes para ensayo de compresión diagonal: Para elaborar las muestras de este ensayo se realizaron muretes de 51 cm x 51 cm colocando en cada hilada un adobe completo y un medio adobe. Se procuró mantener igualdad entre el largo y alto del muro, esto para lograr un mejor desempeño del muro.

Figura 37

Elaboración de muretes adobe

Nota. Muestras de muretes de adobe para el ensayo de compresión diagonal. Fuente: Elaboración propia

c) Elaboración de muestras para ensayo de resistencia del motero a tracción: Se colocaron dos adobes unidos por el mortero de barro, la calidad de los adobes no influye en los resultados.

Figura 38

Elaboración de muestras para ensayo de resistencia del mortero a tracción

Nota. (1) Elaboración de unidades de dos adobes unidas por un mortero para el ensayo de adherencia y (2) Unidades listas para el ensayo de resistencia del mortero. Fuente: Elaboración propia

Colocación de capa de yeso

Para que las muestras sean sometidas a los ensayos experimentales en la máquina universal se colocó una capa de yeso sobre las caras a ensayar, a fin de que las cargar aplicadas sean distribuidas uniformemente en toda la superficie de la muestra. Esta capa se aplicó a los siguientes elementos:

- ✓ Cubos de adobe
- ✓ Cilindros de adobe
- ✓ Muestra para ensayo de adherencia
- ✓ Pilas de adobe
- ✓ Muretes de adobe

Figura 39

Colocación de capa de yeso en muestras de adobe

Nota. Nivelación de la superficie en contacto a través de un vidrio. Fuente: Elaboración propia

G.3.3.Madera Existente

Obtención de muestra de madera existente

Para poder describir las propiedades mecánicas de los elementos de madera de la estructura se extrajo muestras, con la dificultad de encontrar muestras que no hayan sido afectadas por el incendio que afectó a la estructura.

Figura 40

Obtención de muestra de madera y medición de secciones

Nota. La muestra elegida fue aquella con menor grado de deterioro. Fuente: Elaboración propia

Elaboración de Muestras a Ensayar

Se elaboraron muestras de la madera que conformaba la estructura de soporte de los pisos, compuesta por vigas de madera de sección de 7cm x20 cm, esto con el fin de obtener las propiedades mecánicas de la madera como son el módulo de elasticidad y resistencia a la compresión. Las muestras de madera fueron talladas de manera que la cara vertical de las muestras sea perpendicular a la dirección de las fibras de la madera.

Figura 41

Muestra de madera de la estructura

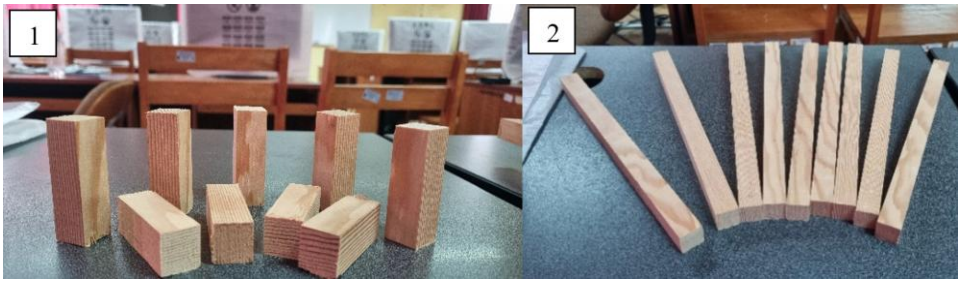
Nota. (1) En la imagen se muestra la madera existente en la estructura y (2) el proceso de marcar las secciones para lograr las orientaciones necesarias para los ensayos. Fuente: Elaboración propia

Dimensiones de las muestras para ensayos

Las secciones de la madera determinadas para el ensayo de compresión fueron de 2cm x 2cm x 6cm y para las muestras para ensayos a flexión fueron de 2cm x 2cm x 30 cm.

Figura 42

Muestra de madera de la estructura



Nota. En la imagen se presentan las muestras destinadas a los ensayos de compresión y de flexión. Fuente: Elaboración propia

G.3.4.Madera para restauración

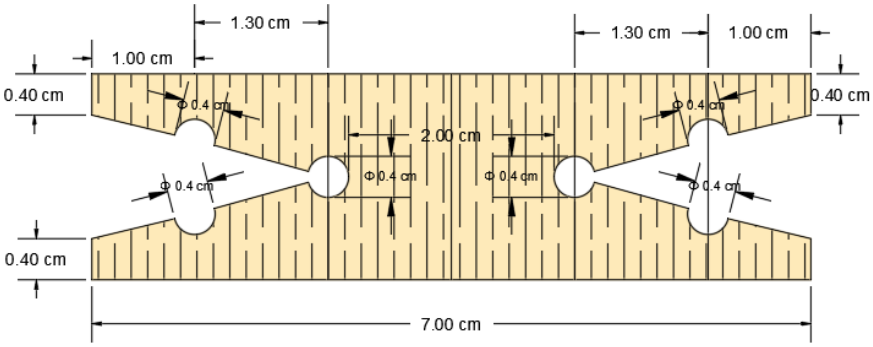
Una vez determinada el tipo de madera utilizar para la restauración, se realizó la elaboración de muestras de la madera con el fin de obtener las propiedades mecánicas de la madera para restauración.

Dimensiones de las muestras para ensayos

Las secciones de la madera determinadas para el ensayo de compresión fueron de 2cm x 2cm x 6cm y para las muestras para ensayos a flexión fueron de 2cm x 2cm x 30 cm tal como se menciona anteriormente. Las muestras para el ensayo de tracción tienen la forma de un gancho, estas se tallaron en una sección 2cm x 2cm x 7cm. Las muestras para el ensayo de corte tienen la forma de una cruceta se tallaron en una sección de 6cm x 6cm x 2cm, siendo su arista de 2 cm.

Figura 43

Muestra para el ensayo de tracción de la madera para restauración.



Nota. Imagen detallada de la muestra para el ensayo de tracción. Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Muestra para el ensayo de corte de la madera para restauración.

Nota. Imagen detallada de la muestra para el ensayo de corte. Fuente: Elaboración propia

G.3.5. Concreto Simple

Para poder obtener la densidad del concreto se recuperó una muestra de concreto que se desprendió debido a que la estructura está expuesta a los distintos agentes naturales.

Figura 45

Registro del peso de la muestra de concreto.

Nota. La muestra de concreto es un fragmento recuperado. Fuente: Elaboración propia.

G.4. Caracterización de los Materiales

G.4.1. Suelos

Una vez extraída las muestras alteradas de las 03 calicatas se procedió a realizar los ensayos de laboratorio para la obtención de las propiedades físicas y mecánicas:

Contenido de humedad

Calculos:

Para el calculo del contenido de humedad se utiliza la siguiente formula:

$$w = \frac{Wsh - Ws}{Ws} x\ 100$$

Donde:

- ✓ W: Contenido de humedad en porcentaje (%)
- ✓ Wsh: Peso de suelo húmedo (gr)
- ✓ Ws: Peso de suelo seco (gr)

Tabla 7

Resultados de los ensayos de contenidos de humedad

Nombre	Muestra	Pesos (gr)					Humedad (%)
		Peso de la cápsula	Peso de la cápsula + muestra húmeda	Peso de la cápsula + muestra seca	Peso de suelo seco	Peso del agua	
	1	55.14	160.13	155.15	100.01	4.98	4.98%
	2	57.74	167.82	163.22	105.48	4.60	4.36%
C1E1	3	51.27	160.51	155.23	103.96	5.28	5.08%
						Promedio:	**4.81%**
	1	58.10	162.86	157.05	98.95	5.81	5.87%
	2	59.01	166.90	160.42	101.41	6.48	6.39%
C2E1	3	56.01	158.24	152.56	96.55	5.68	5.88%
						Promedio:	**6.05%**
	1	57.11	180.63	172.73	115.62	7.90	6.83%
	2	56.80	198.08	190.17	133.37	7.91	5.93%
C2E2	3	54.27	197.56	189.80	135.53	7.76	5.73%
						Promedio:	**6.16%**
	1	58.10	162.86	157.05	98.95	5.81	5.87%
	2	59.01	166.90	160.42	101.41	6.48	6.39%
C3E1	3	58.91	167.34	161.52	102.61	5.82	5.67%
						Promedio:	**5.98%**
	1	60.21	172.98	166.63	106.42	6.35	5.97%
	2	54.02	170.95	164.28	110.26	6.67	6.05%
C3E2	3	59.87	169.59	163.33	103.46	6.26	6.05%
						Promedio:	**6.02%**

Nota. Se realizaron 03 muestras de contenido de humedad por cada estrato de las 03 calicatas.

Análisis granulométrico por tamizado

Cálculos:

Para hallar el peso que pasa por una malla se resta el peso total despues del lavado menos el peso retenido, en cuanto al porcentaje retenido, este se halla dividiendo el peso retenido entre el peso total despues del lavado, para el porcentaje retenido acumulado se suma el porcentaje retenido mas los porcentajes anteriores, y el porcentaje de peso que pasa es la resta del 100 por ciento menos el porcentaje acumulado respectivo.

Tabla 8

Resultados del análisis granulométrico de las 03 calicatas y sus respectivos estratos

Descripción			Porcentaje (%)			
Nombre	**Tamaño máximo (pulg)**	**Profundidad (m)**	**Grava (Retiene Tamiz Nº4)**	**Arena (Pasa Nº4 y Ret. Nº200)**	**Finos (Pasa Tamiz Nº200)**	**Grueso (Retiene Tamiz Nº200)**
C1E1	3"	1.50	64.30%	27.55%	8.15%	91.85%
C2E1	1½"	0.80	28.88%	37.31%	33.81%	66.19%
C2E2	3"	1.88	65.76%	20.69%	13.55%	86.45%
C3E1	1½"	1.10	29.87%	34.26%	35.87%	64.13%
C3E2	4"	0.40	59.60%	23.07%	17.33%	82.67%

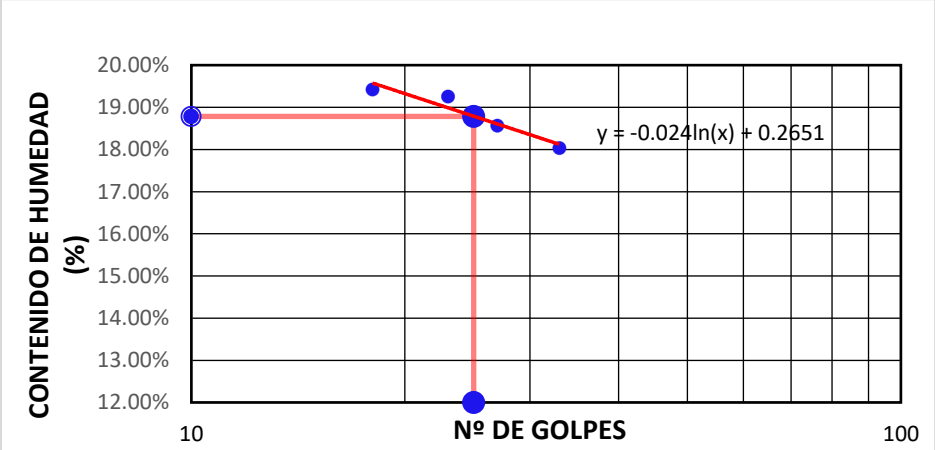
Nota. Se realizo 05 ensayos de granulometría, siendo el porcentaje mayor la fracción gruesa.

Límite Liquido

Para hallar el limite liquido primero se representa en una grafica los contenidos de humedad y sus respectivos numero de golpes, este grafico es semilogaritmico en donde en el eje "x" se ubicara el numero de golpes y en el eje "y" se ubicara los contenidos de humedad, como se muestra a continuacion.

Figura 46

Grafica para la obtención del límite líquido.



Nota. Se registró el número de golpes requeridos para cerrar la ranura en el suelo y el contenido de humedad (%). Con estos datos se realizó una interpolación para determinar el contenido de humedad cuando el número de golpes es 25. Fuente: Elaboración propia.

Cálculos:

Tabla 9

Resultados del límite líquido de las 03 calicatas y sus respectivos estratos

Descripción		N° de golpes	Contenido de humedad (%)	N° de golpes para el límite liquido	Límite Líquido (%)
C1E1	**1**	33	18.04%	25	18.78%
	2	27	18.57%		
	3	23	19.26%		
	4	18	19.43%		
C2E1	**1**	34	26.32%	25	26.41%
	2	29	26.11%		
	3	24	26.25%		
	4	18	26.77%		
C2E2	**1**	30	20.60%	25	20.89%
	2	28	20.61%		
	3	21	21.56%		
	4	15	21.86%		
C3E1	**1**	34	25.16%	25	26.04%
	2	29	26.07%		
	3	24	26.21%		
	4	18	26.82%		
C3E2	**1**	33	21.12%	25	22.01%
	2	29	21.78%		
	3	23	22.69%		
	4	19	22.83%		

Nota. En la tabla se muestra la obtención de datos para hallar el límite líquido y este resultado se muestra en la última columna de la tabla.

Límite Plástico

Cálculos:

Para hallar el limite plastico se halla el promedio de dos contenidos de humedad, el rango aceptable de dos resultados vendria a ser 2,6. El indice de plasticidad vendria a ser la diferencia entre el limite liquido y el limite plastico para lo cual se utiliza la siguiente formula:

$$IP = LL - LP$$

- ✓ IP: Índice de plasticidad (%)
- ✓ LL: Limite líquido (%)
- ✓ LP: Limite plástico (%)

Tabla 10

Resultados del límite plástico y el índice de plasticidad.

Descripción		Contenido de humedad	Limite plástico (%)	Limite liquido (%)	Índice de plasticidad (%)
C1E1	**1**	18.18%	17.01%	18.78%	1.78%
	2	15.83%			
C2E1	**1**	15.34%	15.26%	26.41%	11.16%
	2	15.18%			
C2E2	**1**	14.01%	13.76%	20.89%	7.13%
	2	13.52%			
C3E1	**1**	15.46%	15.16%	26.04%	10.89%
	2	14.85%			
C3E2	**1**	16.50%	15.88%	22.01%	6.13%
	2	15.26%			

Nota. El límite plástico se obtuvo del promedio de dos contenidos de humedad obtenidos cuando el diámetro del hilo alcanzo un diámetro de 3.2 mm sin que se agriete. para calcular el índice de plasticidad, que se obtiene restando el límite plástico al límite líquido.

Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

Se clasifico cada estrato de suelo en base a la granulometría, límites de consistencia y parámetros de la clasificación SUCS.

- ✓ Calicata 1 estrato 1 (C1E1): El suelo es clasificado como **GW-GM,** es una grava debido a que el más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en el tamiz número 4, es bien gradada debido a los valores de los coeficientes de gradación y uniformidad. Finalmente es limosa debido su índice de plasticidad.

- ✓ Calicata 2 Estrato 1 (C2E1): El suelo es clasificado como **SC**, debido a que más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla número 4. Es arcillosa porque presenta un 33.81% de finos y un índice de plasticidad de 11.16 %.

- ✓ Calicata 2 Estrato 2 (C2E2): El suelo es clasificado como **GC**, debido a que más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla número 4. Es arcillosa porque presenta un 13.55% de finos y un índice de plasticidad de 7.13 %.

- ✓ Calicata 3 estrato 1 (C3E1): El suelo es clasificado como **SC**, debido a que más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla número 4. Es arcillosa porque presenta un 35.87% de finos y un índice de plasticidad de 10.89 %.

- ✓ Calicata 2 Estrato 2 (C2E2): El suelo es clasificado como **GC**, debido a que más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla número 4. Es arcillosa porque presenta un 17.33% de finos y un índice de plasticidad de 6.13 %.

Tabla 11

Clasificación unificada de los suelos.

Descripción	Clasificación SUCS	
C1E1	GW-GM	Grava bien graduada con limo y arena
C2E1	SC	Arena arcillosa con Grava
C2E2	GC	Grava arcillosa con arena
C3E1	SC	Arena arcillosa con Grava
C3E2	GC	Grava arcillosa con arena

Nota. Como resultado podemos observar que son suelos gravosos.

Cono de arena

Cálculos:

Para el calculo del volumen del hoyo se utiliza la siguiente formula:

$$Vl_{sh} = \frac{M_1 - M_2}{\gamma_a} x\ 100$$

Donde:

- ✓ Vl_{sh}: Volumen del hoyo de prueba (cm^3)
- ✓ M_1: Masa de la arena contenida en el hoyo, plato base y embudo (gr)
- ✓ M_2: Masa de la arena contenida en el plato base y embudo (gr)
- ✓ γ_a: Densidad de la arena graduada (gr/cm^3)

Para el calculo de la densidad humedad se utiliza la siguiente formula:

$$\gamma_h = \frac{W_{Sh}}{Vl_{sh}}$$

Donde:

- ✓ γ_h: Densidad húmeda del suelo (gr/cm^3)
- ✓ W_{sh}: Peso húmedo del suelo extraído del hoyo (gr)

Para el calculo de la densidad seca se utiliza la siguiente formula:

$$\gamma_s = \frac{\gamma_h}{1 + w}$$

Donde:

- ✓ γ_s: Densidad seca del suelo (gr/cm^3)
- ✓ γ_h: Densidad húmeda del suelo (gr/cm^3)
- ✓ w: Contenido de humedad (%)

Tabla 12

Resultados de la densidad de suelos por método de cono de arena

Descripción	M1 (gr)	M2 (gr)	Volumen del suelo húmedo (cm3)	Peso del suelo húmedo (gr)	Contenido de humedad (%)	Densidad húmeda (gr/cm3)	Densidad seca (gr/cm3)
C1E1	7,413.00	3,275.00	1,584.83	3,150.00	4.96%	1.99	1.89
C2E1	3,738.00	799.91	1,125.27	1,740.00	5.90%	1.55	1.46
C2E2	7,420.00	4,686.00	1,047.11	1,980.00	6.04%	1.89	1.78
C3E1	4,325.00	799.91	1,350.09	2,053.00	5.90%	1.52	1.44
C3E2	3,583.00	799.98	1,065.88	1,987.00	6.05%	1.86	1.76

Nota. Este ensayo se realizó in-situ, para el cálculo del volumen húmedo del suelo se utilizó como la densidad de la arena graduada de 2.61 gr/cm3. M1: Masa de la arena contenida en el hoyo, plato base y embudo (gr), M2: Masa de la arena contenida en el plato base y embudo (gr).

Densidad relativa

Calculos:

Para el calculo tanto de la densidad minima se utiliza la siguiente formula:

$$\gamma_{min} = \frac{M_{ms} - M_s}{V_m}$$

Donde:

- ✓ γ_{min} : Densidad mínima (gr/cm^3).
- ✓ M_m: Masa del molde (gr).
- ✓ M_{ms}: Masa del molde + material suelto (gr).
- ✓ V_m: Volumen del molde (cm^3).

Para el calculo tanto de la densidad maxima se utiliza la siguiente formula:

$$\gamma_{max} = \frac{M_{ms} - M_s}{V_m}$$

Donde:

- ✓ γ_{max}: Densidad máxima (cm^3).
- ✓ M_{ms}: Masa del molde + material compactado (gr).

Para el calculode la densidad relativa se utiliza la siguiente formula:

$$D_r = \frac{\gamma_h - \gamma_{min}}{\gamma_{max} - \gamma_{min}} x \frac{\gamma_{max}}{\gamma_h}$$

Donde:

- ✓ D_r: Densidad relativa (%).
- ✓ γ_h: Densidad húmeda (gr/cm^3).
- ✓ γ_{min}: Densidad mínima (gr/cm^3).
- ✓ γ_{max}: Densidad máxima (gr/cm^3).

Tabla 13

Resultados de densidad relativa de suelos

Nombre	Densidad Mínima (gr/cm^3)	Densidad Máxima (gr/cm^3)	Densidad Húmeda (gr/cm^3)	Densidad Relativa (%)	Descripción
C1E1	1.72	1.89	1.86	85.68	Denso
C2E1	1.39	1.65	1.55	64.33	Medio
C2E2	1.74	1.92	1.89	87.27	Denso
C3E1	1.24	1.63	1.47	64.95	Medio
C3E2	1.72	1.89	1.86	85.68	Denso

Nota. En la tabla se observa que la densidad del suelo en los estratos superiores es menor que los estratos inferiores.

Ángulo de fricción interna del suelo

Es una propiedad de los suelos granulares que mide la resistencia al deslizamiento entre las partículas, el ángulo de fricción interna del suelo depende primordialmente de la compacidad del material, la forma de los granos, de su grosor y de la granulometría.

Para el cálculo del ángulo de fricción de las 3 calicatas, se realizó una comparación de los ángulos de fricción interna obtenidos de la ecuación de Meyerhof, la de Giuliani y la ecuación experimental que se obtuvo en una investigación donde se aplicó un análisis estadístico a través del programa Crystal Ball utilizando la técnica de Monte Carlo, para diferentes densidades relativas.

Ecuación de Meyerhof

$$\emptyset = 25 + 0.15 \text{ x } \mathrm{Dr}\%$$

Ecuación de Giuliani

$$\mathrm{Tg}(\emptyset) = 0.575 + 0.361 \text{ x } \mathrm{Dr}^{0.866}$$

Ecuación Experimental

$$\mathrm{Tg}(\emptyset) = \left(\frac{0.38\ x\ Dr\% + 62}{100}\right)$$

Donde:

- ✓ Dr: Densidad relativa. (%)
- ✓ ∅: Ángulo de fricción interna (°).

Tabla 14

Ángulos de fricción interna de los suelos

Descripción	Densidad relativa (%)	Ecuación experimental (°)	Ángulo de fricción interna Φ Meyerhof (°)	Ángulo de fricción interna Φ Giuliani-Nicoll (°)
C1E1	71.14	42	36	40
C2E1	64.33	41	35	39
C2E2	87.27	44	38	42
C3E1	64.95	41	35	40
C3E2	85.68	43	38	42

Nota. En la tabla se observa la determinación del ángulo de fricción por 03 métodos, para los posteriores cálculos se tomará los datos calculados de la ecuación de Meyerhof por ser de menor valor. La unidad (°) es de grado sexagesimal.

G.4.2.Adobe existente

Análisis granulométrico y Límites de consistencia.

Se realizó el análisis granulométrico y los límites de consistencia para obtener la clasificación del suelo del cual está hecho el adobe. Para realizar el ensayo se extrajo una porción de adobe correspondiente a la estructura. El procedimiento de los ensayos en laboratorio ya se desarrolló anteriormente.

Tabla 15

Resultados del análisis granulométrico del adobe existente

Descripción		Porcentaje (%)			
Nombre	Tamaño máximo (pulg)	Grava (Retiene Tamiz Nº4)	Arena (Pasa Nº4 y Ret. Nº200)	Finos (Pasa Tamiz Nº200)	Grueso (Retiene Tamiz Nº200)
Adobe	1½"	21.85%	36.93%	41.22%	58.78%

Nota. El tipo de suelo del adobe existente es de grano grueso.

Tabla 16

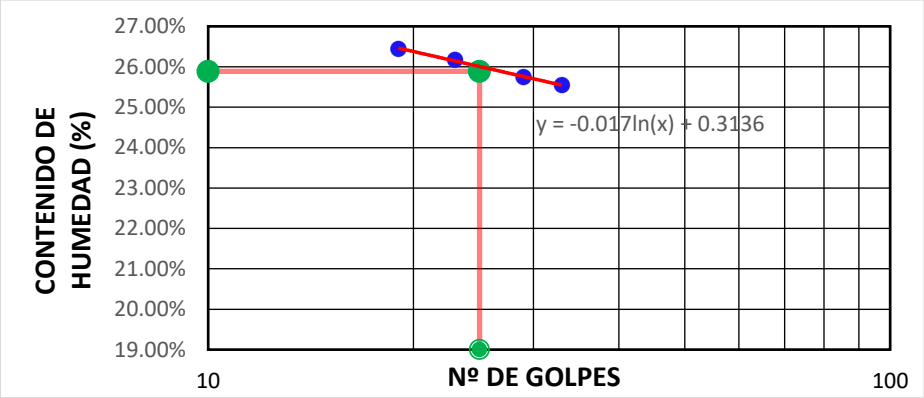
Resultado del límite liquido de la muestra de adobe.

Descripción		N° de golpes	Contenido de humedad (%)	N° de golpes para el límite liquido	Límite Líquido (%)
Muestra de adobe	1	33	25.55%	25	25.89%
	2	29	25.74%		
	3	23	26.18%		
	4	19	26.45%		

Nota. En la tabla se observa la cantidad de muestras del ensayo para el suelo del adobe existente. Con estos datos se realizó una interpolación para determinar el contenido de humedad cuando el número de golpes es 25 este dato se observa en la última columna.

Figura 47

Grafica para la obtención del límite liquido del adobe existente



Nota. Determinación de la ecuación de la recta. Para determinar el límite líquido siendo este 25.89%.

Tabla 17

Resultados del límite plástico y el índice de plasticidad de la muestra de adobe

Descripción		Contenido de humedad (%)	Limite plástico (%)	Limite liquido (%)	Índice de plasticidad (%)
Muestra de adobe	1	15.27%	14.96%	25.89%	10.93%
	2	14.64%			

Nota. Se realizaron 2 muestras para determinar el límite plástico; con el cálculo del límite liquido se halló el índice de plasticidad que vendría a ser la resta del límite liquido menos el límite plástico.

Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

Se realizo la clasificación del suelo del adobe existente en base a los datos de los ensayos que se mencionaron anteriormente:

- ✓ Suelo de adobe: El suelo es clasificado como **SC**, debido a que más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla número 4. Es arcillosa porque presenta un 41.22% de finos y un índice de plasticidad de 10.93 %.

G.4.3.Suelo para la elaboración del adobe

Contenido de humedad, análisis granulométrico y límites de consistencia.

Se realizo el ensayo de contenido de humedad del suelo y para obtener la clasificación del suelo para la elaboración de adobe se realizó el análisis granulométrico y los límites de consistencia (limite líquido y plástico). Para realizar los ensayos correspondientes se extrajo material tierra del mismo lugar de investigación de la granja escuela de Yucay.

El procedimiento de los ensayos en laboratorio ya se mencionó con detalle anteriormente para los ensayos correspondientes a los suelos para la elaboración de adobe.

Tabla 18

Resultados de los ensayos de contenidos de humedad del suelo-adobe

Nombre	Muestra	Pesos (gr)					Humedad (%)
		Peso de la cápsula	Peso de la cápsula + muestra húmeda	Peso de la cápsula + muestra seca	Peso de suelo seco	Peso del agua	
Suelo adobe	1	54.26	158.25	155.15	100.01	4.98	4.98%
	2	60.15	167.54	163.22	105.48	4.60	4.36%
	3	59.47	168.34	155.23	103.96	5.28	5.08%
						Promedio:	**4.81%**

Nota. Se realizaron 03 muestras de contenido de humedad para el cálculo del promedio.

Tabla 19

Resultados del análisis granulométrico de la muestra de suelo-adobe

Descripción		Porcentaje (%)			
Nombre	**Tamaño máximo (pulg)**	**Grava (Retiene Tamiz Nº4)**	**Arena (Pasa Nº4 y Ret. Nº200)**	**Finos (Pasa Tamiz Nº200)**	**Grueso (Retiene Tamiz Nº200)**
Adobe	1½"	24.38%	33.57%	42.05%	57.95%

Nota. El tipo de suelo del suelo-adobe es de grano grueso.

Tabla 20

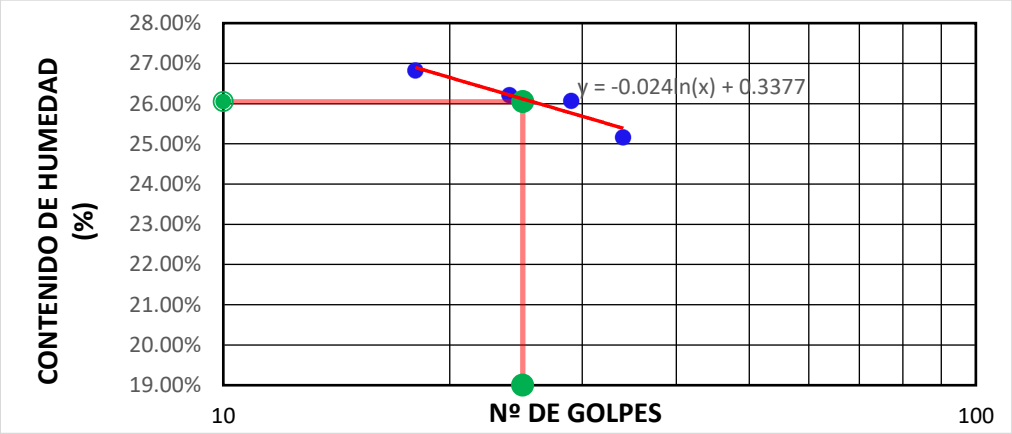
Resultados del límite líquido del Suelo-adobe

Descripción		N° de golpes	Contenido de humedad (%)	N° de golpes para el límite liquido	Límite Líquido (%)
Suelo adobe	**1**	33	26.33%	25	26.04%
	2	28	26.32%		
	3	23	25.18%		
	4	19	25.53%		

Nota. Se realizo 04 muestras para la determinación del límite líquido. Con estos datos se realizó una interpolación para determinar el contenido de humedad cuando el número de golpes es 25.

Figura 48

Gráfico para determinar el límite líquido del suelo del adobe.



Nota: Como se puede observar en la figura el límite liquido es 26.04 % para 25 golpes. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21

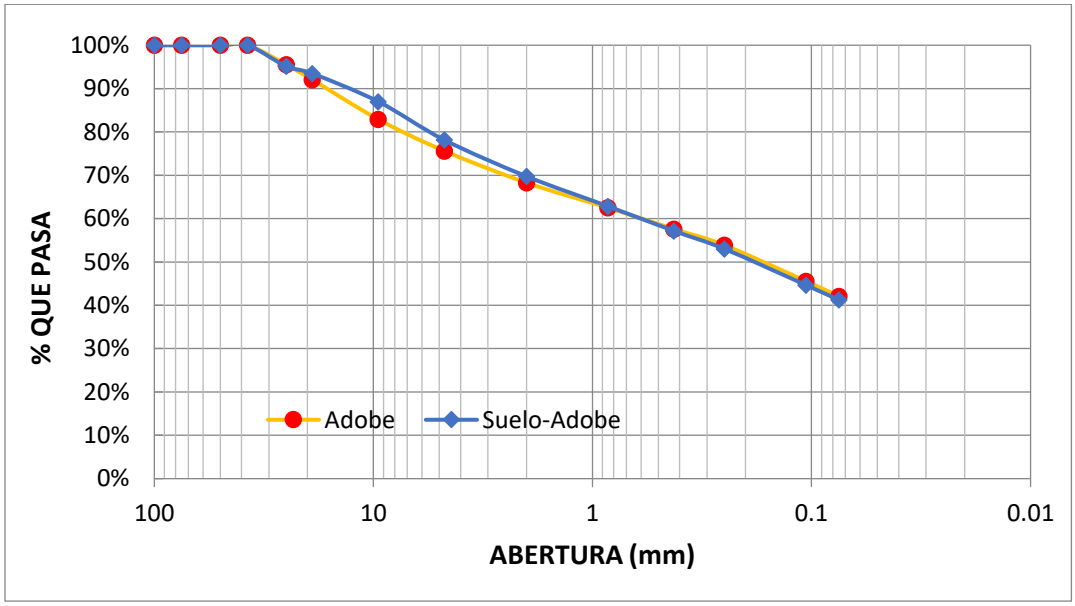
Resultados del límite plástico y el índice de plasticidad del Suelo-adobe

Descripción		Contenido de humedad (%)	Limite plástico (%)	Limite liquido (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo Adobe	**1**	15.48%	15.13%	26.04%	10.91%
	2	14.79%			

Nota. Se realizaron 2 muestras para determinar el límite plástico; con el cálculo del límite liquido se halló el índice de plasticidad.

Figura 49

Gráfico que representa las dos curvas granulométricas del adobe y suelo adobe.



Nota. Ambas curvas granulométricas tanto del suelo que compone el adobe y del suelo con el que se realizaran los nuevos abobes son similares. Fuente: Elaboración propia.

Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

Este se realizó en base a los datos de los ensayos que se mencionaron anteriormente:

- ✓ Suelo de adobe: El suelo es clasificado como **SC**, debido a que más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla número 4. Es arcillosa porque presenta un 42.05% de finos y un índice de plasticidad de 10.91 %.

G.4.4.Concreto simple

Densidad del concreto

Para el calculo de la densidad del concreto se utiliza la siguiente formula:

$$D_C = \frac{Wc}{Vd}$$

Donde:

- ✓ Dc: Densidad del concreto (kgf/m^3)
- ✓ Wc: Peso de la muestra de concreto (kgf)
- ✓ Vd: Volumen desplazado por el concreto (m^3)

Tabla 22

Resultados del ensayo de densidad del concreto

Muestra	Peso de la muestra de concreto (Kgf)	Volumen inicial (m^3)	Volumen final (m^3)	Volumen desplazado por el concreto (m^3)	Densidad del concreto (Kgf/m^3)
1	2.95	0.0050	0.0062	0.0012	2,415.37

Nota. En la tabla se muestra la determinación de la densidad del concreto antiguo.

G.4.5.Madera existente

Densidad básica de la madera

Calculos:

Tabla 23

Cálculo de la densidad de la madera existente

Muestra	Base (cm)	Alto (Cm)	Largo (cm)	Vol (cm^3)	W (gr)	Densidad (gr/cm^3)
MC-01	2.00	2.00	6.06	24.24	13.00	0.54
MC-02	1.98	2.00	6.08	24.08	13.00	0.54
MC-03	2.01	2.01	5.89	23.80	13.00	0.55
MC-04	2.00	2.01	6.07	24.40	13.00	0.53
MC-05	2.01	2.00	6.06	24.36	14.00	0.57
MC-06	2.02	2.02	6.07	24.77	13.00	0.52
MC-07	2.00	2.00	6.05	24.20	13.00	0.54
MC-08	2.00	2.00	6.06	24.24	13.00	0.54
MC-09	2.02	2.02	6.08	24.81	13.00	0.52
MC-10	2.02	2.02	6.06	24.73	13.00	0.53
MC-11	2.02	2.02	6.11	24.93	13.00	0.52
MC-12	2.02	2.02	6.07	24.77	14.00	0.57
Promedio densidad (gr/cm^3)						**0.54**

Nota. Se realizaron 12 muestras para la determinación de la densidad de la madera por el método directo, Vol: volumen de la muestra de madera (cm^3), W: peso de la muestra de madera (gr).

G.4.6.Madera para restauración

Contenido de humedad de la madera

Para el calculo del contenido de humedad se utiliza la siguiente formula:

$$w(\%) = \frac{Pi - Pf}{Pf}\ x\ 100$$

Donde:

- ✓ w: Porcentaje del contenido de humedad (%)
- ✓ Pi: Peso inicial de la muestra de madera (gr)

- ✓ Pf: Peso final de la muestra de madera (gr)

Densidad básica de la madera

Cálculos:

Para el calculo de la densidad basica se utiliza la siguiente formula:

$$D_b = \frac{Ps}{Vs}$$

Donde:

- ✓ Db: Densidad básica de la madera (gr/cm^3)
- ✓ Ps: Peso en estado seco de la muestra de madera (gr)
- ✓ Vs: Volumen en estado saturado de la madera. (cm^3)

Tabla 24

Resultados del ensayo de contenido de humedad y densidad básica

Muestra	Volumen (cm³)	Peso húmedo (gr)	Peso sólido (gr)	Humedad (%)	Densidad húmeda (gr/cm³)	Densidad básica (gr/cm³)
MC-01	18.00	7.89	7.11	11.0%	0.44	0.40
MC-02	19.00	9.74	8.82	10.4%	0.51	0.46
MC-03	18.00	9.69	8.78	10.4%	0.54	0.49
MC-04	19.00	8.36	7.56	10.6%	0.44	0.40
MC-05	18.00	9.78	8.84	10.6%	0.54	0.49
MC-06	19.00	9.35	8.45	10.7%	0.49	0.44
MC-07	21.00	9.98	9.03	10.5%	0.48	0.43
MC-08	20.00	9.98	9.08	9.9%	0.50	0.45
MC-09	20.00	9.73	7.89	23.3%	0.49	0.39
MC-10	20.00	7.86	7.09	10.9%	0.39	0.35
MC-11	21.00	9.95	9.01	10.4%	0.47	0.43
MC-12	18.00	8.12	7.31	11.1%	0.45	0.41
		Promedios		11.65%	0.48	0.43

Nota. Se realizaron 12 muestras para la determinación del contenido de humedad y la densidad básica de la madera por el método indirecto.

G.5. Ensayos Experimentales

G.5.1. Muestras elaboradas con Adobe

Compresión del material tierra en cubos

Al haberse cumplido los 28 días de secado correspondiente para los cubos de 10 cm de arista se procedió a realizar el ensayo indicado en la norma para medir la resistencia del material a la aplicación de carga de compresión. La norma E.080 exige que la resistencia ultima a alcanzar en estas muestras debe ser mayor a 10.2 Kgf/cm^2 para un promedio de las 4 mejores muestras de 6. La resistencia a compresión en este caso se halla con la siguiente formula:

$$f_o = \frac{P_{max}}{A}$$

- ✓ f_o: Resistencia a compresión del material tierra (kgf/cm^2)
- ✓ P_{max}: Carga máxima (kgf)
- ✓ A: Área transversal (cm^2)

Tabla 25

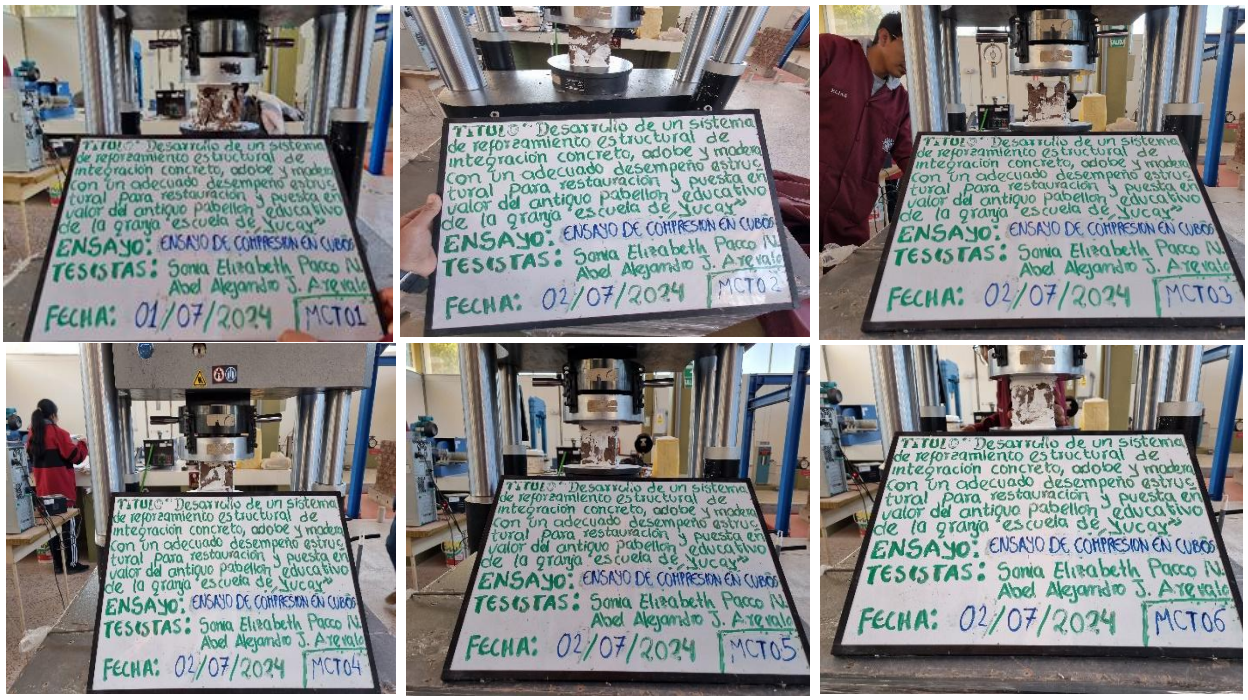
Resultados de la compresión del material tierra en cubos

Espécimen	Dimensiones (cm)			Área (cm^2)	Carga Máxima (kgf)	Resistencia a Compresión (kgf/cm^2)
	Longitud	Ancho	Altura			
MCT01	9.40	9.60	9.50	90.25	2716.38	30.10
MCT02	9.70	9.90	9.80	96.04	2593.23	27.00
MCT03	9.50	9.70	9.60	92.16	2558.76	27.76
MCT04	9.90	9.70	9.80	96.04	2843.62	29.61
MCT05	9.40	9.60	9.50	90.25	2477.56	27.45
MCT06	9.80	10.00	10.20	100.00	2771.50	27.71
Resistencia a compresión promedio (kgf/cm^2):						**27.48**
Desviación estándar (kgf/cm^2):						**0.35**
Coeficiente de variación (Dispersión):						**1.27 %**
Resistencia característica fo (kgf/cm^2):						**27.13**

Nota. La resistencia a compresión promedio en los cubos es 27.48 kgf/cm^2.

Figura 50

Ensayo de compresión del material tierra en cubos.



Nota. Cubos de 10 cm de arista destinados al ensayo de compresión. Fuente: Elaboración propia

Tracción del material tierra en cilindros

Una vez cumplido los 28 días de secado correspondiente para los cilindros de material tierra se procedió a realizar el ensayo para medir la resistencia a tracción. La norma E.080 exige que la resistencia ultima debe ser mayor a 0.81 Kgf/cm^2 para un promedio de las 4 mejores muestras de 6. La resistencia a tracción del material se halla con la siguiente formula:

$$f_t = \frac{2P_{max}}{\pi h D}$$

- ✓ f_t: Resistencia del material tierra a tracción (kgf/cm^2)
- ✓ P_{max}: Carga máxima (kgf)
- ✓ h: Altura del cilindro (cm)
- ✓ D: Diámetro (cm)

Tabla 26

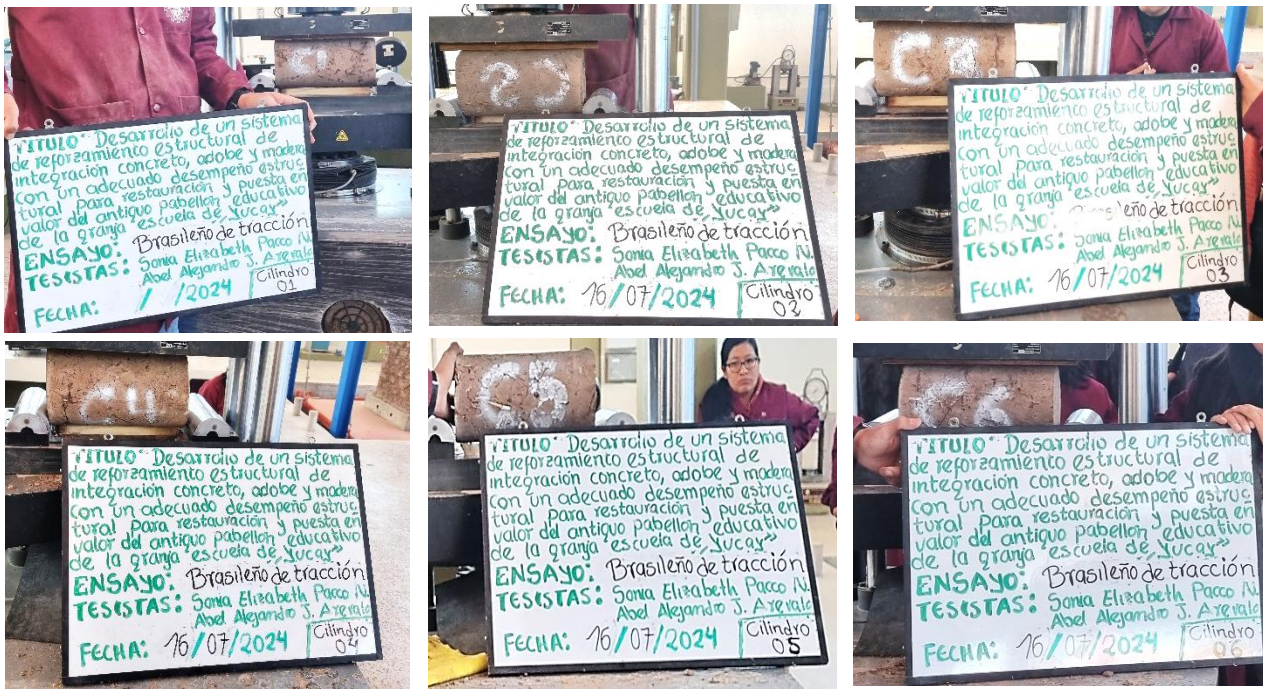
Resultados de la resistencia a tracción en cilindros - ensayo brasileño

Espécimen	Dimensiones (cm)		Área (cm^2)	Carga Máxima (kgf)	Resistencia a tracción (kgf/cm^2)
	Altura	Diámetro			
C1	28.60	14.45	649.16	1,042.37	1.61
C2	29.00	14.50	660.52	1,115.86	1.69
C3	28.53	14.47	648.47	1,022.87	1.58
C4	28.56	14.44	647.81	1,223.36	1.89
C5	28.52	14.43	646.45	1,225.17	1.90
C6	28.53	14.40	645.33	963.45	1.49
Resistencia a tracción promedio (kgf/cm^2):					**1.77**
Desviación estándar (kgf/cm^2):					**0.17**
Coeficiente de variación (Dispersión):					**0.10**
Resistencia característica (kgf/cm^2):					**1.60**

Nota. La resistencia a compresión promedio de los cilindros es 1.77 kg/cm^2.

Figura 51

Ensayo de tracción del material tierra en cilindros



Nota. Los cilindros 6” x 12” destinados a los ensayos de tracción en la maquina universal. Fuente: Elaboración propia

Tracción del mortero en muestras de adobes unidas por mortero

Al haberse cumplido los 28 días de secado correspondiente a las muestras se procedió a realizar el ensayo para medir la resistencia del mortero ante cargas de tracción. La norma E.080 indica que resistencia ultima debe de ser mayor a 0.12 Kgf/cm^2 para un promedio de las 4 mejores muestras de 6. La resistencia a tracción del mortero se halla con la siguiente formula:

$$\delta = \frac{\alpha P_{max}}{a \; x \; b}$$

- ✓ δ: Esfuerzo de tracción (kg/cm2)
- ✓ P max: carga máxima aplicada que logra despegar los adobes (kg)
- ✓ a: Ancho de la unidad de adobe (cm)
- ✓ b: Largo de la unidad de adobe (cm)
- ✓ α: 0.5

Tabla 27

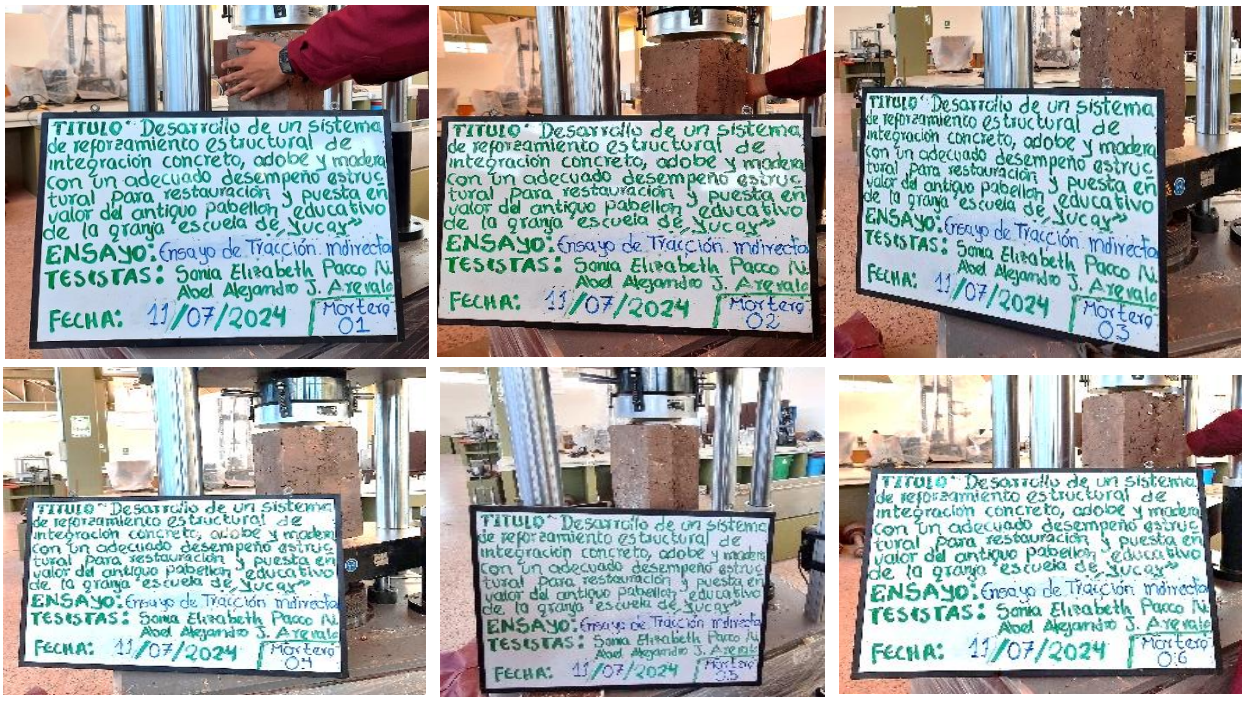
Resultados de la resistencia del mortero a tracción.

Espécimen	Dimensiones (cm)		Área (cm^2)	Carga máxima (kgf)	Resistencia a tracción (kgf/cm^2)
	Longitud	Ancho			
MT1	32.40	16.50	534.60	190.51	0.18
MT2	31.80	16.40	521.52	119.52	0.11
MT3	32.00	16.50	528.00	145.15	0.14
MT4	32.70	16.50	539.55	188.24	0.17
MT5	32.70	16.50	539.55	80.74	0.07
MT6	32.60	16.30	531.38	135.96	0.13
Resistencia a tracción promedio (kgf/cm^2):					**0.15**
Desviación estándar (kgf/cm^2):					**0.03**
Coeficiente de variación (Dispersión):					**0.18**
Resistencia característica (kgf/cm^2):					**0.13**

Nota. La resistencia a compresión promedio siendo esta 0.15 kgf/cm^2.

Figura 52

Ensayo de tracción del mortero en muestras de adobes unidas por mortero



Nota. Probetas de dos adobes destinados a los ensayos de tracción en la maquina universal. Fuente: Elaboración propia

Módulo de Poisson

Al haberse cumplido los 28 días de secado correspondiente de las muestras se procedió a realizar el ensayo indicado para medir las deformación tanto lateral y axial ante la aplicación de carga de compresión. Se realizaron 6 ensayos de las cuales se eligieron las 4 mejores muestras. El módulo de Poisson en este caso se halla con la siguiente formula:

$$v = \frac{\varepsilon l_2 - \varepsilon l_1}{\varepsilon a_2 - 0.000050}$$

- ✓ εa_2: Deformación unitaria axial producida por P40% (mm/mm).
- ✓ εl_1: Deformación unitaria lateral a una deformación unitaria axial de 0.000050. (mm/mm).
- ✓ εl_2: Deformación unitaria lateral producida por P40% (mm/mm).
- ✓ v: Modulo de Poisson (adimensional).

Tabla 28

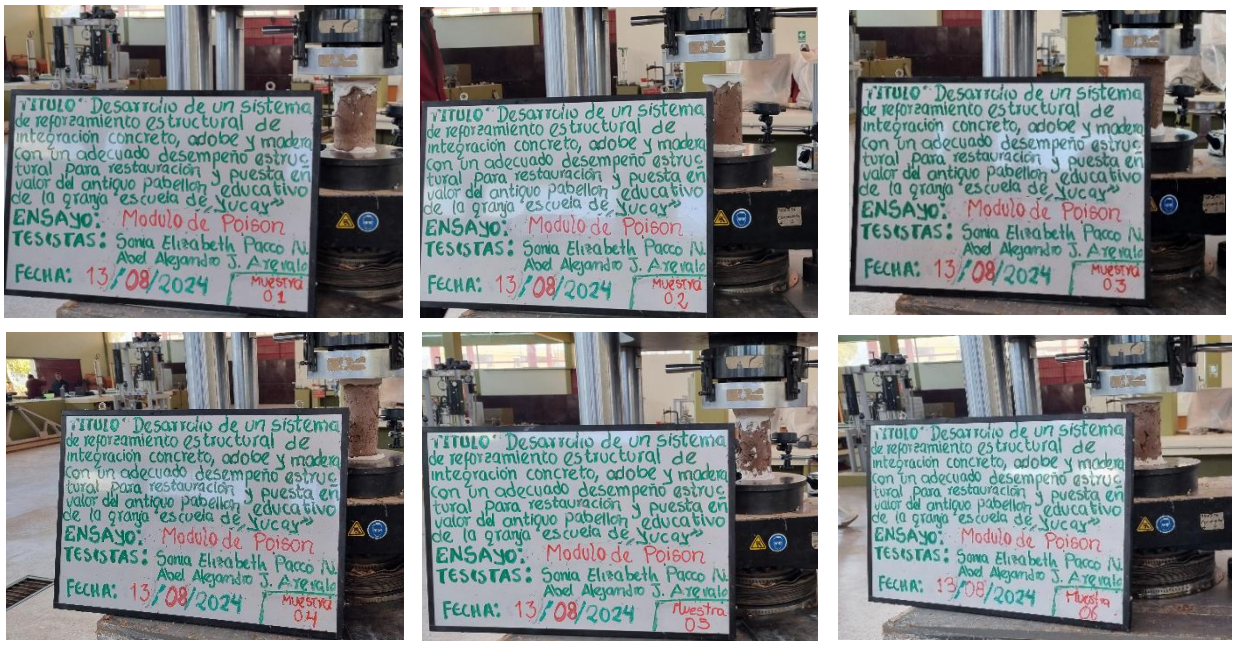
Resultados del ensayo para determinar el Módulo de Poisson

Muestra	P 40% (Kgf)	εa_2 (m/m)	εl_1 (m/m)	εl_2 (m/m)	v
C1	460.00	0.001730	0.000013	0.000358	0.21
C2	380.00	0.001357	0.000011	0.000335	0.25
C3	460.00	0.002990	0.000011	0.000660	0.22
C4	376.00	0.003711	0.000011	0.000824	0.22
C5	388.00	0.003161	0.000013	0.000706	0.22
C6	300.00	0.001642	0.000012	0.000392	0.24
Módulo de Poisson promedio (v):					**0.24**
Desviación estándar σ (kgf/cm²):					**0.01**
Coeficiente de variación (Dispersión):					**4.53%**
Módulo de Poisson característica (v):					**0.23**

Nota. El módulo de Poisson promedio es 0.23. P40%: Valor de 40% de la carga máxima, εa2: Deformación unitaria axial producida por P40%. εl1: Deformación unitaria lateral para una deformación unitaria axial de 0.00005. εl2: Deformación unitaria lateral producida por P40%. v: Modulo de Poisson.

Figura 53

Ensayo del módulo de Poisson realizado en laboratorio



Nota. Probetas de dos adobes para el ensayo de módulo de Poisson. Fuente: Elaboración propia

Compresión axial de pilas de adobe

Una vez transcurrido los 28 días del secado de las pilas de adobe se procedió a realizar el ensayo de compresión axial de esta manera verificar si esta cumple con la resistencia compresión axial mínima de 6.12 kgf/cm², establecido en la norma E.080. Se calculó el esfuerzo último mediante la siguiente fórmula:

$$f'm = \frac{P_{max}}{a\ x\ b}$$

- ✓ f 'm: Esfuerzo admisible de compresión de la pila (kgf/cm^2)
- ✓ P_{max}: Carga máxima (kgf)
- ✓ a: Ancho de la pila (cm)
- ✓ b: Largo de la pila (cm)

$$fm = 0.40\ x\ f'm$$

- ✓ f m: Esfuerzo de diseño de la pila (kgf/cm^2)

$$f_a = 1.25\ x\ fm$$

- ✓ f a: Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento de la pila (kgf/cm^2)

Tabla 29

Resultados del ensayo de compresión axial de pilas de adobe

Pila	Dimensión (cm)			Área (cm²)	Carga máxima (kgf)	Esfuerzo Admisible de compresión (kgf/cm²)
	Longitud	Ancho	Altura			
P1	32.00	16.00	50.60	512.00	6,692.53	13.07
P2	32.00	16.50	52.10	528.00	6,148.36	11.65
P3	32.50	16.50	50.30	536.25	7,089.41	13.22
P4	31.60	16.50	50.00	521.40	5,957.11	11.43
P5	32.30	16.60	50.50	536.18	7,232.82	13.49
P6	32.40	16.30	51.20	528.12	6,623.57	12.54
Esfuerzo admisible de compresión promedio (kgf/cm²):						**13.08**
Desviación estándar (kgf/cm²):						**0.40**
Coeficiente de variación (Dispersión):						**3.05%**
Resistencia característica (kgf/cm²):						**12.68**
Esfuerzo de diseño (kgf/cm²):						**5.07**
Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento (kgf/cm²):						**6.34**

Nota. El esfuerzo admisible de compresión promedio siendo este 13.08 kgf/cm².

Figura 54

Ensayo de con compresión axial de pilas de adobe

Nota. Falla de las 06 muestras de pilas de adobe después de ser sometidas a la compresión axial en la maquina universal. Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Cálculos de la deformación para 20% y 60% de la carga máxima

Pila	*Carga Máxima (kgf)*	*P 20%* (kgf)	*P 60%* (kgf)	*D (mm)*	*$D_{20\%}$ (mm)*	*$D_{60\%}$ (mm)*
P1	6,692.53	1,338.51	4,015.52	4.62	1.13	2.53
P2	6,148.36	1,229.67	3,689.01	5.23	1.21	2.61
P3	7,089.41	1,417.88	4,253.64	4.55	1.02	2.41
P4	5,957.11	1,191.42	3,574.26	0.49	0.08	0.22
P5	7,232.82	1,446.56	4,339.69	4.43	0.96	2.50
P6	6,623.57	1,324.71	3,974.14	4.03	0.45	1.36

Nota. Siendo D: la deformación cuando la carga es máxima (mm), $P_{20\%}$ y $P_{60\%}$: Veinte y Sesenta por ciento de la carga máxima (kgf) respectivamente.

Para el cálculo del módulo de elasticidad se necesita ensayar las pilas, Para Ángel Bartolomeo (2018) el módulo de elasticidad se calcula con la parte lineal de la gráfica de carga vs deformación, para este cálculo se tomó la porción de la gráfica entre el 20% y el 60% de la carga máxima. Para su cálculo se utiliza la siguiente formulas:

$$\Delta\sigma = \frac{P_{60\%} - P_{20\%}}{a\ x\ b}$$

- ✓ Δσ: Esfuerzo axial (kgf/cm²)
- ✓ $P_{60\%}$: Sesenta por ciento de la carga máxima (kgf)
- ✓ $P_{20\%}$: Veinte por ciento de la carga máxima (kgf)

$$\Delta\varepsilon = \frac{D_{60\%} - D_{20\%}}{L}$$

- ✓ Δε: Deformación unitaria asociada a la carga axial (kgf/cm²)
- ✓ $D_{60\%}$: Deformación al sesenta por ciento de la carga máxima (mm)
- ✓ $D_{20\%}$: Deformación al veinte por ciento de la carga máxima (mm)
- ✓ L: Distancia entre bases del LVDT (mm)

$$Em = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

- ✓ Em: Modulo de elasticidad de la albañilería de adobe (kgf/ cm²)

Tabla 31

Determinación del módulo de elasticidad de la albañilería de adobe

Pila	Área (cm^2)	ΔP (kgf)	Δσ (kg/cm^2)	ΔD (mm)	Longitud entre topes (mm)	ΔƐ (mm/mm)	Módulo de elasticidad (kgf/cm^2)
P1	512.00	2,677.01	5.23	1.40	442	0.0032	1,650.33
P2	528.00	2,459.34	4.66	1.40	405	0.0035	1,346.97
P3	536.25	2,835.76	5.29	1.39	405	0.0034	1,538.37
P4	521.40	2,301.24	4.414	0.92	410	0.0022	1,972.33
P5	536.18	2,893.13	5.40	1.54	405	0.0038	1,423.46
P6	528.12	2,649.43	5.02	0.91	406	0.0022	2,248.91
Promedio Modulo de Elasticidad (kgf/cm^2):							1,715.26
Desviación Estándar (kgf/cm^2):							367.62
Coeficiente de Variación:							21.43%

Nota. Cálculo del módulo de elasticidad del adobe en la parte lineal al 20% y 60% de la carga máxima, donde ΔP: Diferencia entre las cargas al 20% y 60% de la carga máxima (kgf), ΔD: Diferencia de las deformaciones correspondiente a las cargas del 20% y 60% de la carga máxima (mm). El cálculo de Δσ vendría a ser la división entre ΔP y el área (kgf/cm^2).

Compresión Diagonal en muretes

Una vez transcurrido los 28 días del secado de los muretes se procedió a realizar el ensayo de compresión diagonal y verificar su resistencia compresión axial siendo el mínimo valor de 0.25 kgf/cm^2, establecido en la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada (2020). Se calculó el esfuerzo último mediante la siguiente fórmula:

$$f'_t = \frac{P_{max}}{2ae_m}$$

$$v_m = 0.4\ x\ f'_t$$

- ✓ f'_t: Resistencia ultima a tracción indirecta (kgf/cm^2).
- ✓ P_{max}: Carga máxima (kgf).
- ✓ a: Ancho del murete (cm).
- ✓ e_m: Espesor del murete (cm).
- ✓ v_m: Esfuerzo admisible de corte (kgf/cm^2).

Tabla 32

Compresión diagonal o tracción indirecta

Espécimen	Dimensiones del murete			Área (cm^2)	Carga Máxima (kgf)	Esfuerzo ultimo tracción indirecta (kgf/cm^2)	Tipo de Falla
	Altura (cm)	Ancho (cm)	Espesor del murete (cm)				
M1	50.30	50.20	15.80	1,588.53	1,178.49	0.74	Cizalla
M2	50.70	50.30	16.40	1,655.99	1,507.05	0.91	Cizalla
M3	50.40	50.10	16.70	1,678.62	1,694.53	1.01	Mixta
M4	50.50	50.40	16.50	1,664.54	1,577.68	0.95	Mixta
M5	50.30	50.50	16.60	1,673.19	1,181.64	0.71	Escalonada
M6	50.30	50.70	16.50	1,666.49	1,757.87	1.05	Escalonada
Resistencia ultima promedio a tracción indirecta (kgf/cm^2):						0.98	
Desviación estándar (kgf/cm^2):						0.06	
Coeficiente de variación:						6.56%	
Esfuerzo admisible de compresión diagonal (kgf/cm^2)						0.39	

Nota. Se tomaron los datos de las 04 mejores muestras de los 06 muretes de adobe para el cálculo del esfuerzo cortante promedio siendo este 0.98 kgf/cm.

Figura 55

Ensayo de con compresión diagonal en muretes de adobe.

Nota. Muestras de muretes de adobe después de ser sometidas al ensayo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Cálculos de la deformación vertical y horizontal.

Espécimen	Área (cm^2)	Cargas (Kgf)			Deformación Vertical (mm)		Deformación Horizontal (mm)	
		Carga Máxima	$P_{20\%}$	$P_{60\%}$	$D_{20\%}$	$D_{60\%}$	$D_{20\%}$	$D_{60\%}$
M1	1,638.80	978.49	195.70	587.09	0.19	0.57	0.25	0.76
M2	1,655.99	1.377.22	275.44	826.33	0.43	1.30	0.14	0.42
M3	1,678.62	1.694.53	338.91	1,016.72	1.02	3.07	0.23	0.68
M4	1,664.54	1.397.68	279.54	838.61	0.53	1.58	0.14	0.42
M5	1,673.19	1.001.64	200.33	600.98	0.14	0.42	0.15	0.46
M6	1,666.49	1.757.87	351.57	1,054.72	0.90	2.70	1.17	3.51

Nota. La parte lineal de la gráfica corresponde al 20 % y 60% de la carga máxima. Siendo $P_{20\%}$ y $P_{60\%}$: Veinte y Sesenta por ciento de la carga máxima (kgf) respectivamente. $D_{20\%}$ y $D_{60\%}$: la deformación cuando la carga es $P_{20\%}$ y $P_{60\%}$ respectivamente (mm).

Para Angel Bartolomeo (2018) el módulo de corte se calcula con la parte lineal de la gráfica de carga vs deformación, para este cálculo se tomó la porción de la gráfica entre el 20% y el 60% de la carga máxima. Para su cálculo se utiliza la siguiente formulas:

$$\Delta v = \frac{P_{60\%} - P_{20\%}}{2ae_m}$$

- ✓ Δv: Esfuerzo cortante (kgf/cm^2).
- ✓ $P_{60\%}$: Sesenta por ciento de la carga máxima (kgf).
- ✓ $P_{20\%}$: Veinte por ciento de la carga máxima (kgf).

Para el cálculo tanto de la deformación unitaria vertical y horizontal se utiliza la siguiente formula:

$$\varepsilon_1 \; o \; \varepsilon_2 = \frac{D_{60\%} - D_{20\%}}{Lv}$$

- ✓ ε1: Deformación unitaria vertical asociada a la carga axial (kgf/cm^2).
- ✓ ε2: Deformación unitaria horizontal asociada a la carga axial (kgf/cm^2).
- ✓ $D_{60\%}$: Deformación al sesenta por ciento de la carga máxima (mm).
- ✓ $D_{20\%}$: Deformación al veinte por ciento de la carga máxima (mm).

- ✓ Lv: Distancia entre bases del LVDT (mm).

$$Gm = \frac{\Delta v}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}$$

- ✓ Gm: Modulo de corte de un murete. (kgf/cm^2)

Tabla 34

Cálculos para hallar el módulo de corte

Espécimen	Área (cm²)	ΔP (kgf)	ΔVm (kgf/cm²)	Lv (mm)	Deformación Unitaria - Vertical		Deformación Unitaria - Horizontal		(γ) (mm/mm)	Gm (kgf/cm²)
					ΔD (mm)	ε1 (mm/mm)	ΔD (mm)	ε2 (mm/mm)		
M1	1,638.80	391.39	0.24	300.00	0.40	0.0013	0.52	0.0017	0.0030	78.72
M2	1,655.99	550.89	0.33	300.00	0.98	0.0033	0.31	0.0010	0.0043	77.14
M3	1,678.62	677.81	0.40	300.00	2.05	0.0068	0.45	0.0015	0.0083	48.53
M4	1,664.54	559.07	0.34	300.00	0.99	0.0033	0.20	0.0007	0.0040	84.64
M5	1,673.19	400.66	0.24	300.00	0.29	0.0010	0.23	0.0008	0.0017	140.66
M6	1,666.49	703.15	0.42	300.00	1.80	0.0060	2.34	0.0078	0.0138	30.62
Módulo de corte promedio (kg/cm²):										72.26
Desviación estándar (kg/cm²):										16.15
Coeficiente de variación:										22.34%

Nota. Cálculo del módulo de corte del adobe en la parte lineal al 20% y 60% de la carga máxima siendo este 72.26 kgf/cm². Donde ΔP: Diferencia de las cargas al 20% y 60% de la carga máxima (kgf), ΔD: Diferencia de las deformaciones correspondiente a las cargas del 20% y 60% de la carga máxima (mm). El cálculo de ΔVm vendría a ser la división entre ΔP y el área (kgf/cm²). γ: vendría a ser la suma ε1y ε2, donde ε1y ε2: Deformación unitaria vertical y horizontal asociada a la carga axial.

G.5.2.Concreto armado

Dentro del convenio realizado con el Arzobispado de Cusco para la realización de las pruebas de campo en la infraestructura, se exigió que las pruebas a realizar no perjudicaran a la estructura actual. Debido a dicho compromiso, para el estudio de la resistencia in-situ del concreto endurecido en las

columnas, vigas y muros se realizó con un esclerómetro, tomando como referencia lo descrito en la NTP 339.181.

Superficie de ensayo

Tomando las consideraciones dadas por la norma NTP 339.181, se realizó la toma de datos en superficies circulares con 200 mm de diámetro, en zonas con alta porosidad se hizo uso de una piedra para pulir dichas superficies.

Mediciones

En cada punto de ensayo se tomó un total de 10 datos, los cuales, como exige la NTP 339.181 del promedio de las lecturas, como máximo solo 2 datos pueden variar por 6 unidades, caso contrario las lecturas en dicho punto se anularían. La gráfica del equipo que relaciona el número de rebote con la resistencia a la compresión indica una variación en función del número de rebote leído.

Figura 56

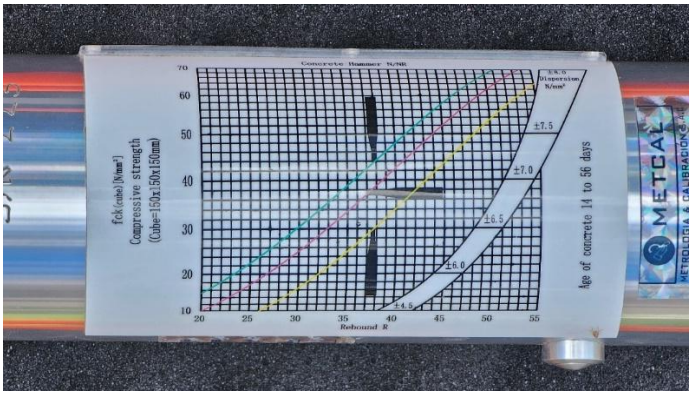
Determinación de la resistencia a compresión con esclerómetro

Nota. Superficie ensayada correspondiente a los muros, columnas y vigas de concreto.

Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Ábaco de esclerómetro para determinar resistencia a la compresión



Nota. El siguiente ábaco determina la resistencia a la compresión en base al número de rebote.
Fuente: Elaboración propia

Dado que este es un ensayo que da valores aproximados, para los fines de diseño y evaluación estructural se utilizaron los valores mínimos de resistencia a fin de trabajar con valores conservadores.

Tabla 35

Resultados de las resistencias del concreto existente

Elemento	Número de rebote promedio	Resistencia (N/mm2)	Dispersión (N/mm2)	Resistencia Máxima (N/mm2)	Resistencia mínima (N/mm2)	Resistencia para diseño (kgf/cm2)
Columna	31	27	+/- 6.5	27.5	20.5	209
Viga	32	28	+/- 6.5	28.5	21.5	219
Muro	33	30	+/- 7	37	23	234

Nota. Para el análisis estructural se tomó los valores mínimos. La ficha de observación está en los anexos

Acero de reforzamiento

Para determinar la posición y el diámetro del acero de refuerzo se hizo uso de un escáner electromagnético de acero que permitió identificar la distribución del acero, diámetros y ubicación desde la cara del elemento. Sin generar daño alguno a la estructura de concreto existente. Se realizaron las mediciones en los puntos donde se realizó las mediciones con el esclerómetro. Además de las mediciones realizadas con el escáner se realizaron mediciones con un vernier para medir diámetros de aceros que encontraban expuestos.

Figura 58

Medición de diámetros de varillas de acero

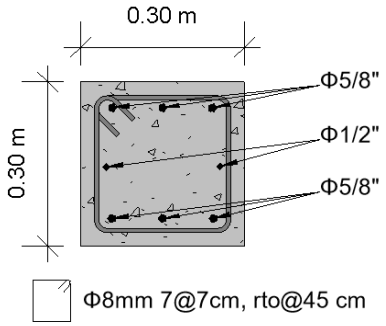
Nota. Medición de diámetros de acero con escáner y mediante vernier en aceros expuestos. Fuente: Elaboración propia

Secciones de concreto en vigas, columnas y muros

En base a las mediciones realizadas en el levantamiento arquitectónico y las mediciones realizadas al diámetro de las varillas de acero se pudo graficar las secciones de las vigas, columnas y muros de concreto.

Figura 59

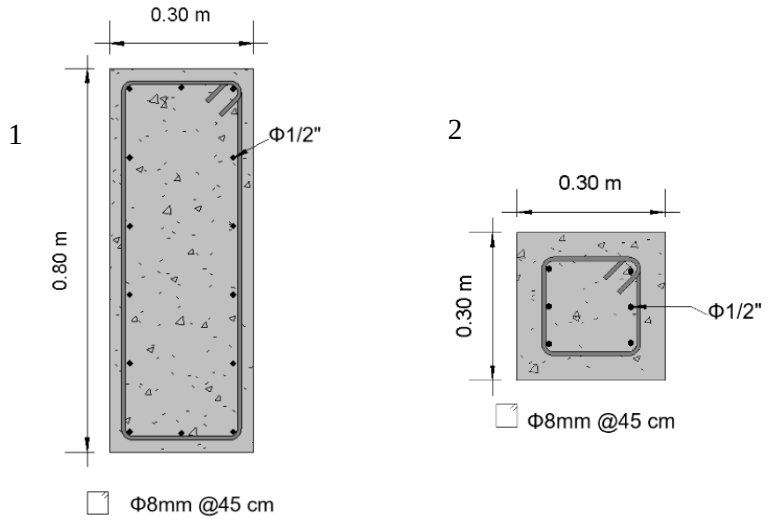
Sección de vigas de concreto y su distribución de acero



Nota. Estas medidas fueron determinadas en campo, El acero de los estribos tiene un diámetro de 8 mm, donde 7 estribos cada 7 cm y el resto cada 45 cm. El acero longitudinal es de un diámetro de 5/8" en la parte superior e inferior y en el centro acero de 1/2".

Figura 60

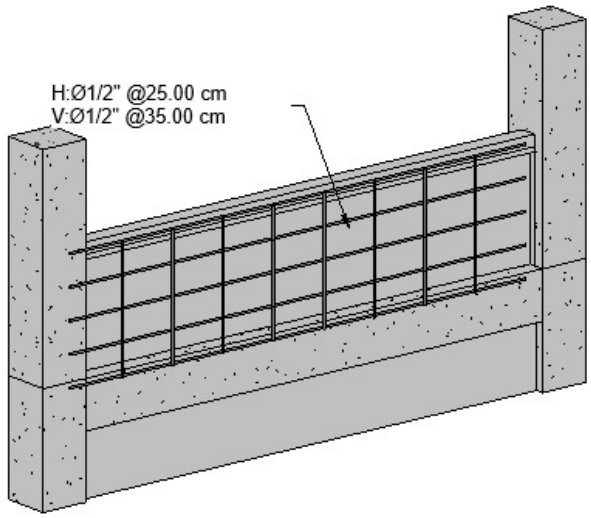
Sección de columnas de concreto y su distribución de acero



Nota. Estas medidas fueron determinadas en campo, **(1) y (2)** El acero de los estribos tiene un diámetro de 8 mm cada 45 cm y las longitudinales son de un diámetro de 1/2", **(1)** La cantidad de acero longitudinal es de 14 y en **(2)** La cantidad de acero es 6. Fuente: Elaboración propia

Figura 61

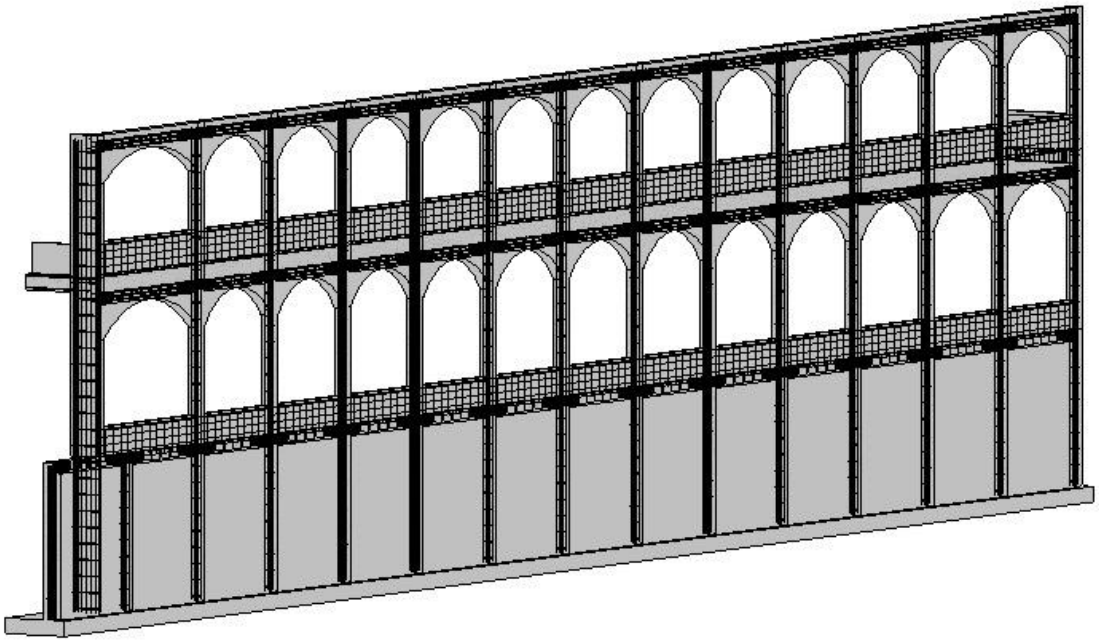
Distribución de acero en muros de concreto



Nota. En base al escaneado del acero la distribución de los aceros en el muro es con barras de 1/2'' espaciadas cada 25 cm de manera horizontal y en aceros verticales cada 35 cm. Fuente: Elaboración propia.

Figura 62

Modelo 3D de la distribución del acero en los elementos de concreto.



Nota. Las dimensiones de acero y distribución ya fueron describas anteriormente tanto para columnas, vigas y muros.

G.5.3.Madera de la estructura existente

Para seleccionar el tipo de madera a utilizar en la restauración de la estructura, se sometió a pruebas de compresión paralela al grano y ensayo de flexión estática a la muestra de madera existente de la estructura y se realizó mediciones para obtener su densidad, estas pruebas se realizaron con el fin de describir sus propiedades mecánicas a compresión y a flexión.

Compresión paralela al grano

El ensayo se realizó en base a lo indicado por la norma COPANT 464. Se colocaron las muestras en la máquina universal de manera que la aplicación de la fuerza se diera de manera paralela a las fibras. Con la información recolectada se pudo describir la respuesta de la madera frente a la acción de cargas que producen la compresión de la madera.

Figura 63

Ensayo de compresión paralela al grano de la madera existente

Nota. Falla de las 12 muestras de madera existente después de ser sometidas a la compresión paralela al grano. Fuente: Elaboración propia

Se calculó el esfuerzo último mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{A}$$

- ✓ σ_{max}: Esfuerzo máxima de compresión de la madera (kgf/cm²).
- ✓ P_{max}: Carga máxima (kgf).
- ✓ A: Área de la sección mínima (cm²).

Una vez calculado los esfuerzos máximos de los ensayos se procedió a calcular el esfuerzo admisible a compresión para lo cual se utilizó el menor de todos los esfuerzos máximos.

$$\sigma_{adm} = \frac{F.C\ x\ F.T}{F.S\ \ x\ F.D.C}\ x\ \sigma_{bas.}$$

- ✓ σ_{adm}: Esfuerzo admisible de compresión de la madera (kgf/cm²).
- ✓ F.C: Coeficiente de reducción por calidad
- ✓ F.T: Coeficiente de reducción por tamaño
- ✓ F.S: Coeficiente de seguridad
- ✓ F.D.C: Coeficiente de duración de la carga

Tabla 36

Coeficientes para el cálculo del esfuerzo admisible por compresión

	Coeficientes
F. C	*
F. T	*
F. S	1.60
F.D.C	1.25

Nota. Siendo F.S= Coeficiente de seguridad y F.D.C= Coeficiente de duración de la carga, (*) Incluido en F.S. Adaptado de la norma E.010 Madera, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2014, p. 13.

Tabla 37

Resultados de los esfuerzos mínimo, promedio máximo y admisible a compresión

Muestra	Carga máxima aplicada (kgf)	Deformación máxima (mm)	Esfuerzo máximo aplicado (kgf/cm²)
MC-01	3,150	9.91	787.50
MC-02	3,150	8.26	795.45
MC-03	3,600	8.81	891.07
MC-04	3,560	7.80	885.57
MC-05	3,670	8.46	912.94
MC-06	3,600	8.03	882.27
MC-07	3,465	11.15	866.25
MC-08	2,930	6.53	732.50
MC-09	3,310	10.44	811.19
MC-10	3,150	6.05	771.98
MC-11	3,010	7.45	737.67
MC-12	3,170	9.24	776.88
Esfuerzo básico a compresión (kgf/cm²)			732.50
Esfuerzo promedio a compresión (kgf/cm²)			820.94
Esfuerzo máximo a compresión (kgf/cm²)			912.94
Desviación estándar			63.48
Coeficiente variación (%)			7.73%
Esfuerzo admisible a compresión (kgf/cm²)			366.25

Nota. Se obtuvo un esfuerzo admisible a compresión de 366.25 kgf/cm² de la madera existente

Flexión estática

El ensayo se realizó en base a lo indicado por la norma COPANT 555, Para la realización de este ensayo se colocaron las muestras en la máquina universal de manera que la dirección de las fibras de la madera sea perpendicular a la aplicación de las fuerzas. El tipo de ensayo de flexión realizado es del tipo de tres puntos. Con la información recolectada se pudo obtener el módulo de elasticidad de la madera cuando es sometido a flexión.

Se calculó el esfuerzo máximo de flexión mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_{max} = \frac{3P_{max}\ x\ L}{2b\ x\ h^2}$$

- ✓ σ_{max}: Esfuerzo máxima de flexión de la madera (kgf/cm²).
- ✓ P_{max}: Carga máxima (kgf).
- ✓ L: Longitud entre apoyos (cm).
- ✓ b: Ancho de la muestra (cm).
- ✓ h: Altura de la muestra (cm).

Una vez calculado los esfuerzos máximos de los ensayos se procedió a calcular el esfuerzo admisible a flexión para lo cual se utilizó la misma fórmula para hallar el esfuerzo admisible por compresión, para este caso se utilizaron los coeficientes de la siguiente tabla.

Tabla 38

Coeficientes para el cálculo del esfuerzo admisible por flexión

	Flexión
F. C	0.80
F. T	0.90
F. S	2.00
F.D.C	1.15

Nota. Siendo F.C= Coeficiente de reducción por calidad, F.T= Coeficiente de reducción por tamaño, F.S= Coeficiente de seguridad y F.D.C= Coeficiente de duración de la carga. Adaptado de la norma E.010 Madera, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2014, p. 13.

Se calculó el módulo de elasticidad mediante la siguiente fórmula:

$$MOE = \frac{P_2\ x\ L^3}{4\ x\ d_1 b\ x\ h^3}$$

- ✓ MOE: Modulo de elasticidad de la madera (kgf/cm²).
- ✓ P_2: Carga máxima al límite proporcional (kgf).
- ✓ d_1: deformación al límite proporcional (cm).

La carga al límite proporcional vendría a ser la carga correspondiente al extremo final de la recta secante del grafico de carga vs deformación.

Figura 64

Ensayo de flexión estática de la madera existente

Nota. Falla de las 12 muestras de madera después de ser sometidas a la flexión estática. Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Resultados de ensayo de flexión de la madera existente

Muestra	Carga máxima aplicada (kgf)	Deformación máxima (mm)	Esfuerzo en límite proporcional (kgf/cm²)	Deformación en limite proporcional. (mm)	Esfuerzo máximo aplicado (Kgf/cm²)	Módulo de elasticidad (Kgf/cm²)
MF-01	332.00	11.79	627.04	4.78	717.85	125,933
MF-02	352.00	10.12	660.43	4.83	749.90	131,265
MF-04	308.00	11.43	572.38	4.23	652.93	129,901
MF-05	342.00	11.69	724.23	6.36	750.57	109,318
MF-06	383.00	11.99	702.28	4.82	840.55	139,874
MF-07	336.00	10.49	670.28	5.48	726.50	117,422
MF-08	359.00	10.92	705.78	5.80	791.79	116,818
MF-09	390.00	0.00	0.00	0.00	843.26	134,787
MF-10	343.00	11.46	651.89	5.15	745.33	121,517
MF-11	323.00	11.20	680.34	4.85	708.87	134,665
MF-12	381.00	11.71	702.28	4.52	836.16	149,158
Valor básico a compresión					652.93	109,318
Valor promedio a compresión					760.34	128,242
Valor máximo a compresión					843.26	149,158
Desviación estándar					61.34	11,510.87
Coeficiente de variación (%)					8.07%	8.98%
Esfuerzo admisible a compresión (kgf/cm²)					204.40	

Nota. Se obtuvo como esfuerzo de flexión admisible de 204.40 kgf/cm².

G.5.4.Madera para restauración

Se seleccionó a la madera Pino Radiata como madera destinada para la restauración dado que es una madera comercial en la ciudad del Cusco, esta se sometió a las siguientes pruebas.

Compresión paralela al grano

El ensayo se realizó en base a lo indicado por la norma COPANT 464. Se colocaron las muestras en la máquina universal de manera que la aplicación de la fuerza se diera de manera paralela a las fibras. Con la información recolectada se pudo describir la respuesta de la madera frente a los esfuerzos de compresión.

Figura 65

Compresión paralela al grano de la madera

Nota. Falla de las 12 muestras de madera (2cmx2cmx6cm) para restauración después de ser sometidas a la compresión paralela al grano. Fuente: Elaboración propia

Los cálculos para determinar los esfuerzos básicos, promedio, máximo y admisible de la madera pino radiata son los mismos que el ensayo de compresión axial de la madera existente.

Tabla 40

Resultados del esfuerzo admisible a compresión

Muestra	Carga máxima aplicada (Kgf)	Deformación máxima (m)	Esfuerzo máximo aplicado (Kgf/cm²)
MC-01	1,165	7.11	291.25
MC-02	1,950	2.80	487.50
MC-03	2,030	5.15	471.54
MC-04	1,090	3.28	253.19
MC-05	2,070	9.28	502.37
MC-06	1,410	3.77	327.53
MC-07	1,740	1.63	422.28
MC-08	1,130	2.40	269.05
MC-09	1,820	1.25	413.64
MC-10	960	1.81	240.15
MC-11	1,460	1.30	365.00
MC-12	1,210	1.61	310.26
Esfuerzo básico a compresión (kgf/cm²)			240.15
Esfuerzo promedio a compresión (kgf/cm²)			362.81
Desviación estándar			94.36
Coeficiente variación (%)			26.01%
Esfuerzo admisible a compresión (kgf/cm²)			120.08

Nota. Se obtuvo un esfuerzo admisible a compresión de 120.08 kgf/cm² de la madera de reforzamiento.

Flexión estática

El ensayo se realizó en base a lo indicado por la norma COPANT 555, Para la realización de este ensayo se colocaron las muestras en la máquina universal de manera que la dirección de las fibras de la madera sea perpendicular a la aplicación de las fuerzas. El tipo de ensayo de flexión realizado es del tipo de tres puntos. Con la información recolectada se pudo obtener el módulo de elasticidad de la madera cuando es sometido a flexión.

Figura 66

Ensayo de flexión estática de la madera para restauración.

Nota. Falla de las 12 muestras de madera (2cmx2cmx20cm). Fuente: Elaboración propia

Los cálculos para determinar los esfuerzos básicos, promedio, máximo y admisible de la madera pino radiata son los mismos que el ensayo de flexión estática de la madera existente.

Tabla 41

Resultados del ensayo de flexión de la madera de restauración

Muestra	Carga máxima (kgf)	Deformación máxima (mm)	Esfuerzo máximo (kgf/cm²)	Esfuerzo en el límite proporcional (kgf/cm²)	Deformación en el límite proporcional (mm)	Módulo de elasticidad (kgf/cm²)
MF-01	220.00	5.84	487.65	265.99	2.16	118,045.70
MF-02	160.00	3.34	369.15	184.57	1.80	98,217.92
MF-03	160.00	4.67	372.88	186.44	2.17	82,416.70
MF-04	169.00	5.93	376.49	155.94	1.80	83,376.78
MF-05	165.00	7.52	367.57	178.22	1.89	87,020.42
MF-06	165.00	5.64	375.00	181.82	2.22	78,517.95
MF-07	170.00	5.66	388.47	228.51	2.41	90,984.75
MF-08	180.00	4.46	432.47	288.31	2.43	113,985.40
MF-09	160.00	5.11	378.59	141.97	1.31	104,187.52
MF-10	160.00	5.35	382.49	262.96	2.62	96,175.34
MF-11	165.00	5.16	363.92	264.67	2.97	85,639.70
MF-12	185.00	4.45	410.10	288.18	2.31	119,839.83
Valor básico			**363.92**			**78,517.95**
Valor promedio			**392.06**			**96,534.00**
Desviación estándar			**35.93**			**14,488.19**
Coeficiente de variación			**9.16%**			**15.01%**
Esfuerzo admisible a flexión (Kgf/cm²)			**113.90**			

Nota. Se obtuvo como esfuerzo de flexión admisible de 113.90 kgf/cm².

Corte paralelo al grano

El ensayo se realizó en base a lo indicado por la norma COPANT 463, Para la realización de este ensayo se colocaron las muestras en la máquina universal de manera que la dirección de las fibras de la madera sea paralela a la aplicación de las fuerzas. Con la información recolectada se calculó el esfuerzo cortante admisible la cual se calculó con la siguiente formula:

$$\tau = \frac{V}{A}$$

- ✓ τ: Esfuerzo de corte (kgf/cm^2).
- ✓ A: Área de corte (cm^2).
- ✓ V: Fuerza cortante (kgf).

Para determinar el esfuerzo cortante admisible se determinó de la siguiente forma:

$$\tau_{adm} = \frac{\tau}{F.S}$$

- ✓ τ_{adm}: Esfuerzo cortante admisible (kgf/cm²).
- ✓ F.S: Coeficiente de seguridad.

Tabla 42

Coeficientes para el cálculo del esfuerzo admisible por corte

	Corte paralelo
F. C	*
F. T	*
F. S	4.00
F.D.C	*

Nota. Siendo F.C= Coeficiente de reducción por calidad, F.T= Coeficiente de reducción por tamaño, F.S= Coeficiente de seguridad y F.D.C= Coeficiente de duración de la carga, (*)= Incluido en F.S . Adaptado de la norma E.010 Madera, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2014, p. 13.

Tabla 43

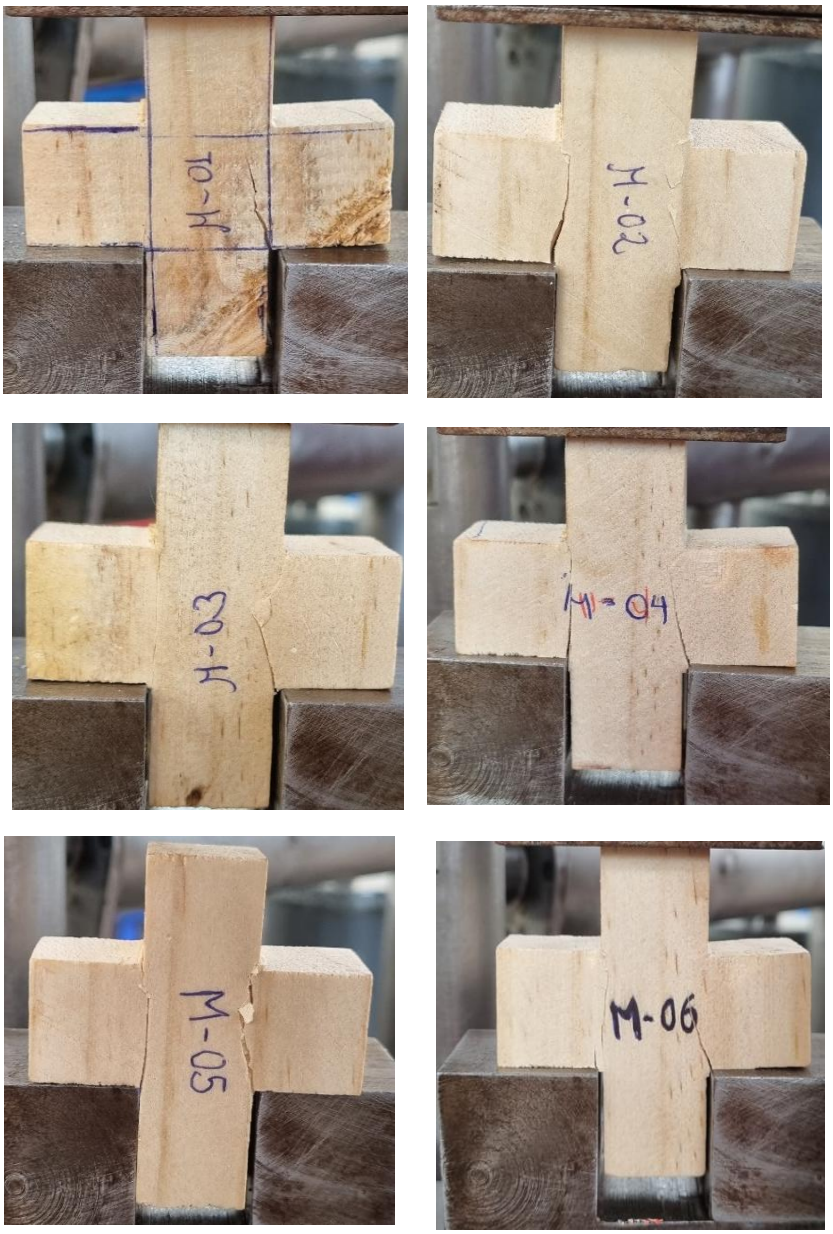
Resultados de ensayo de corte de la madera nueva

Muestra	**Corte máximo (kgf)**	**Deformación máxima (kgf)**	**Máximo esfuerzo (kgf/cm²)**
V-01	200.00	0.57	37.50
V-02	185.00	0.29	34.69
V-03	215.00	1.44	40.31
V-04	187.50	0.20	35.16
V-05	93.75	0.87	35.16
V-06	185.00	0.74	34.69
Esfuerzo de corte básico (Kg/cm²)			**34.69**
Esfuerzo de corte promedio (Kg/cm²)			**36.25**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm²)			**40.31**
Desviación estándar			**2.25**
Coeficiente de variación (%)			**5.58%**
Esfuerzo de corte admisible (Kg/cm²)			**8.67**

Nota. Se obtuvo como esfuerzo cortante admisible de 8.67 kgf/cm².

Figura 67

Ensayo de corte paralelo al grano de la madera para restauración



Nota. Falla de las 06 muestras de madera después de ser sometidas al ensayo de corte. Fuente: Elaboración propia.

Tracción paralela al grano

El ensayo se realizó en base a lo indicado por la norma COPANT 742, para la realización de este ensayo se colocaron las muestras en la máquina universal de manera que la dirección de las fibras de la madera sea paralela a la aplicación de las fuerzas. Con la información recolectada se pudo obtener la resistencia a la tracción paralela de la madera.

Tabla 44

Resultados del ensayo de tracción paralelo al grano.

Muestra	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Carga máxima aplicada (Kgf)	Esfuerzo máximo aplicado (Kgf/cm²)
MT-01	1.50	2.00	252.00	84.00
MT-02	1.50	2.00	266.00	88.67
MT-03	1.50	2.00	271.00	90.33
MT-04	1.50	2.00	259.00	86.33
MT-05	1.50	2.00	250.00	83.33
MT-06	1.50	2.00	280.00	93.33
MT-07	1.50	2.00	240.00	80.00
MT-08	1.50	2.00	279.00	93.00
MT-09	1.50	2.00	278.00	92.67
Esfuerzo básico de tracción (kgf/cm²)				**80.00**
Esfuerzo máximo de tracción (kgf/cm²)				**93.33**
Esfuerzo promedio de tracción (kgf/cm²)				**87.50**
Desviación estándar				**4.84**
Coeficiente variación (%)				**5.53%**

Nota. Se obtuvo como módulo de tracción promedio 87.50 kgf/cm².

Figura 68

Ensayo de tracción paralelo al grano de la madera para restauración

Nota. Falla de las 09 muestras de madera después de ser sometidas al ensayo de traccion. Fuente: Elaboración propia.

G.6. Análisis Estructural del Sistema de Reforzamiento

G.6.1. Determinación de Resistencia de elementos de concreto armado

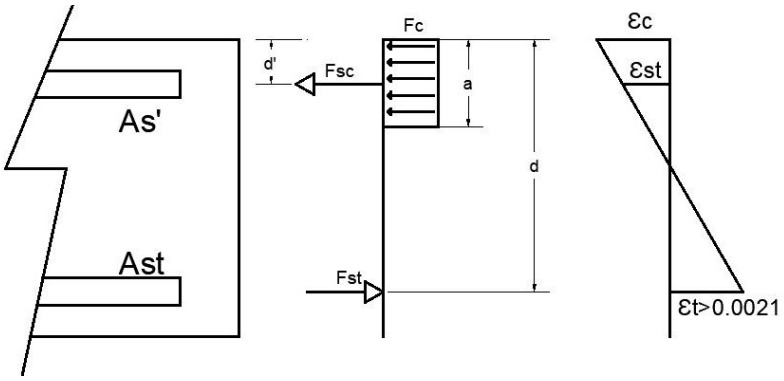
La presencia de acero liso como refuerzo en los elementos de concreto genera una menor adherencia entre el concreto y el acero donde esta fuerza es 18.30 % menor que una barra de acero corrugado (Guohua Xing, et al., 2015, pag. 7).

Vigas

Para el chequeo de estos elementos se realizó un análisis de las fuerzas internas aplicadas y con ello determinar las fuerzas aplicadas en la zona de compresión y en la zona de tracción. En base a las siguientes ecuaciones de equilibro de fuerzas y de momentos.

Figura 69

Diagrama de fuerzas en concreto producto del adobe y acero



Nota. La deformación unitaria en la zona de tracción corresponde para un acero corrugado grado 60. Fuente: Elaboración propia.

$$F_{st} = \varepsilon_{sc} E_c A_{sc} + 0.85 f_c' b(\beta\ x\ c)$$

$$M_n = \varepsilon_{sc} E_c A_{sc}(d - d') + 0.85 f_c' b(\beta\ x\ c)\left(d - \frac{\beta\ x\ c}{2}\right)$$

- ✓ F_{st}: Fuerza del acero en tracción (kgf).
- ✓ ε_{sc}: Deformación unitaria del acero en compresión
- ✓ E_c: Módulo de elasticidad del concreto (kgf/cm^2)
- ✓ A_{sc}: Área de acero en compresión (cm^2)
- ✓ f_c': Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm^2)

- ✓ b: Ancho de viga de concreto (cm)
- ✓ β: Factor para distribución rectangular de los esfuerzos en el concreto (0.85)
- ✓ c: Profundidad del eje de compresión (cm)
- ✓ M_n: Momento nominal de la sección de concreto (Kgf.cm)
- ✓ d: Distancia de cara superior a eje del acero a tracción (cm)
- ✓ d': Distancia de cara superior a eje del acero a compresión (cm)

Resistencia al corte:

Para el chequeo de la resistencia al corte de las vigas se aplican las fórmulas de norma E.060 que indica la resistencia al corte que tiene el elemento de concreto.

$$Vc = 0.53\ x\ \sqrt{f'c}\ x\ b\ x\ d$$

- ✓ Vc: Resistencia al corte del concreto (kgf).
- ✓ f_c': Resistencia a la compresión del concreto (cm^2)
- ✓ b: Ancho de viga de concreto (cm)
- ✓ d: Distancia de cara superior al eje del acero a tracción (cm)

Tabla 45

Resistencia de vigas de concreto a flexión y corte

Tipo de viga	Momento último (Tonf.m)	Resistencia al corte último (Tonf)
V1 (30 cm x70 cm)	2.75	14.66
V2 (30cm x40 cm)	1.24	8.37

Nota. El acero liso aporta muy poca resistencia a la flexión de las vigas.

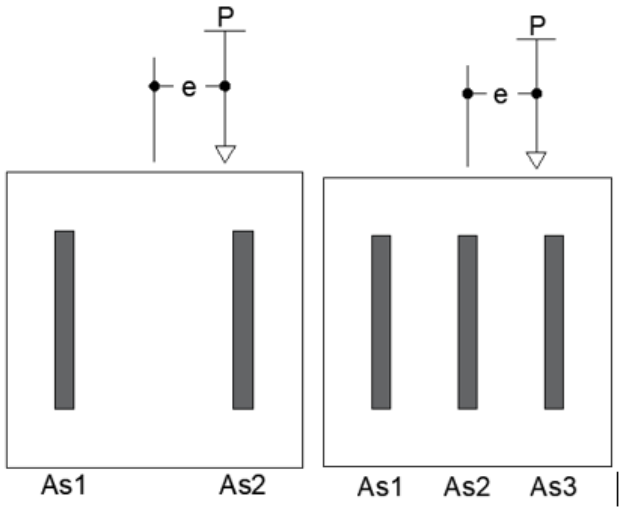
Columnas

Resistencia a flexo compresión

Para la determinación de la resistencia de las columnas se elaboró los diagramas de interacción, para los 2 tipos de columnas presentes en la estructura. Se hizo un análisis de la sección cuando se aplica una carga con distintas excentricidades. Como se muestra en el gráfico, tanto para el sentido paralelo al eje horizontal (X) y eje vertical (Y). En donde se analiza las reacciones del concreto y los elementos de acero ante la aplicación de la carga.

Figura 70

Aplicación de carga axial excéntrica en columnas de concreto

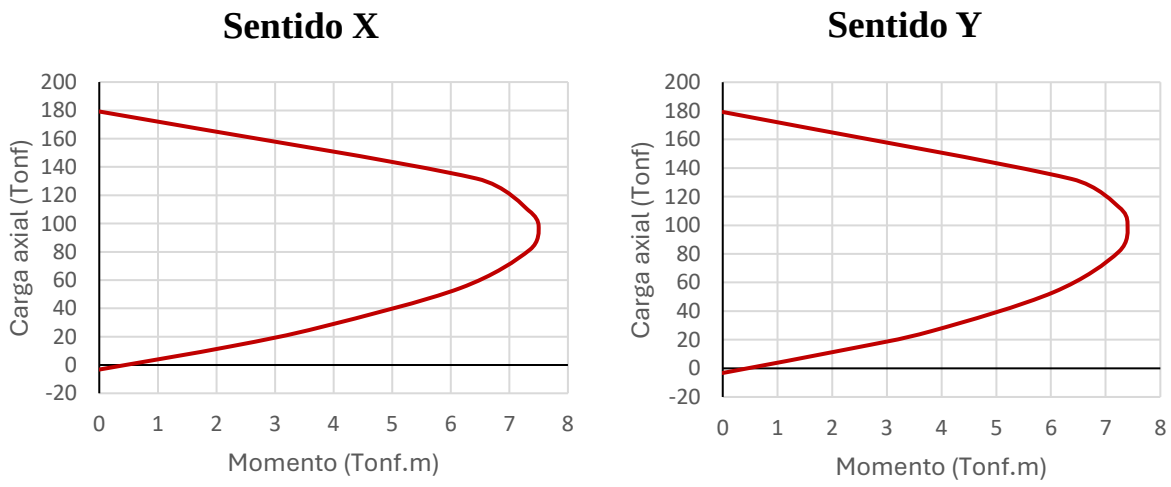


Nota: La vista mostrada de las secciones de concreto es una vista lateral. Fuente: Elaboración propia

Con los valores obtenidos se generó el gráfico que relaciona el momento y la carga axial.

Figura 71

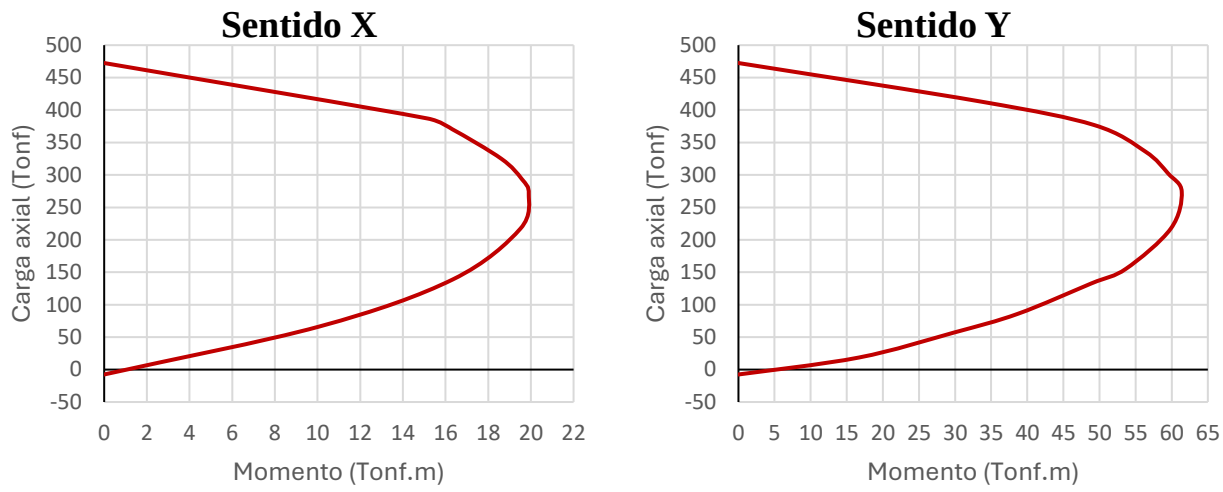
Diagrama de Interacción Columna Tipo 1 (0.30 m x 0.30 m)



Nota: Diagrama de interacción de las columnas sin reforzamiento. Fuente: Elaboración propia

Figura 72

Diagrama de Interacción Columna Tipo 2 (0.30 m x 0.80 m)



Nota: Diagrama de interacción de las columnas sin reforzamiento. Fuente: Elaboración propia

a. Resistencia al corte

Se aplican las fórmulas para los tipos de columna

$$Vc = 0.53\ x\ \sqrt{f'c}\ x\ b\ x\ d$$

- ✓ Vc: Resistencia al corte del concreto (kgf).
- ✓ f_c': Resistencia a la compresión del concreto (cm^2)
- ✓ b: Ancho de viga de concreto (cm)
- ✓ d: Distancia de cara superior a eje del acero a tracción (cm)

Columna tipo 1 (30 x 30 cm)

$$Vc = 0.53\ x\ \sqrt{213}\ x\ 30\ x\ 25 = 5801.3\ kgf = 5.80\ tonf$$

Columna tipo 2 (30 x 80 cm)

$$Vc = 0.53\ x\ \sqrt{213}\ x\ 25\ x\ 80 = 15\ 470.2\ kgf = 15.47\ tonf$$

G.6.2.Metrado de cargas

Las cargas aplicadas a la estructura se asignaron en base al uso que se le daba a la estructura y a los materiales que lo conformaban. Para poder asignar los valores a la carga muerta aplicada se realizaron mediciones en laboratorio para (adobe, madera, concreto), mientras que para los materiales restantes se consideró los valores indicados por la norma de cargas (E.020).

Para la carga viva se consideró los valores dados por la norma para una edificación destinada a vivienda y las cargas correspondientes al techo. Los cuales tiene un valor de 200 kgf/cm² para los ambientes interiores, 400 kgf/cm² para los pasadizos y 30 kgf/cm² para el techo por ser de calamina (cobertura liviana).

G.6.3.Materiales para el análisis estructural

Adobe

- ✓ Peso específico: 1,680.00 kg/m³
- ✓ Módulo de elasticidad: 1,715.26 kgf/cm²
- ✓ Coeficiente de Poisson: 0.23

Concreto

- ✓ Peso específico: 2,411.00 kgf/cm²
- ✓ Resistencia a la compresión:
  - Columnas : 209.00 kgf/cm²
  - Vigas : 219.00 kgf/cm²
  - Muros : 234.00 kgf/cm²
- ✓ Módulo de elasticidad:
  - Columna : 216,798.01 kgf/cm²
  - Vigas : 222,022.80 kgf/cm²
  - Muros : 229,637.21 kgf/cm²
- ✓ Coeficiente de Poisson: 0.2

Madera

- ✓ Densidad: 430.00 kgf/m³
- ✓ Grupo de madera: Tipo C
- ✓ Módulo de elasticidad: 96,53 kgf/cm²
- ✓ Módulo de elasticidad mínimo: 78,52 kgf/cm²
- ✓ Coeficiente de Poisson: 0.29

G.6.4.Parámetros para análisis sismo resistente

La norma E.080 indica que las edificaciones de tierra reforzada no deben ubicarse en zonas de alto riesgo de desastre como: inundaciones, avalanchas, aluviones y huaycos. En dicha norma también indica que en la zona 2 y 1 las edificaciones de tierra reforzada pueden ser hasta de 2 pisos. En el anexo de la norma E.030 se puede encontrar las zonas sísmicas. Ubicándose el distrito de Yucay en la zona 2 del mapa de zonificación sísmica.

Figura 73

Zonificación sísmica

Nota. Zonas sísmicas establecidas en el territorio peruano. Tomado de Norma E-030 Diseño Sismorresistente.

Cálculo de los factores de suelo, uso y el coeficiente sísmico

Tabla 46

Factor de Suelo (S)

Tipo	Descripción	Factor de Suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa o 3.06 kgf/cm²	1.0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Ma o 1.02 kgf/cm²	1.4

Nota. Adaptado de norma E.080 *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* 2017.

Para la estructura se ha determinado que el suelo tiene una capacidad portante mayor a 3.06 kgf/cm², por lo tanto, el factor S tendrá un valor de **1.0** para la estructura.

Tabla 47

Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1.4	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1.2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.0	8%

Nota. Adaptado de Norma E.080 *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* 2017.

Para el caso de la estructura al ser destinado a educación el factor de uso será de 1.4.

Tabla 48

Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0.25
3	0.2
2	0.15
1	0.10

Nota. Adaptado de Norma E.080 *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* 2017.

Al estar ubicado en la zona 2 el valor para el coeficiente sísmico es de **0.15.**

Se seleccionan los parámetros para la determinación del coeficiente para la aplicación de la carga horizontal sísmica, en base a la siguiente expresión de la norma E.080.

$$H = SUCP$$

El valor del peso sísmico de acuerdo a la norma E.080 es calculado tomando el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva. Reemplazando los valores se obtiene el coeficiente cortante en la base:

$$H = 1\ x\ 1.4\ x\ 0.15\ x\ P = 0.21\ x\ P$$

- ✓ P: Peso sísmico (kgf)

Por lo tanto, la carga que se aplica en la base es el 21% del peso sísmico de la edificación, esto se configuró en el modelo estructural en el software ETABS.

G.6.5.Análisis estructural mediante software

Análisis estático

Se configuró el valor de 0.21, calculado en la sección anterior, como coeficiente de cortante en la base y un valor K=1 de distribución en altura de la carga, que será aplicado tanto en el eje X y en el eje Y.

Figura 74

Configuración de parámetros para análisis sísmico

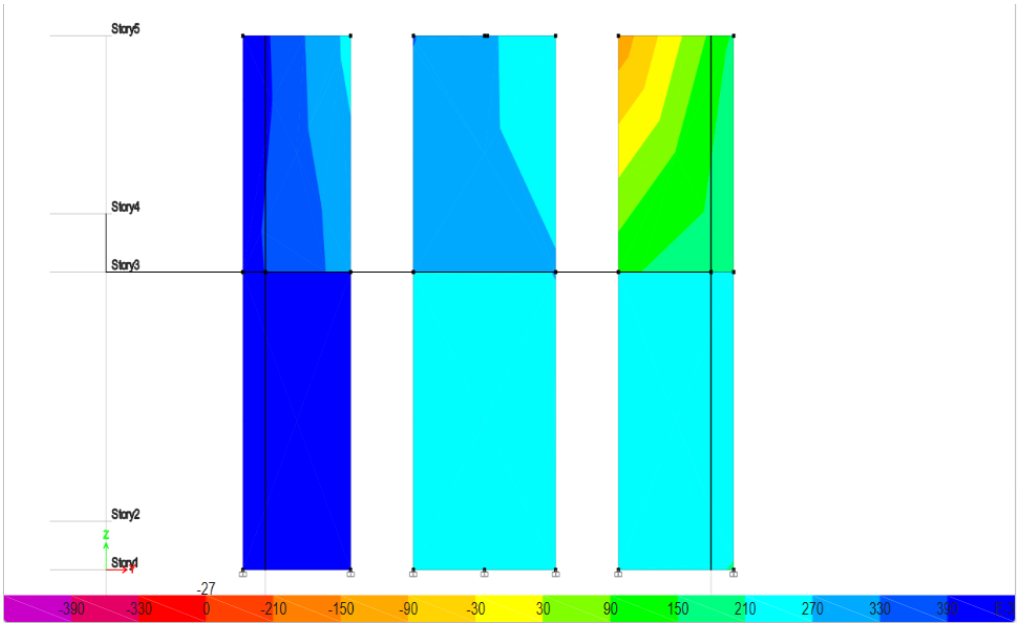
Nota. Se muestra el ingreso de 0.21 para el coeficiente de cortante en la base. Fuente: Elaboración propia

Verificación de solicitaciones en elementos de adobe

En base al análisis hecho mediante Software se apreció que ante la aplicación de cargas en base a la norma E.020 y E.080, los esfuerzos de corte generados son menores a la resistencia obtenida en laboratorio, sin embargo, no satisface las exigencias al aplicar los factores de seguridad exigidos.

Figura 75

Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje X=0.30 m



Nota. La escala de color muestra que existen zonas donde se excede el límite (zonas de azul y morado). Fuente: Elaboración propia

Las zonas de coloración azul indican donde se excede el valor del esfuerzo cortante ultimo (0.39 Kgf/cm²) calculado en laboratorio, principalmente en el muro de la izquierda, debido a la falta de un elemento amarre que permita el aporte de resistencia de los muros continuos. Por lo cual se plantea un reforzamiento en la estructura de adobe.

Tabla 49

Esfuerzos cortantes actuantes en muros de adobe

Nivel	Etiqueta de muro	S11 Top (kgf/cm²)	S22 Top (kgf/cm²)	S12 Top (kgf/cm²)	S11 Bottom (kgf/cm²)	S22 Bottom (kgf/cm²)	S12 Bottom (kgf/cm²)
Nivel 2	W27	0.19	-0.14	0.51	0.18	-0.33	0.65
Nivel 2	W27	0.23	-0.27	0.5	0.21	-0.13	0.58
Nivel 1	W5	-0.07	-0.33	0.58	0.04	-0.57	0.55
Nivel 1	W5	-0.13	-0.57	0.53	-0.01	-0.77	0.54
Nivel 1	W6	-0.08	-0.37	0.52	-0.08	-0.44	0.53
Nivel 1	W30	-0.12	-0.53	0.54	-0.09	-0.43	0.53
Nivel 1	W6	0.12	0.49	0.5	0.08	0.34	0.51
Nivel 1	W30	0.07	0.32	0.51	0.09	0.43	0.51
Nivel 1	W5	-0.12	-0.34	0.5	0.01	0.07	0.48
Nivel 1	W5	-0.14	-0.79	0.45	-0.03	-0.14	0.47

Nota. Los valores mostrados son solos los 10 mayores valores positivo. S11: Esfuerzos normales en el eje local 1, S22: Esfuerzos normales en el eje local 2, S12: Esfuerzos cortantes en el plano de los ejes locales 1-2, Top: valores en la parte superior de los muros, Bottom: Valores en las zonas inferiores de los muros.

G.6.6.Propuesta de modelo estructural para reforzamiento

Como se mostró en la sección anterior, debido a que la estructura de adobe presenta deficiencias en la resistencia al esfuerzo cortante se planteó un sistema de reforzamiento para reducir estos efectos procurando generar la menor alteración de la arquitectura original de la estructura.

Una de las principales deficiencias estructurales, que presentaba la distribución original era la falta de densidad de muros en un sentido, generando que los muros en la misma dirección sean sometidos a mayores solicitaciones. Por ello la principal propuesta para el reforzamiento es un aumento en el espesor

de los muros en el sentido Y en el 2do nivel y agregar muros interiores en el primer nivel. Generando un aumento en la densidad necesaria de muros, para tener un mejor desempeño estructural.

Verificación de distorsiones de entrepiso en elementos de adobe

La norma E.030 establece que el máximo valor de distorsión para edificaciones cuyo material predominante es de albañilería es: 0.005. Se verifica este valor para las direcciones X-X y Y-Y. En donde los valores para la dirección X es 0.008 y para la dirección Y es 0.00412. Ambos valores son menores a lo establecido como límite en la norma E.030.

Tabla 50

Máximas derivas de entrepiso

Elevación (m)	Dirección	Deriva (m/m)
H=8.25 m	Y	0.0042
H=4.60 m	Y	0.0012
H=8.25 m	X	0.0004
H=4.60 m	X	0.0008

Nota. La elevación de 4.60 m corresponde a la parte superior de los muros del primer nivel y la elevación de 8.25 m corresponde a la parte superior de los muros del 2do nivel.

Verificación ante esfuerzos de compresión en elementos de adobe

En siguiente tabla se muestra los mayores valores de esfuerzos a compresión que se presentan en la estructura de adobe. El mayor valor registrado de esfuerzo de compresión fue de S22= 1.99 Kgf/cm². El valor presentado es menor que el esfuerzo admisible a compresión obtenido en los ensayos de laboratorio de resistencia a la compresión: 5.23 Kgf/cm². Con estos resultados se puede apreciar que el material presenta un adecuado desempeño ante la aplicación de las cargas en base a los reglamentos actuales.

Tabla 51

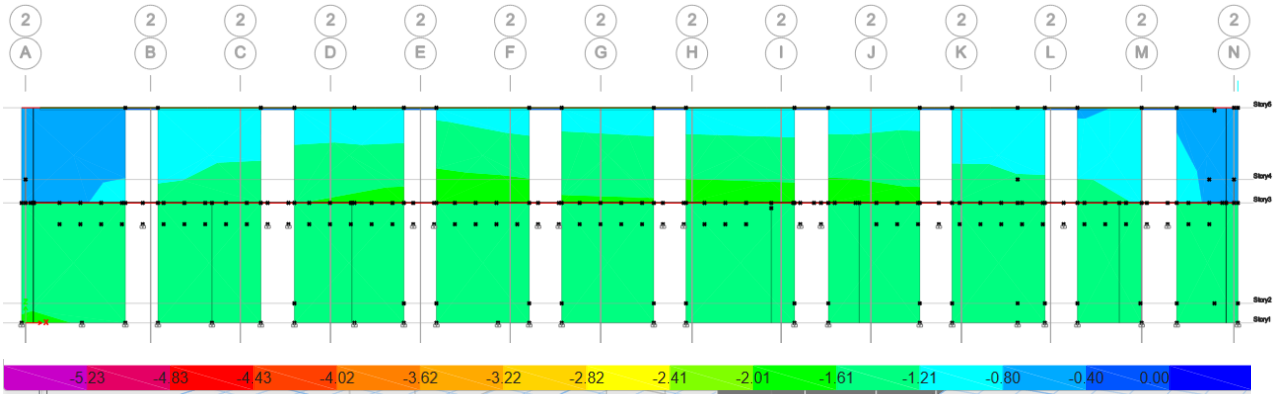
Resultados de esfuerzo a compresión aplicado en muros de adobe.

Nivel	Etiqueta de muro	S22 Top (kgf/cm²)	S22 Bottom (kgf/cm²)
Nivel 1	W46	-1.14	-1.99
Nivel 1	W65	-1.47	-1.94
Nivel 2	W98	-0.24	-1.9
Nivel 2	W98	-0.03	-1.84
Nivel 2	W101	-0.21	-1.84
Nivel 2	W100	-0.2	-1.83
Nivel 2	W100	-0.11	-1.79
Nivel 1	W67	-1.56	-1.79
Nivel 1	W71	-1.78	-1.78
Nivel 1	W71	-1.78	-1.78

Nota. Los valores mostrados son solos los 10 mayores valores de esfuerzos normales a compresión del análisis. S22: Esfuerzos normales en el eje local 2, Top: valores en la parte superior de los muros, Bottom: Valores en las zonas inferiores de los muros.

Figura 76

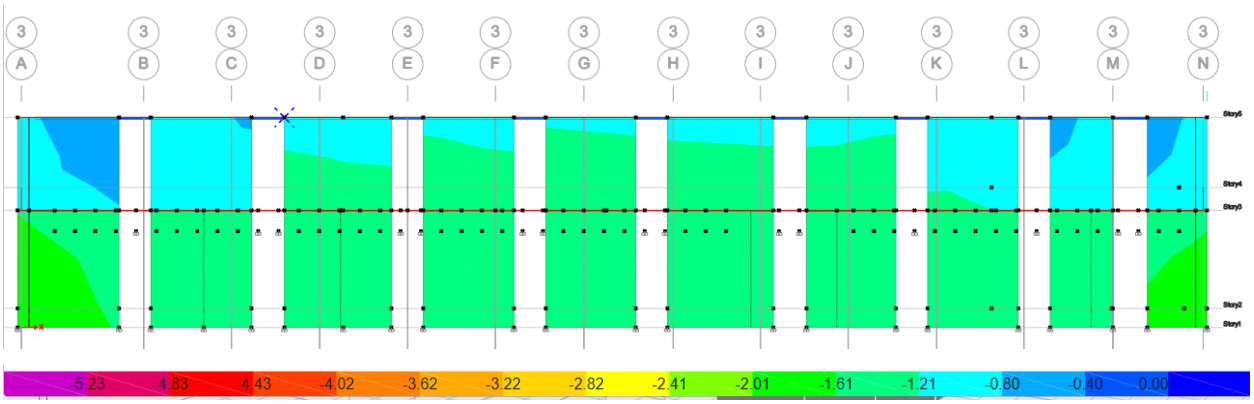
Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe en el eje 2.



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia

Figura 77

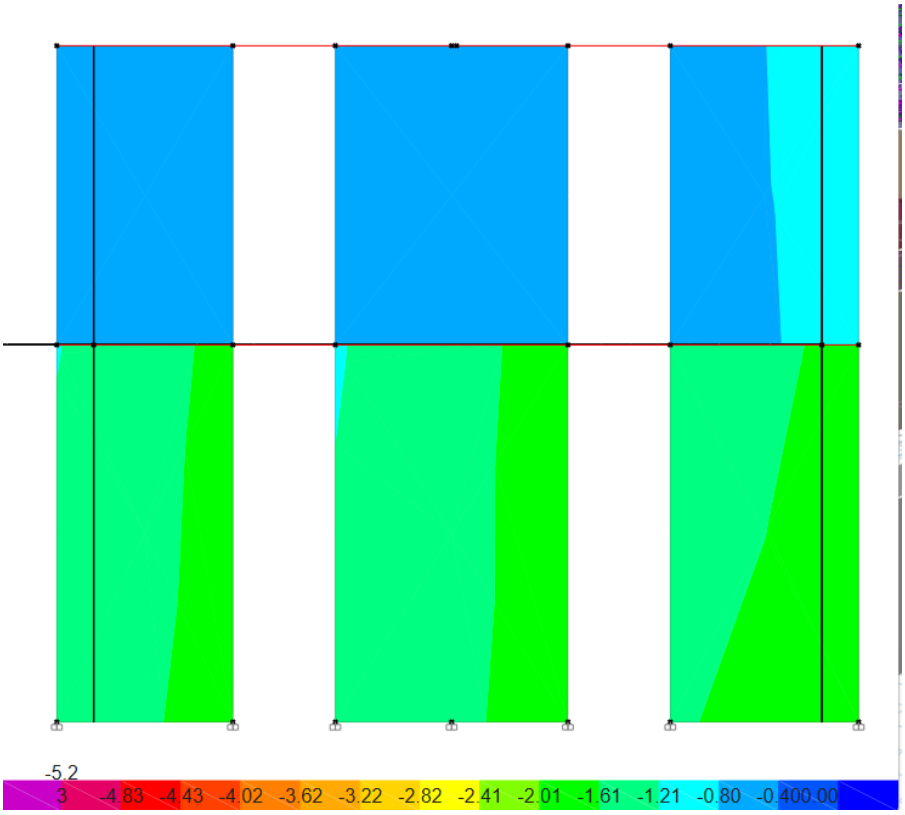
Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe en el eje 3



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia

Figura 78

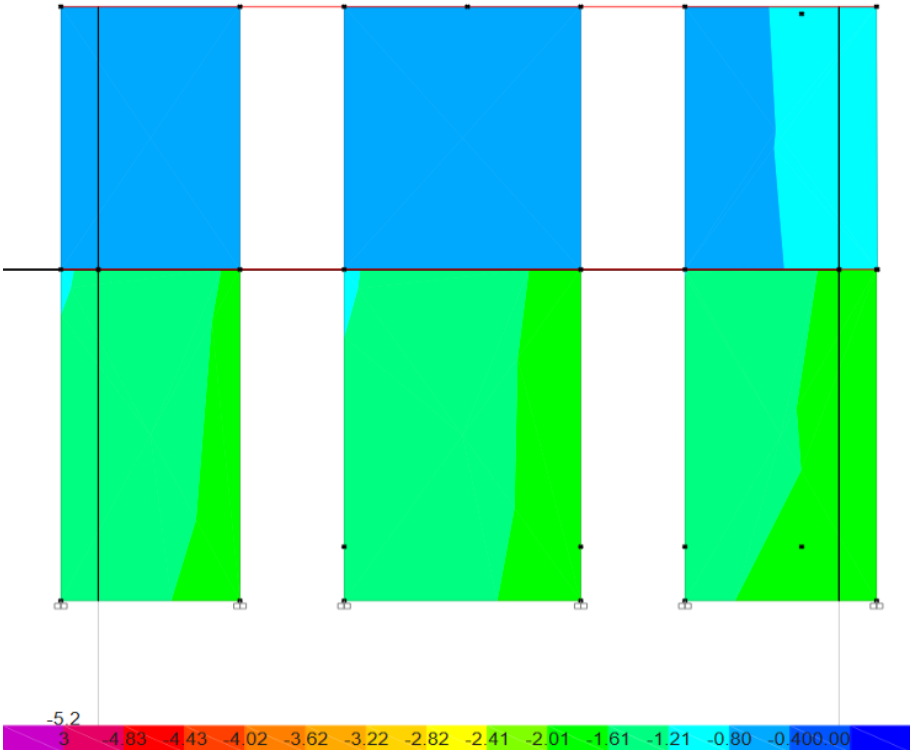
Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe ubicado en X=0.30 m.



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia

Figura 79

Distribución de esfuerzos verticales en muros de adobe ubicado en X=46.17 m



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia

Verificación ante esfuerzos de corte en elementos de adobe

En la tabla siguiente se muestra los mayores valores correspondientes a los mayores valores esfuerzos a corte que se presentan en la estructura de adobe. El mayor valor registrado de esfuerzo de compresión fue de S12= 0.39 Kgf/cm². El valor presentado es menor que el esfuerzo admisible a corte obtenido en los ensayos de laboratorio de resistencia a la tracción indirecta de muros es: 0.39 Kgf/cm².

Con estos resultados se puede apreciar que el material y la nueva distribución de muros generó un mejor desempeño estructural que la distribución origina, ya que la estructura no se comportaba bien ante los esfuerzos de corte como se mostró en la Sección anterior.

Tabla 52

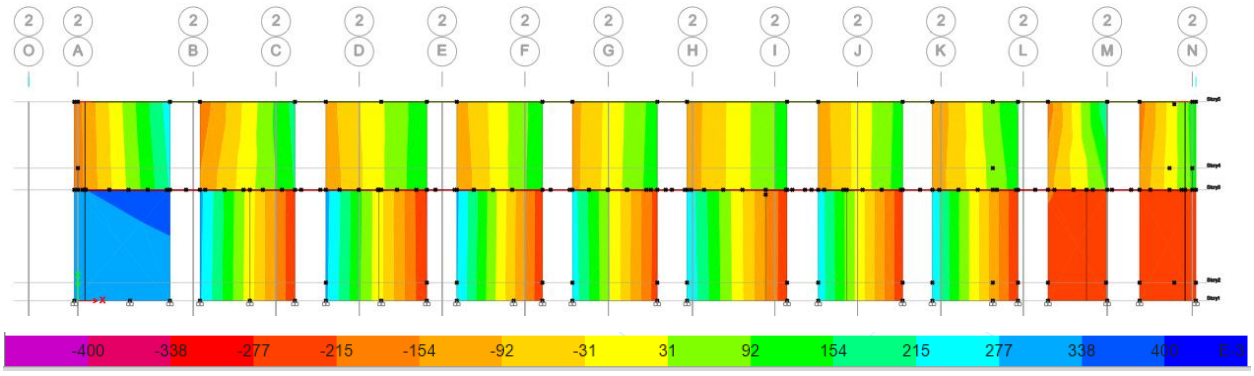
Resultados de esfuerzo de corte aplicado en muros de adobe.

Nivel	Etiqueta de muro	S12 Top (kgf/cm²)	S12 Bottom (kgf/cm²)
Nivel 1	W21	0.38	0.39
Nivel 1	W19	0.38	0.39
Nivel 1	W22	0.38	0.37
Nivel 2	W27	0.30	0.37
Nivel 1	W21	0.36	0.37
Nivel 1	W5	0.34	0.36
Nivel 1	W22	0.37	0.36
Nivel 1	W46	0.35	0.34
Nivel 1	W5	0.32	0.34
Nivel 1	W6	0.34	0.34

Nota. Los valores mostrados son solos los 10 mayores valores de esfuerzos cortantes del análisis. S12: Esfuerzos cortantes en el plano de los ejes locales 1-2, Top: valores en la parte superior de los muros, Bottom: Valores en las zonas inferiores de los muros.

Figura 80

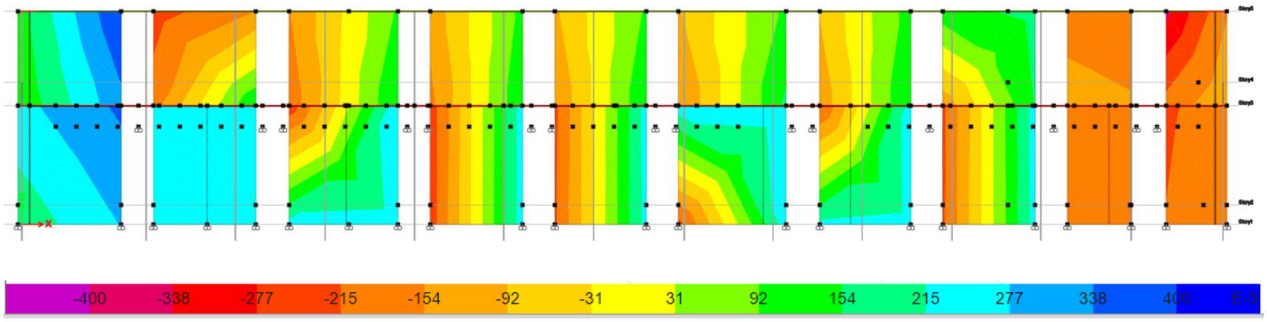
Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje 2



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia

Figura 81

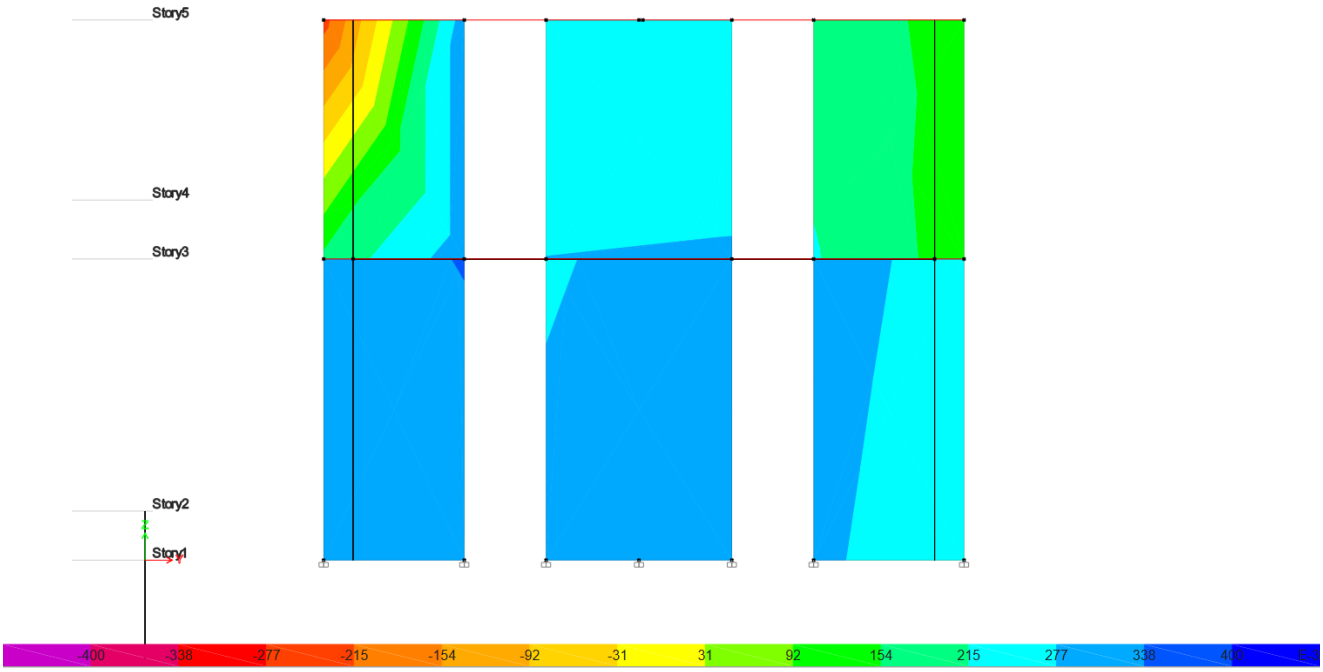
Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje 3



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia.

Figura 82

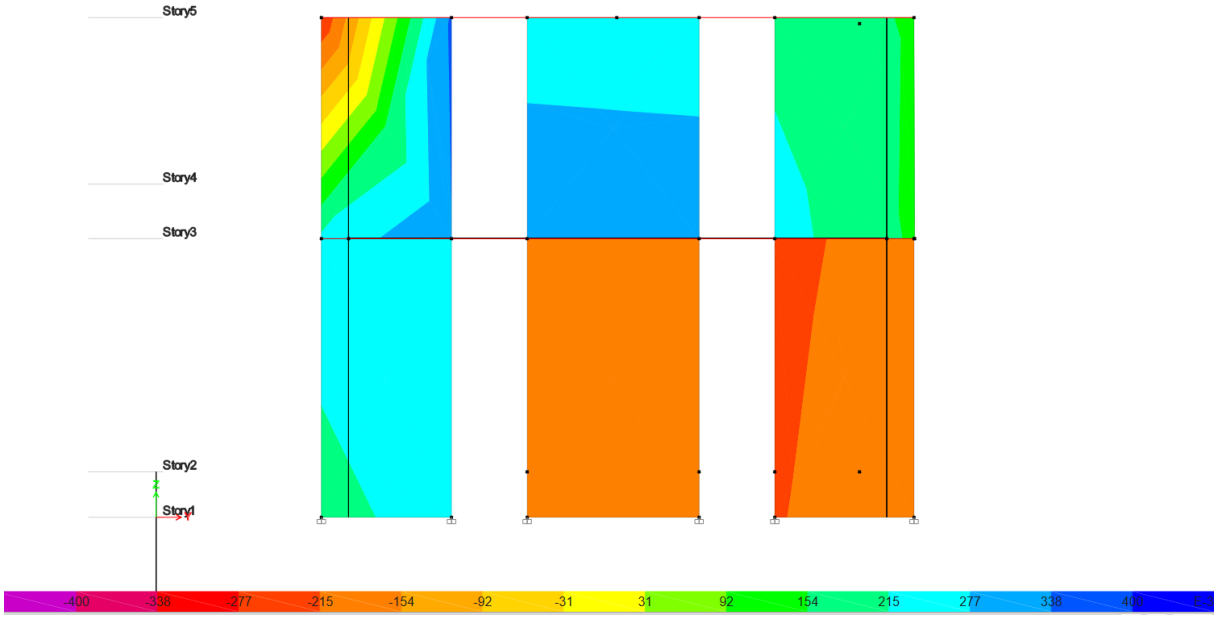
Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje X= 0.30 m



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia

Figura 83

Distribución de esfuerzos de corte en muros de adobe en el eje X= 46.17 m



Nota. La escala de color muestra que ningún valor excede el límite. Fuente: Elaboración propia.

Con los valores de los esfuerzos en los elementos de adobe quedando dentro de los límites normativos se procedió al diseño y verificación para los elementos de madera y concreto.

G.6.7.Diseño de entrepiso de madera

Para la estructura del entrepiso de madera plateada para el reforzamiento, se consideró la misma madera de las vigas y armadura del techo y la misma sección de 7 cm de ancho por 20 cm de alto. Como indica la norma E.010 Maderas, estos elementos son diseñados a flexión.

Diseño de entablado

Del software se extrae el máximo momento que se aplica por cada metro de ancho, resultando un valor de 55 kgf.m/m. Con este valor del esfuerzo de flexión aplicado en la estructura.

$$\sigma = \frac{6M}{bh^2} = \frac{6\ x\ 55.0 * 100}{100\ x\ 1.8^2} = 101.9\ kgf/cm^2$$

- ✓ σ: Esfuerzo de flexión aplicado (kgf/cm^2).
- ✓ M: Momento aplicado por metro de ancho (Kgf.m/m).
- ✓ b: Ancho de la sección de entablado (cm).
- ✓ h: Espesor de entablado (cm).

El valor del esfuerzo aplicado 101.9 kgf/cm^2 es menor a la resistencia a la flexión admisible determinada en el laboratorio para la madera 113.92 kgf/cm^2. Por lo cual se tomó un espesor de 1.8 cm para el entablado.

Diseño de vigas de madera

De manera similar para las vigas que sostienen al entablado se extrajo el máximo valor del momento que es aplicado a estas vigas, resultando un valor de: 0.40 tonf.m como se muestra en la siguiente figura

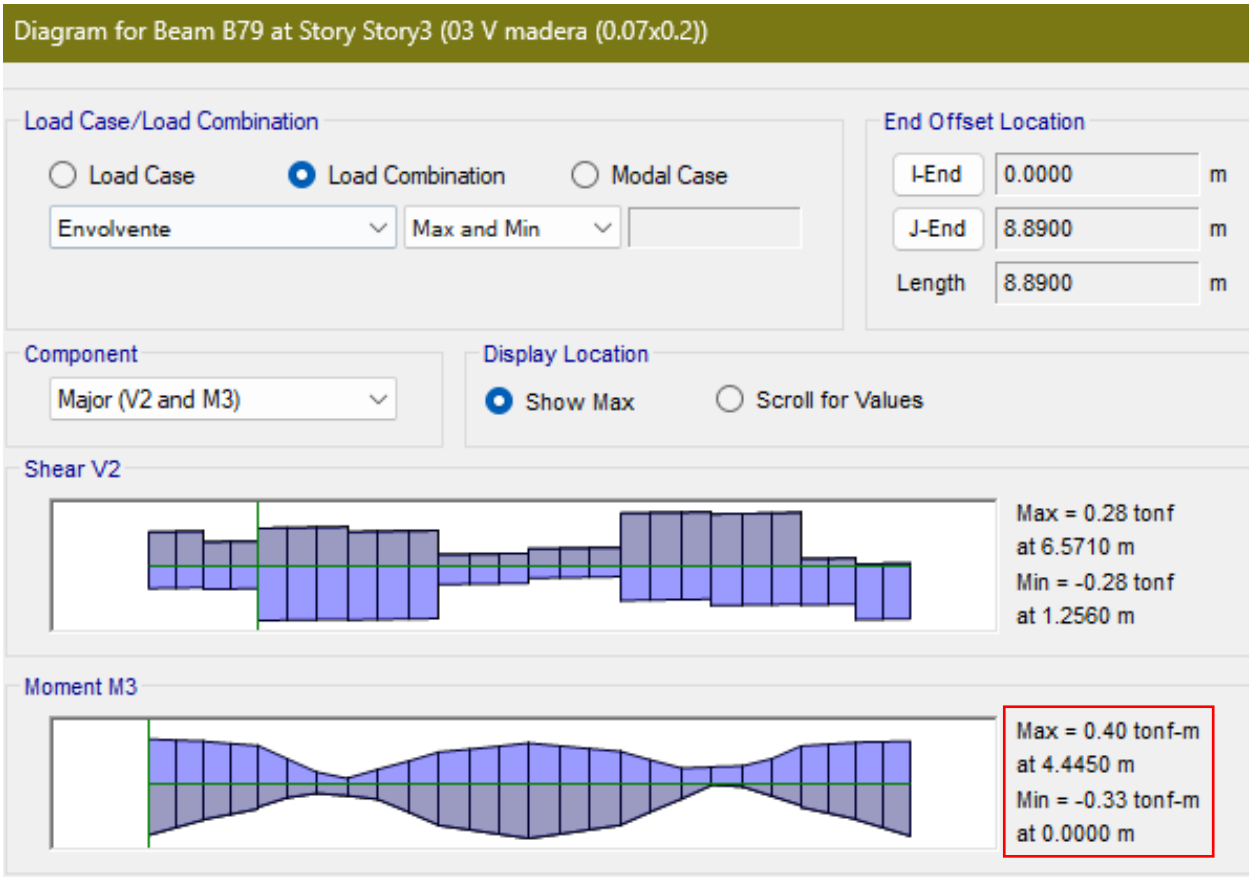
$$\sigma = \frac{6M}{bh^2} = \frac{6\ x\ 40000}{7\ x\ 20^2} = 85.71\ \frac{kg}{cm2}$$

- ✓ σ: Esfuerzo de flexión aplicado (kgf/cm^2).
- ✓ M: Momento aplicado (Kgf.m)
- ✓ b: Ancho de la viga (cm)
- ✓ h: Peralte de vigueta (cm)

El valor del esfuerzo aplicado 85.71 kgf/cm^2 es menor a la resistencia a la flexión admisible determinada en el laboratorio para la madera 113.92 kgf/cm^2. Por lo cual la sección de la madera es adecuada.

Figura 84

Máximo valor de momento aplicado a una viga de madera



Nota. El máximo valor del momento para el diseño es de 0.40 tonf.m. Fuente: Elaboración propia

Realizando el chequeo por deflexión se obtuvo que el mayor valor de deformación es de: 0.017 m. y el máximo valor admisible normativo es de $L/300$ para techos sin cielo raso y el valor límite para el caso es esta estructura es de 0.028 m

Diseño de uniones vigas

La propuesta para la incorporación de las vigas de madera al sistema estructural se da por medio de angulares unidos a las vigas de madera y las vigas collar de concreto. Las fuerzas para el diseño son las obtenidos en el análisis estructural. De manera similar a las cartelas de la armadura se realiza el diseño de los angulares. Los cálculos para el diseño de uniones en vigas se encuentran en el diseño de cartelas.

G.6.8.Diseño de armadura de techo

Para la estructura de la armadura se consideró la utilización del mismo tipo de madera usado para las vigas (7 cm x 20cm) que sostienen el piso de madera del segundo nivel. Para la forma de la estructura se tomó como base registros fotográficos de la estructura completa, con ello se planteó una estructura de armadura que genera la misma pendiente y elevación del techo original, afectado por el incendio.

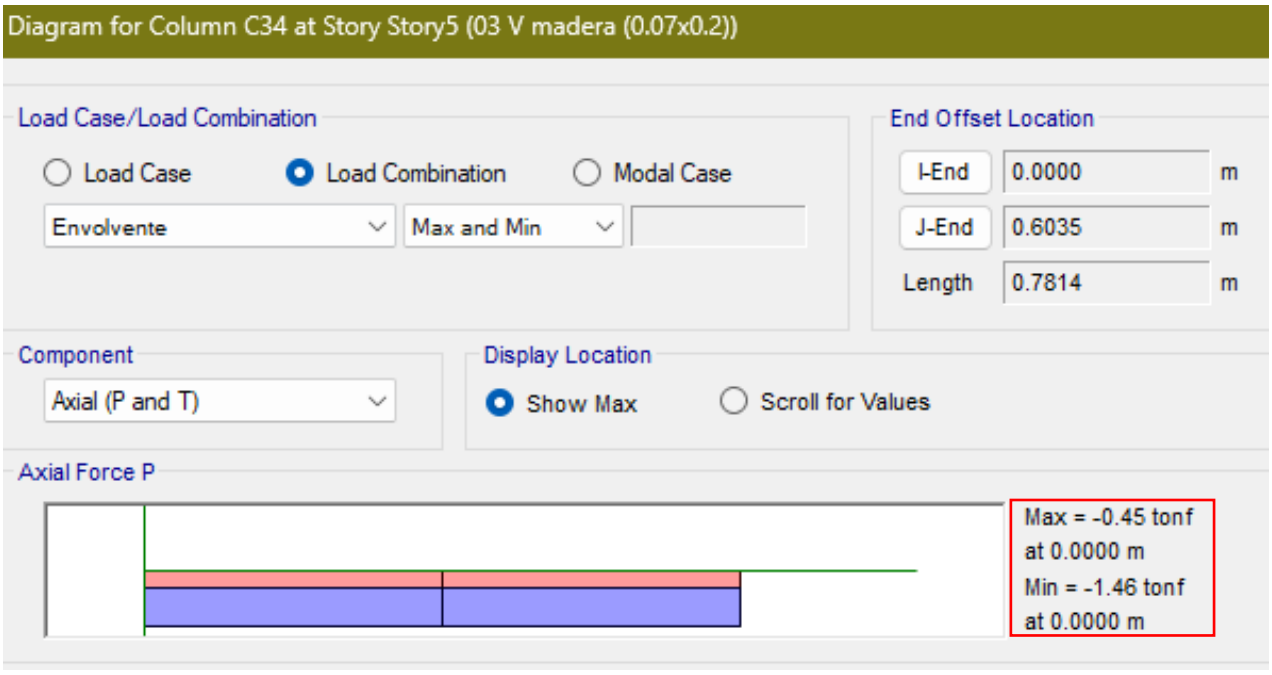
Para la verificación de las dimensiones de los elementos de armadura, se hizo el análisis estructural correspondiente, en donde se ubicaron los valores máximos de los distintos tipos de esfuerzo y la mayor deflexión que se presenta.

Verificación de esfuerzos aplicados

Para la verificación de los elementos de madera se verificó con los esfuerzos compresión, tracción, corte y flexión y comprobando con los máximos esfuerzos calculados en laboratorio.

Figura 85

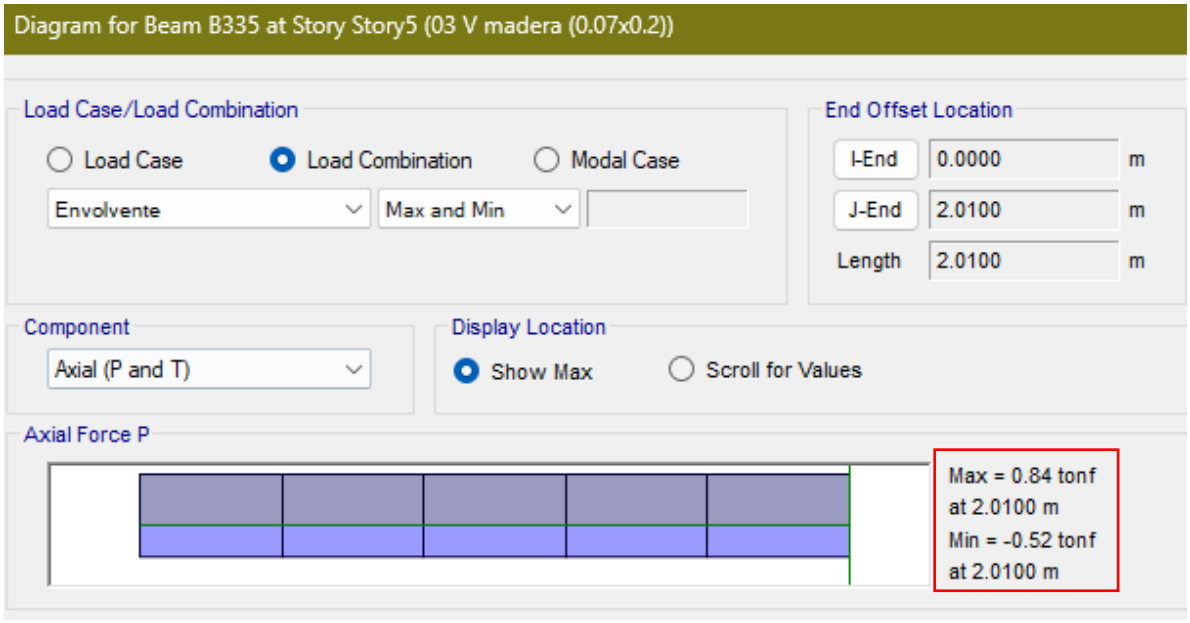
Mayor valor de fuerza a compresión aplicado en un elemento de la armadura



Nota. El máximo valor compresión obtenido es de 1.46 tonf. Fuente: Elaboración propia

Figura 86

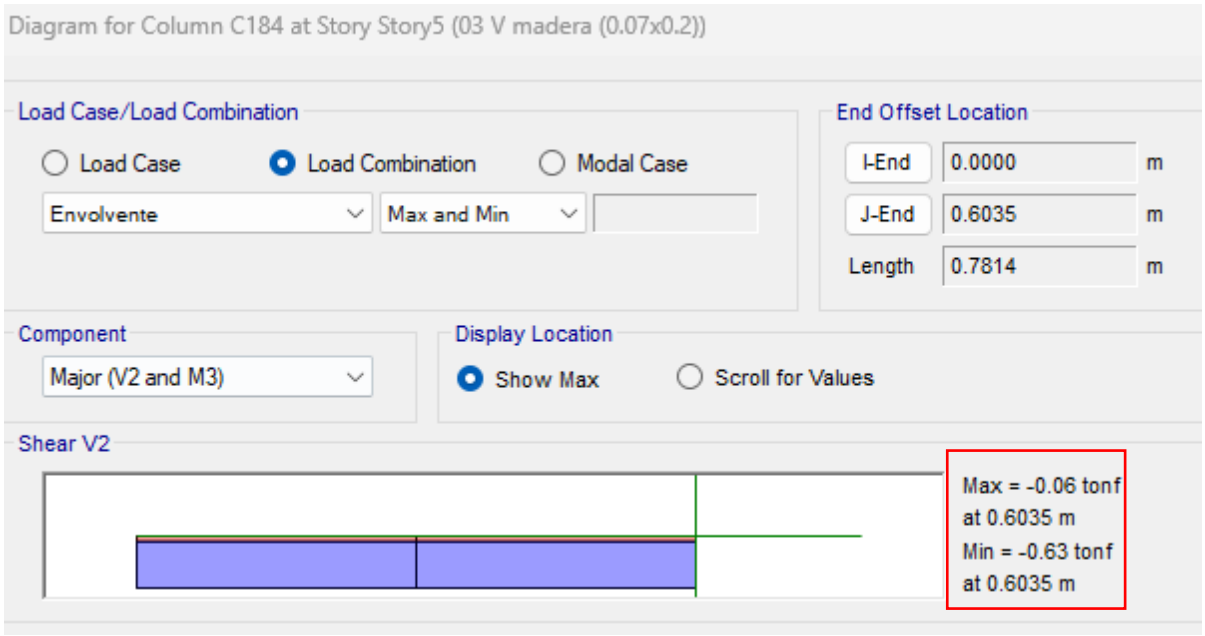
Mayor valor de fuerza a tracción aplicado en un elemento de la armadura



Nota. El máximo valor tracción obtenido es de 0.84 tonf. Fuente: Elaboración propia

Figura 87

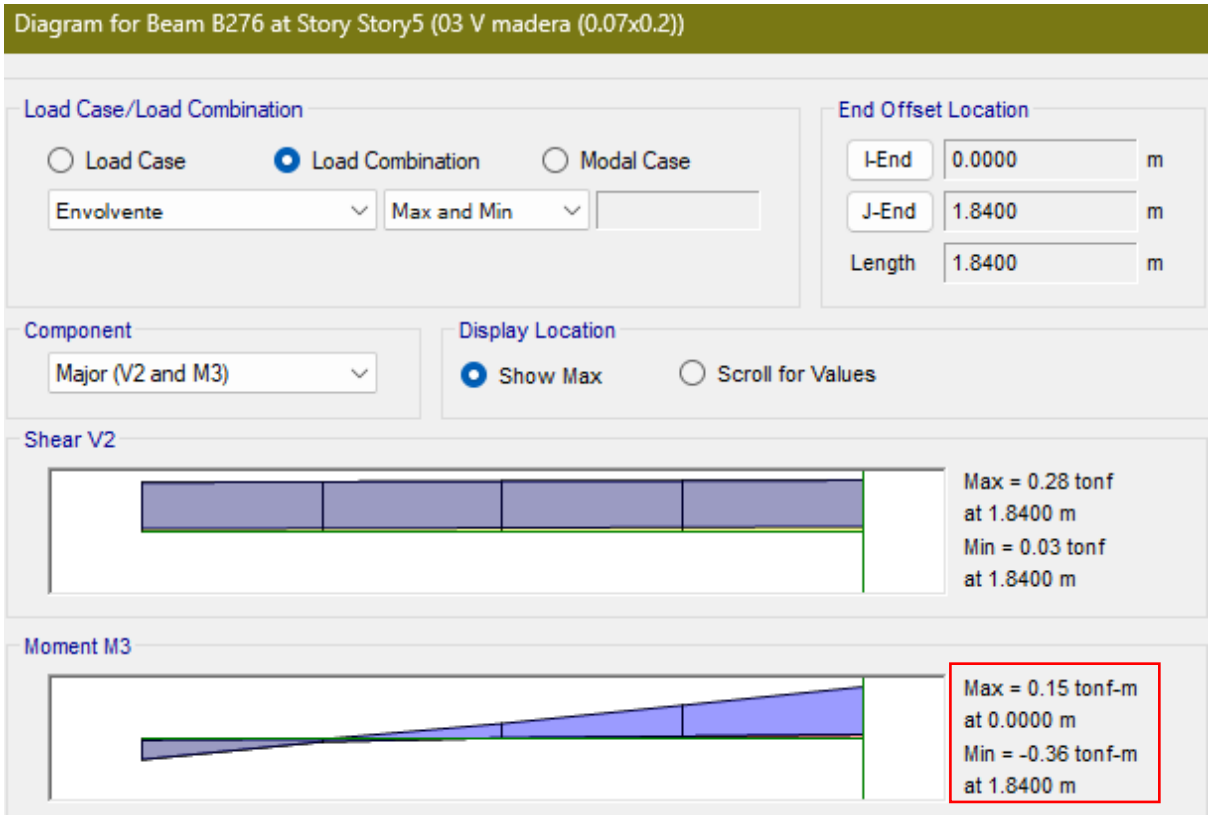
Mayor valor de fuerza cortante aplicada en un elemento de la armadura



Nota. El máximo valor fuerza cortante obtenido es de 0.63 tonf. Fuente: Elaboración propia.

Figura 88

Mayor valor de momento aplicado en un elemento de la armadura



Nota. El máximo valor momento obtenido es de 0.36 tonf.m. Fuente: Elaboración propia.

Los valores mostrados en la siguiente tabla, muestran una comparación entre los esfuerzos aplicados y los valores admisibles obtenidos en laboratorio. Por lo cual secciones y elementos de la armadura:

- ✓ Cuerpo de armaduras: 7 cm x 20 cm.
- ✓ Correas: 2.5 cm x 2.5 cm.
- ✓ Vigas de unión entre armaduras: 7 x 10 cm.

Tabla 53

Comparación de esfuerzos aplicados con esfuerzos admisibles.

Esfuerzo	Esfuerzo aplicado (Kgf/cm²)	Esfuerzo admisible (Kgf/cm²)
Compresión	10.43	120.08
Tracción	6.00	75.00
Corte	4.50	8.67
Flexión	77.14	113.92

Nota. Los valores de los esfuerzos admisibles en elementos de la armadura son los obtenidos en los ensayos de laboratorio.

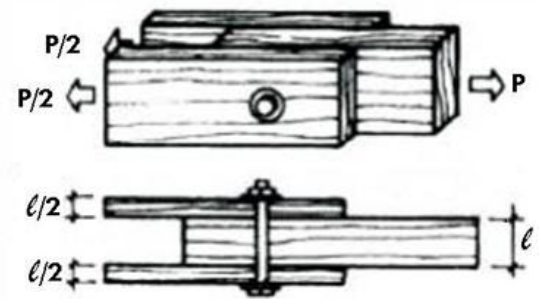
Diseño de uniones en la armadura del tijeral

El tipo de unión que se utilizará en la armadura del tijeral será empernado entre elementos de madera y pletinas metálicas (cartela), estas cartelas fueron diseñadas con las fuerzas actuantes que fueron determinadas en el análisis estructural.

La Norma E.010 indica que existe 2 tipos de carga admisible, la primera carga es P esta se da cuando la fuerza en la unión se da en la dirección del grano del elemento, la segunda carga es Q esta se da cuando la fuerza es paralela al grano del elemento, pero perpendicular a los elementos laterales. Para la siguiente investigación se utilizó uniones entre el elemento y elementos laterales (doble cizallamiento) que serán pletinas metálicas, a esta le corresponde la carga admisible P con un incremento del 25%.

Figura 89

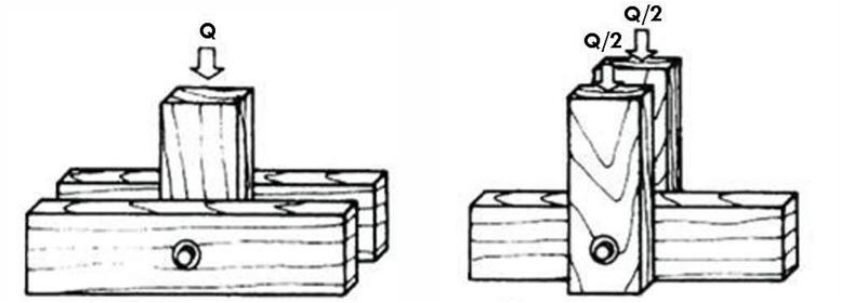
Unión empernada a doble cizallamiento (Carga P)



Nota. La carga P es paralela al grano del elemento. Tomado de la norma *E.010 Madera*, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2020, p. 43.

Figura 90

Unión empernada a doble cizallamiento (Carga P)



Nota. La carga Q perpendicular al grano de los elementos laterales. Tomado de la norma *E.010 Madera*, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2020, p. 44.

Para la obtención de los valores de P de acuerdo con el espesor se utilizó las siguientes tablas.

Tabla 54

Cargas admisibles para uniones empernadas doble cizallamiento

Diametro (cm)	**Diametro (plg)**	**Grupo A**		**Grupo B**		**Grupo C**	
		P "N"(Kgf)	**Q** "N"(Kgf)	**P** "N"(Kgf)	**Q** "N"(Kgf)	**P** "N"(Kgf)	**Q** "N"(Kgf)
Espesor de la pieza central =5 cm							
0.95	3/8	5256 (536)	2216 (226)	4119 (420)	1648 (168)	2628 (297)	961 (127)
1.27	1/2	8345 (851)	2873 (293)	6404 (653)	1912 (195)	3687 (376)	1118 (114)
1.59	5/8	11935 (1217)	3236 (330)	8002 (816)	2148 (219)	4609 (470)	1255 (128)
1.9	3/4	14563 (1485)	3668 (374)	9601 (979)	2432 (248)	5531 (564)	1422 (145)

Nota. Esta tabla será utilizada en correas. Tomado de la norma E.010 Madera, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2020, p. 43. Donde P: carga paralela al grano "N"(Kgf), Q: carga perpendicular al grano "N"(Kgf).

Tabla 55

Cargas admisibles para uniones empernadas doble cizallamiento

Diametro (cm)	Diametro (plg)	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
		P "N"(Kgf)	Q "N"(Kgf)	P "N"(Kgf)	Q "N"(Kgf)	P "N"(Kgf)	Q "N"(Kgf)
Espesor de la pieza central =7 cm							
0.95	3/8	5825 (594)	2550 (260)	4540 (463)	2020 (206)	2913 (297)	1245 (127)
1.27	1/2	9248 (943)	3383 (345)	7247 (739)	2481 (253)	4619 (471)	1451 (148)
1.59	5/8	13239 (1350)	4197 (428)	10405 (1061)	2795 (285)	5992 (611)	1628 (166)
1.9	3/4	17740 (1809)	4766 (486)	12484 (1273)	3168 (323)	7198 (734)	1844 (188)

Nota. Esta tabla será utilizada en tijerales y largueros. Tomado de la norma E.010 Madera, Por Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2020, p. 43. Donde P: carga paralela al grano "N"(Kgf), Q: carga perpendicular al grano "N"(Kgf).

Para uniones con más de un perno la carga admisible se suma y este se multiplica por un factor de reducción en función del número de pernos por línea.

Tabla 56

Factor de reducción de la carga admisible

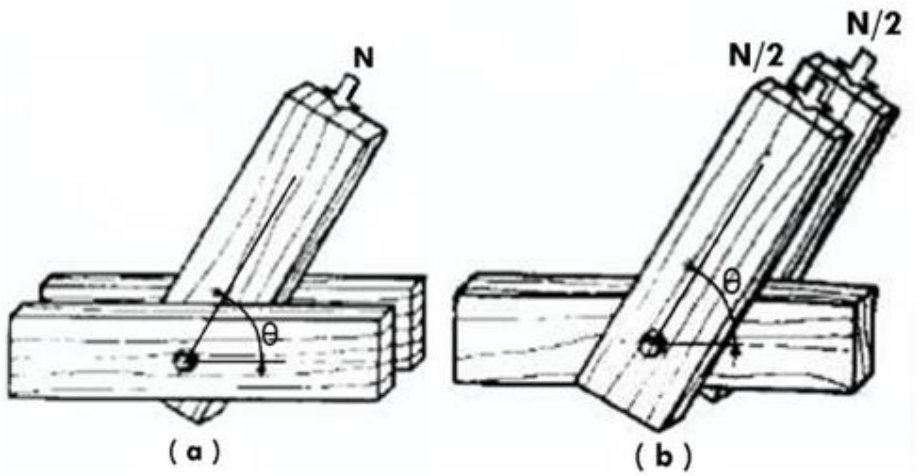
Tipo de elemento lateral	Numero de pernos por línea				
	2	3	4	5	6
1. Uniones con elementos laterales de madera	1.00	0.92	0.84	0.76	0.68
2. Uniones con elementos laterales metálicos	1.00	0.94	0.87	0.8	0.73

Nota. El factor se calcula en función del número de pernos por línea paralela a la dirección de la carga aplicada. Para los cálculos del número de pernos se utilizará la opción de las uniones con elementos laterales metálicos.

Para el cálculo de la carga admisible en caso de que la dirección del grano en los elementos laterales forma un ángulo θ con la carga en el elemento central, esta se determina con la siguiente fórmula.

Figura 91

Carga aplicada inclinada con relación al grano



Nota. Para los cálculos del número de pernos se utilizará el caso a. Tomado de la norma *E.010 Madera*.

$$N = \frac{PQ}{P\,sen^2\theta + Qcos^2\theta}$$

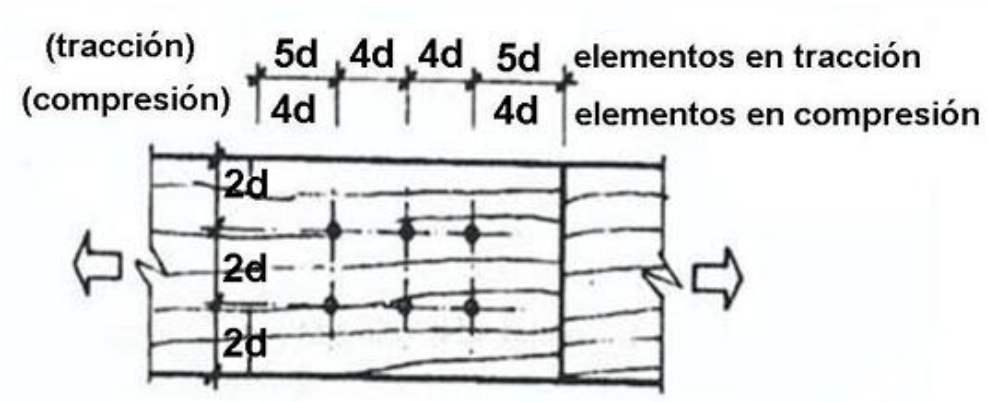
Donde:

- ✓ P: carga paralela al grano "N"(Kgf).
- ✓ Q: carga perpendicular al grano "N"(Kgf).
- ✓ θ: Angulo formado entre la carga aplicada y los elementos laterales

La norma E.010 indica para el caso de elementos cargados paralelamente al grano el siguiente espaciamiento entre pernos.

Figura 92

Espaciamiento mínimo entre pernos para cargas paralelas al grano

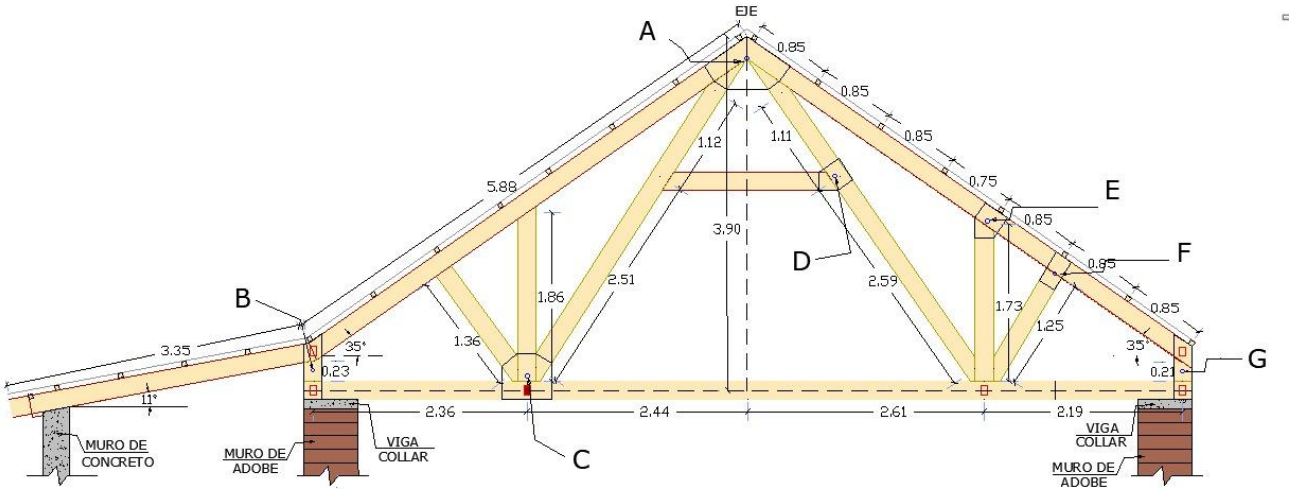


Nota. Distancia mínima entre pernos para elementos en tracción y compresión. Tomado de la norma E.010 *Madera*.

Las cargas tanto de compresión y tracción en los elementos de madera se obtuvieron del modelamiento estructural en software para lo cual se tomaron los valores máximos.

Figura 93

Vista lateral del tijeral propuesto



Nota. Se muestra las respectivas uniones en el tijeral.

Tabla 57

Cálculo del número de pernos en cada unión del tijeral

Nombre de la Unión	Fuerza máxima en compresión (kgf)	Fuerza máxima en tracción (kgf)	Diámetro del perno (plg)	Carga máxima en la unión del tijeral (kgf)	Carga admisible de un perno (kgf)	Incremento del 25% P (kgf)	Factor de reducción	Numero de Pernos
A	530	380	1/2	530	274.16	342.70	1.00	2
B	700	0	1/2	700	274.16	342.70	0.94	3
C	740	0	1/2	740	274.16	342.70	0.94	3
D	850	0	5/8	850	324.67	405.83	1.00	3
E	1530	0	5/8	1530	611.00	763.75	1.00	3
F	380	830	1/2	830	471.00	588.75	1.00	2
G	170	130	1/2	170	274.16	342.70	1.00	1

Nota. El cálculo se realizó para cada unión de acuerdo a la fuerza máxima ya sea a compresión o tracción. Donde P es la carga admisible de un perno (kgf). El número de pernos se calculó dividiendo la carga máxima en la unión del tijeral entre (Incremento del 25% P x Factor de reducción).

Tabla 58

Cálculo del número de pernos en Largueros, correas, vigas y vigas inclinadas

Nombre de la unión	Fuerza máxima en compresión (kgf)	Fuerza máxima en tracción (kgf)	Diámetro del perno (plg)	Carga máxima en la Unión del tijeral (kgf)	Carga admisible de un perno (kgf)	Incremento del 25% P (kgf)	Factor de reducción	Numero de Pernos
Largueros	831	730	1/2	831	471	588.75	1.00	2
Correas	56.37	33	1/2	56.37	376	470	1.00	1
Vigas	920	830	1/2	920	471	588.75	1.00	2
V. Inclinadas	3000	1430	5/8	3000	611	763.75	1.00	4

Nota. El cálculo se realizó para cada unión de acuerdo a la fuerza máxima ya sea a compresión o tracción. Donde P es la carga admisible de un perno (kgf). El número de pernos se calculó dividiendo la carga máxima en la unión del tijeral entre (Incremento del 25% P x Factor de reducción).

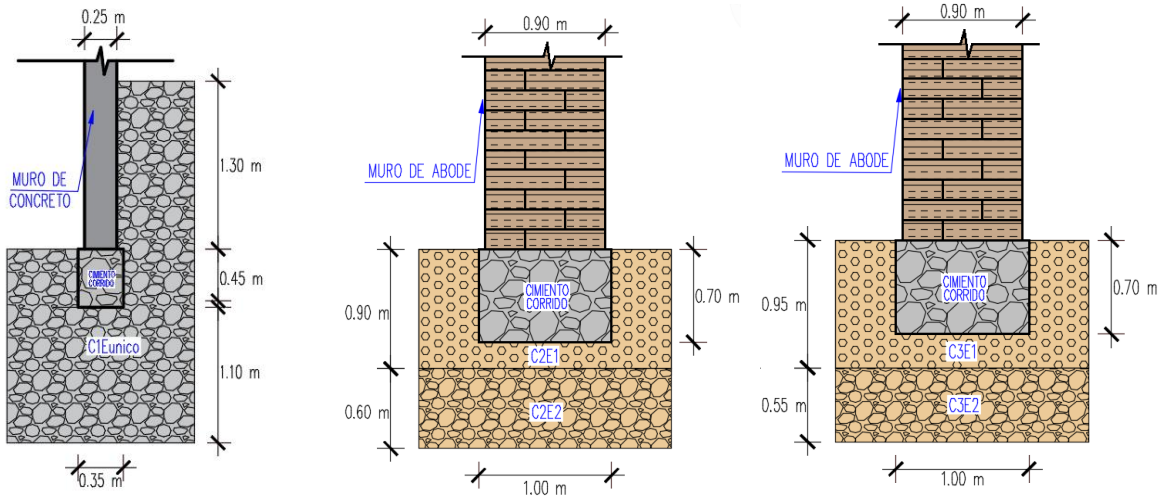
G.6.9.Diseño de cimentación

La norma E.050 indica que un cimiento es un elemento cuya función es transmitir las cargas de la estructura al suelo donde se asienta.

Se realizaron 03 calicatas para el estudio de mecánica de suelos de los cimientos de la granja escuela de Yucay, al realizarlas se observó que el cimiento es corrido y superficial ya que la relación profundidad/ancho es menor a 5. Los cimientos corridos tienen la siguiente dimensión:

Figura 94

Representación de los cimientos corridos existentes de concreto y adobe



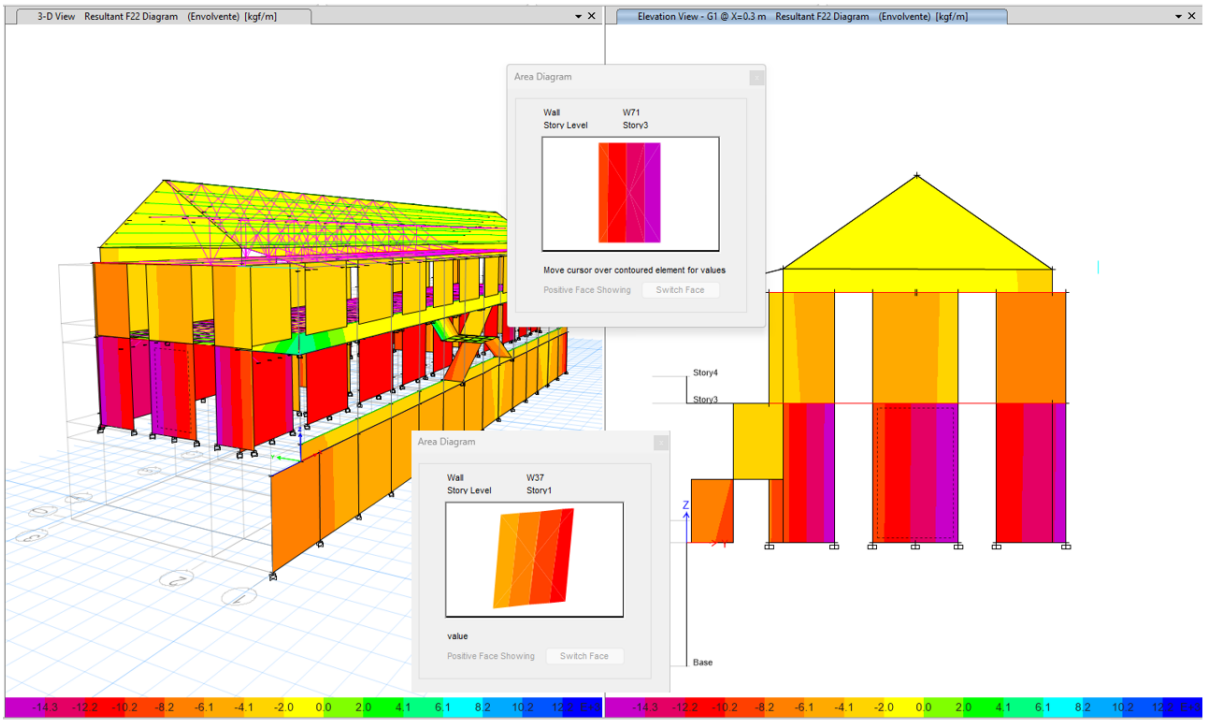
Nota. En el suelo de la calicata 01 se encuentra el cimiento del muro de concreto, en el suelo de la calicata 02 se encuentra el cimiento del muro de adobe interior y en el suelo de la calicata 03 se encuentra el cimiento del muro de adobe exterior. Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen representa la distribución de cargas dinámicas del antiguo pabellón de la granja escuela de Yucay, la escala de colores esta entre el morado que vendría a ser la carga máxima de compresión hasta el color azul que vendría a ser la carga máxima de tracción, la carga que actúa en el cimiento vendría a ser del tipo de compresión.

Al filtrar los datos ordenándolos de mayor a menor se determinó que la máxima carga de compresión actúa en el muro de adobe W71 siendo este valor 160,44.86 kg/m y en el muro de concreto W27 siendo este valor 11,754.57 kg/m.

Figura 95

Distribución de fuerzas internas en los elementos de la estructura



Nota. Estructura modelada en software donde se eligió la máxima carga de compresión del muro adobe y concreto. Fuente: Elaboración propia.

En base al análisis estructural se obtuvieron las cargas del peso propio de los elementos (peso del techo, muro, viga collar, columnas, vigas, parapetos y cargas producida por el sismo), estas cargas se obtuvieron del programa ETABS y para el cálculo del peso propio del cimiento se utilizó como peso específico del concreto simple que es de 2300 $kg/m3$.

Figura 96

Máximo valor de la carga en compresión sobre el cimiento del muro de adobe

Element Forces - Area Shells

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes s - Are Sort: F22 ASC

Filter: ([Story] = 'Story3') AND ([Design Type] = 'Wall') AND ([Output Case] = 'Envolvente')

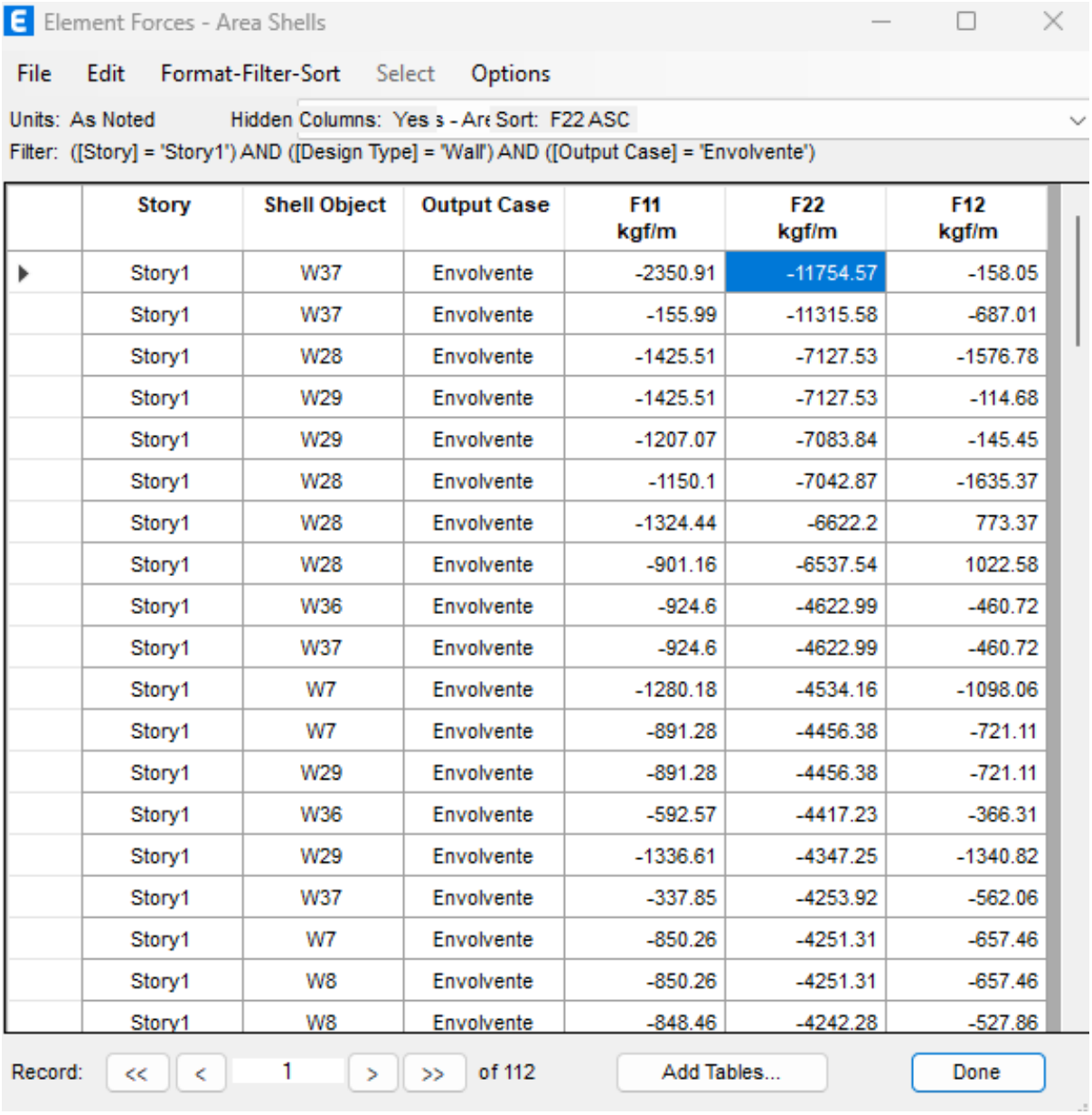
Story	Shell Object	Output Case	F11 kgf/m	F22 kgf/m	F12 kgf/m
Story3	W71	Envolvente	-3690.32	-16044.86	-85.45
Story3	W71	Envolvente	-3485.58	-15997.77	-94.88
Story3	W68	Envolvente	-3599.36	-15649.38	-1980.11
Story3	W68	Envolvente	-3338.4	-15589.36	-1885.85
Story3	W5	Envolvente	-3551.2	-15439.98	-718.88
Story3	W5	Envolvente	-3343.81	-15392.28	-933.58
Story3	W67	Envolvente	-3490.47	-15175.97	-1449.84
Story3	W67	Envolvente	-3052.79	-15075.31	-1608.63
Story3	W70	Envolvente	-3446.93	-14986.64	-68.52
Story3	W70	Envolvente	-3041.3	-14893.35	-10.23
Story3	W27	Envolvente	-3410.04	-14826.27	-637.91
Story3	W27	Envolvente	-3089.79	-14752.61	-808.57
Story3	W46	Envolvente	-3215.03	-13978.4	-1542.69
Story3	W46	Envolvente	-2896.08	-13905.04	-1730.69
Story3	W65	Envolvente	-3104.9	-13499.55	-1338.57
Story3	W65	Envolvente	-2717.84	-13410.52	-1501.91
Story3	W46	Envolvente	-2944.53	-12802.29	-1795.26
Story3	W65	Envolvente	-2941.79	-12790.39	-1857.91
Story3	W46	Envolvente	-2677.29	-12740.83	-1983.27

Record: << < 1 > >> of 280 Add Tables... Done

Nota. La columna F22 muestra los valores de la fuerza por unidad de longitud que actúa en el área del muro en el eje local 2. El valor resaltado es el mayor valor de compresión en el muro de adobe. Fuente: Elaboración propia.

Figura 97

Máximo valor de la carga en compresión sobre el cimiento del muro de concreto



Element Forces - Area Shells

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes s - Are Sort: F22 ASC

Filter: ([Story] = 'Story1') AND ([Design Type] = 'Wall') AND ([Output Case] = 'Envolvente')

Story	Shell Object	Output Case	F11 kgf/m	F22 kgf/m	F12 kgf/m
Story1	W37	Envolvente	-2350.91	-11754.57	-158.05
Story1	W37	Envolvente	-155.99	-11315.58	-687.01
Story1	W28	Envolvente	-1425.51	-7127.53	-1576.78
Story1	W29	Envolvente	-1425.51	-7127.53	-114.68
Story1	W29	Envolvente	-1207.07	-7083.84	-145.45
Story1	W28	Envolvente	-1150.1	-7042.87	-1635.37
Story1	W28	Envolvente	-1324.44	-6622.2	773.37
Story1	W28	Envolvente	-901.16	-6537.54	1022.58
Story1	W36	Envolvente	-924.6	-4622.99	-460.72
Story1	W37	Envolvente	-924.6	-4622.99	-460.72
Story1	W7	Envolvente	-1280.18	-4534.16	-1098.06
Story1	W7	Envolvente	-891.28	-4456.38	-721.11
Story1	W29	Envolvente	-891.28	-4456.38	-721.11
Story1	W36	Envolvente	-592.57	-4417.23	-366.31
Story1	W29	Envolvente	-1336.61	-4347.25	-1340.82
Story1	W37	Envolvente	-337.85	-4253.92	-562.06
Story1	W7	Envolvente	-850.26	-4251.31	-657.46
Story1	W8	Envolvente	-850.26	-4251.31	-657.46
Story1	W8	Envolvente	-848.46	-4242.28	-527.86

Record: << < 1 > >> of 112 Add Tables... Done

Nota. La columna F22 muestra los valores de la fuerza por unidad de longitud que actúa en el área del muro en el eje local 2. El valor resaltado es el mayor valor de compresión en el muro de conceto.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Metrado de cargas que actúan en cimiento del muro de adobe

Descripción	Cargas
Peso del techo (kgf/m)	
Peso de la viga collar (kgf/m)	16,044.86
Peso del muro de adobe (kgf/m)	
Peso de sobrecarga (kgf/m)	
Peso propio del cimiento (kgf/m)	1,449.00
P(kgf/m)	**17,493.86**

Nota. Estas cargas fueron obtenidas del análisis en el software sumando el peso propio del cimiento del muro de adobe. Donde P: carga que actúa en el cimiento (kgf/m)

Tabla 60

Metrado de cargas que actúan en cimiento del muro de concreto

Descripción	Cargas
Peso del techo (kgf/m)	
Peso de la viga collar (kgf/m)	
Peso del muro de concreto (kgf/m)	
Peso de la columna (kgf/m)	11,754.57
Peso de la viga (kgf/m)	
Peso del parapeto (kgf/m)	
Peso de sobrecarga (kgf/m)	
Peso propio del cimiento (kgf/m)	345.00
P(kgf/m)	**12,099.57**

Nota. Estas cargas fueron obtenidas del análisis en el software sumando el peso propio del cimiento del muro de concreto. Donde P: carga que actúa en el cimiento (kgf/m)

Verificación de la capacidad de carga

Para la verificación de la capacidad de carga del suelo, se realizó el estudio de las 03 calicatas, el tipo de suelo que se encontró en las 03 calicatas son del tipo friccionante (gravas, arenas y gravas-arenosas) siendo la cohesión para este tipo de suelo igual a 0 como indica la norma E.050, para el cálculo de la

capacidad de carga se empleó la siguiente ecuación que es la versión simplificada de la ecuación de Meyerhof:

$$q_d = i_q \gamma_1 D_f N_q + 0.5 s_y i_y \gamma_2 B N_y$$

Donde:

- ✓ q_d: Capacidad de carga (kgf/cm^2)
- ✓ i_q: Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobrecarga (γD_f).
- ✓ γ_1: Peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación. (kgf/m^3)
- ✓ D_f: Distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación (m)
- ✓ N_q: Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobrecarga (γD_f).
- ✓ S_y: Coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción.
- ✓ i_y: Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción.
- ✓ γ_2: Peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación (Kgf/cm^3)
- ✓ B: Ancho del área efectiva (m)
- ✓ N_y: Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción.

El terreno bajo la cimentación de los muros de adobe se encuentra sobre dos suelos estratificados tanto en las calicatas C2 y C3 para lo cual se calculó el valor equivalente para hallar estos parámetros equivalentes se utilizó las siguientes formulas:

$$\gamma_{eq} = \frac{1}{H} \sum \gamma_i h_i$$

$$\ln (\text{tg}\emptyset_{eq}) = \frac{1}{H} \sum h_i \ln (\text{tg}\emptyset_i)$$

El cimiento de la calicata 01 se encuentra sobre un suelo uniforme, por lo tanto, se utilizó el ángulo de fricción y densidad calculado para este estrato.

El cimiento de la calicata 02 y 03 se encuentra sobre dos estratos, por lo tanto, se utilizó el ángulo de fricción y densidad equivalente.

Tabla 61

Cálculo de la densidad equivalente del cimiento del muro interior de adobe (C2)

Descripción	Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	γ (KN/m^3)	γ x Hi (KN/m^3)
1	0.70-0.90	0.20	14.32	2.86
2	0.90-1.50	0.60	17.46	10.47
	ΣH	0.80		13.34
	γeq	16.67	KN/m^3	
	γeq	1.70	gr/cm^3	

Nota. La densidad equivalente de los estratos de la calicata C2 es 1.70 gr/cm^3. Donde γ: Densidad de cada estrato, Hi: espesor del estrato (m), ΣH: sumatoria de espesores, γeq: Densidad equivalente, la cual se obtuvo dividiendo Σγ x Hi entre ΣH.

Tabla 62

Cálculo del ángulo de fricción equivalente del cimiento del muro interior (C2)

Descripción	Profundidad (m)	Espesor del Estrato (m)	Angulo de fricción (°)	Tan(Φ)	Ln(Tan(ϕ))	H x Ln(Tan(ϕ)) (m)
1	0.70-0.90	0.20	35	0.7002	-0.3564	-0.0712
2	0.90-1.50	0.60	38	0.7813	-0.2468	-0.1481
	ΣH	0.8	36.5			-0.2194
	Ln(tgϕ_{eq})	-0.2742				
	ϕ_{eq}	37°				

Nota. El ángulo de fricción equivalente de los estratos de la calicata C2 es 37°. H: Espesor del estrato (m). ΣH: Sumatoria de los espesores del estrato.

El cimiento de la calicata 03 se encuentra sobre dos estratos, por lo tanto, se utilizó el ángulo de fricción y densidad equivalente.

Tabla 63

Cálculo de la densidad equivalente del cimiento del muro exterior de adobe (C3)

Descripción	Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	γ (KN/m^3)	γ x Hi (KN/m^3)
1	0.70-0.95	0.25	14.12	3.53
2	0.95-1.50	0.55	17.26	9.49
	ΣH	0.8		13.02
	γeq	16.28	KN/m^3	
	γeq	1.66	gr/cm^3	

Nota. La densidad equivalente de los estratos de la calicata C3 es 1.66 gr/cm^3. Donde γ: Densidad de cada estrato, Hi: espesor del estrato (m), ΣH: sumatoria de espesores, γeq: Densidad equivalente, la cual se obtuvo dividiendo Σγ x Hi entre ΣH.

Tabla 64

Cálculo del ángulo de fricción equivalente del cimiento del muro exterior (C3)

Descripción	***Profundidad***	***Espesor del Estrato***	***Angulo de fricción***	***Tan(Φ)***	***Ln(Tan(ϕ))***	***H x Ln(Tan(ϕ))***
1	0.70-0.95	0.25	35	0.7002	-0.3564	-0.0891
2	0.95-1.50	0.55	38	0.7813	-0.2468	-0.1357
	ΣH	0.8	36.5			-0.2248
	Ln(tgϕ_{eq})	-0.2811				
	ϕ_{eq}	37				

Nota. El ángulo de fricción equivalente de los estratos de la calicata C3 es 37°. H: Espesor del estrato (m). ΣH: Sumatoria de los espesores del estrato.

Para el cálculo de la carga aplicada se utilizó el máximo valor de carga que se obtuvo del análisis estructural, el factor de seguridad es 2.5 para el cálculo de la carga admisible según la norma E.050.

Tabla 65

Cálculo de la capacidad portante del suelo de las distintas calicatas

Descripción	Dimensiones del cimiento		
	Cimiento del muro de concreto	**Cimiento del muro de adobe interior**	**Cimiento del muro de adobe exterior**
Df(m)	0.45	0.70	0.70
B(m)	0.35	0.90	0.90
L(m)	1.00	1.00	1.00
Datos del suelo			
	C1	***C2***	***C3***
ϕ°	36°	37°	37°
$\gamma 1$(tn/m³)	1.89	1.46	1.44
$\gamma 2$(tn/m³)	1.89	1.70	1.66
α	0	0	0
Cálculos para la capacidad de carga y admisible			
iq	1	1	1
iy	1	1	1
Sy	0.94	0.82	0.82
Nq	37.75	44.29	43.21
Ny	44.43	55.68	53.78
qd(kgf/cm²)	4.58	8.02	7.65
qadm(kgf/cm²)	**1.83**	**3.21**	**3.06**

Nota. La capacidad admisible se calculó a partir de la capacidad de carga dividiéndola entre el factor de seguridad. Donde qd: capacidad de carga (kgf/cm²) y qadm: capacidad de carga admisible (kgf/cm²).

Tabla 66

Cálculo de la capacidad aplicada en los cimientos

	C1	***C2***	***C3***
P(Kgf)	12,099.57	17,493.86	17,493.86
B(cm)	35.00	90.00	90.00
L(cm)	100.00	100.00	100.00
Qaplic (Kgf/cm²)	**3.45**	**1.94**	**1.94**

Nota. La capacidad aplicada se determinó a partir del metrado de cargas tanto del cimiento de muro de concreto y adobe. Donde P: carga que actúa en el cimiento (kgf/m), B: Base del cimiento (cm), L: Longitud (m) y Qaplic: carga aplicada (kgf/cm²).

Se verifico que la carga admisible sea mayor a la carga aplicada. Para C2 y C3 esta condición si cumple, sin embargo, para C1 esta condición no cumple ya que el factor de seguridad es menor que lo establecido en la norma siendo este valor 1.14 por lo que se requiere ampliar la dimensión del cimiento del muro de concreto.

Tabla 67

Verificación de capacidad admisible y aplicada

	C1	**C2**	**C3**
Qadm	1.83	3.21	3.06
Qaplic	3.45	1.94	1.94
	No cumple	**Sí cumple**	**Sí cumple**

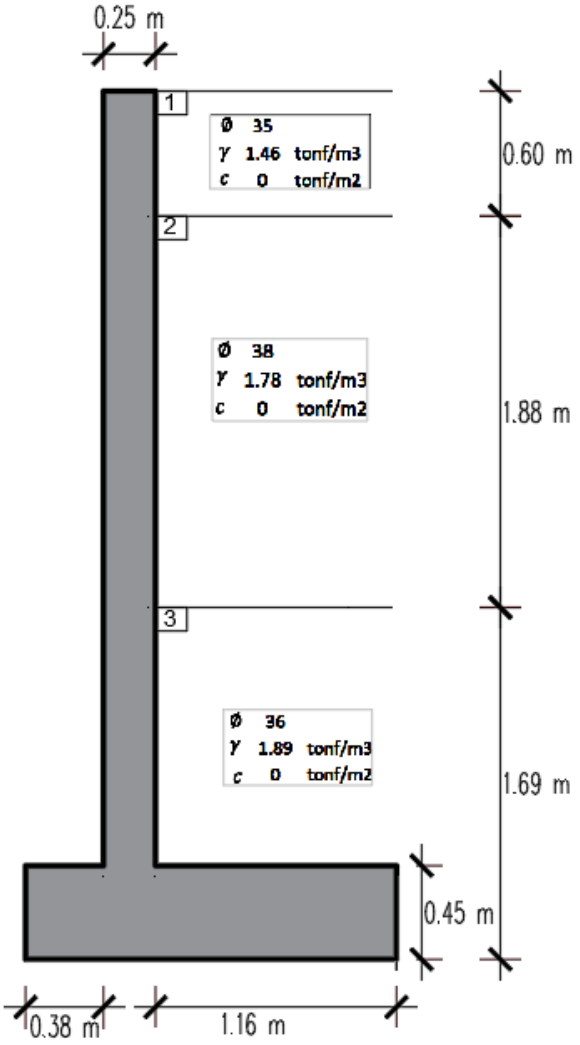
Nota. Verificación entre la carga admisible y la carga aplicada para determinar si esta cumple con Qadm > Qaplic. Donde Qadm: carga admisible(kgf/cm²) y Qaplic: carga aplicada (kgf/cm²).

G.6.10. Diseño de reforzamiento de cimentación

Para diseñar el reforzamiento del cimiento del muro de concreto primero se hizo la verificación al volteo y al deslizamiento del muro de concreto la cual tiene factores de seguridad muy bajos. Para que este muro cumpla con las condiciones dadas se propuso una puntera de 0.38 m y un talón de 1.16 m con una altura de 0.45 y peso específico del concreto 2300 kg/m³. A continuación, se muestra los cálculos correspondientes:

Figura 98

Propuesta del reforzamiento para el cimiento del muro de concreto.



Nota. Representación de los estratos que soporta el muro con sus respectivos parámetros. Fuente: Elaboración propia

Cálculo del momento actuante

El cálculo del coeficiente activo se calcula con la siguiente formula:

$$K_a = \frac{sen^2(\alpha + \emptyset)}{sen^2\alpha . sen(\alpha - \delta).\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\emptyset + \delta).sen(\emptyset - \beta)}{sen(\alpha - \delta).sen(\alpha + \beta)}}\right]^2}$$

Donde:

- ✓ α: Angulo que forma el muro con respecto a la horizontal siendo este 90°
- ✓ β: Angulo que forma la inclinación del relleno con respecto a la horizontal siendo este 0°.
- ✓ δ: Angulo que forma la fuerza activa con respeto a la horizontal siendo este 0°.
- ✓ ∅: Angulo de fricción interna del suelo.

Quedando la formula simplificada:

$$K_a = \frac{sen^2(90° + \emptyset)}{[1 + sen(\emptyset)]^2}$$

Donde:

- ✓ Ka: Coeficiente activo.
- ✓ ∅: Angulo de fricción interna del suelo (°).

Para el cálculo de la presión lateral activa se utiliza la siguiente formula:

$$P_a = \gamma K_a H$$

Donde:

- ✓ γ: Peso específico del suelo (Kgf/m^3)
- ✓ H: Altura del estrato de suelo (m)

Tabla 68

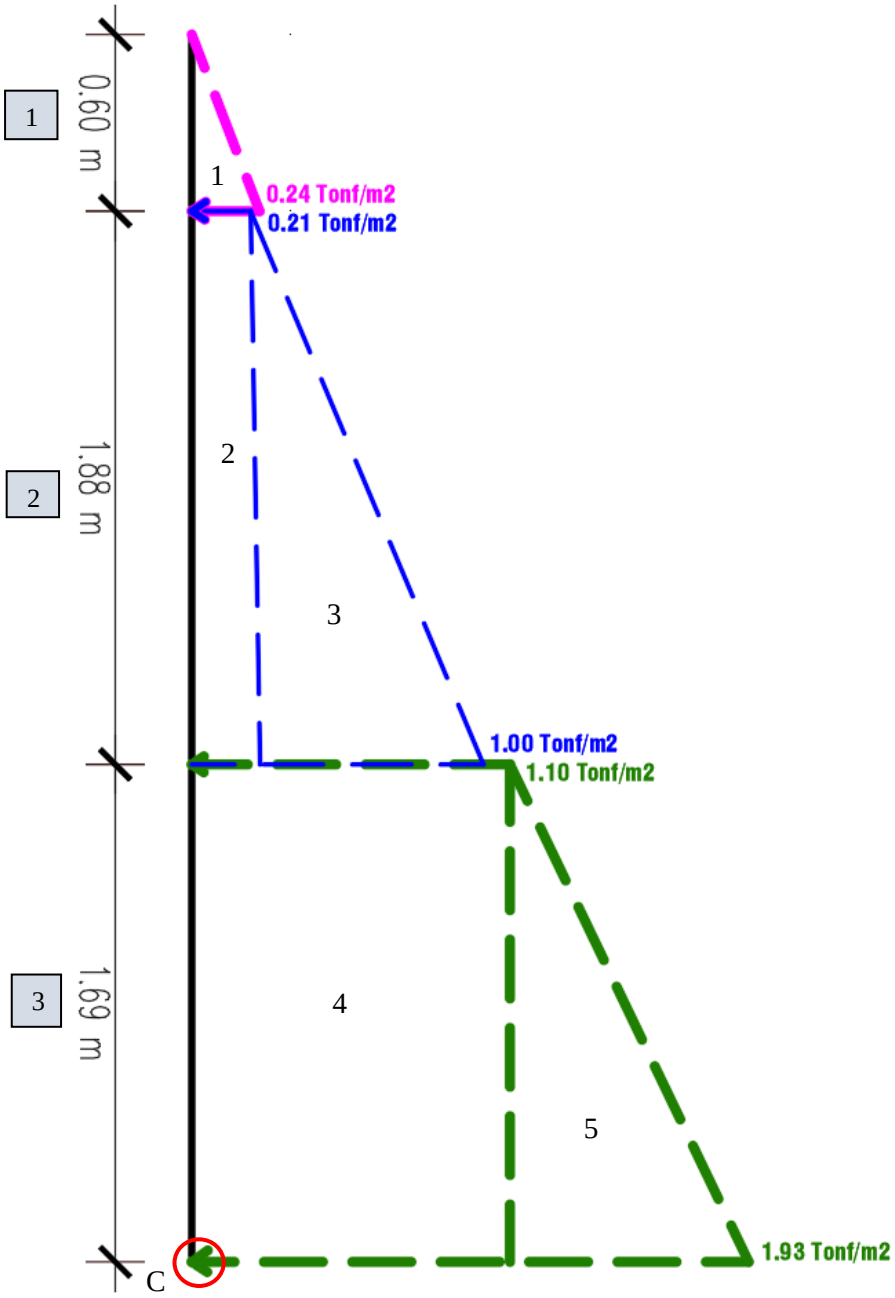
Cálculo de la presión lateral activa para cada estrato

Estrato	altura (m)	coeficiente activo	γ (tnf/m^3)	P (tonf/m^2)	Pa (tonf/m^2)
1	0.00	0.27	1.46	0.00	0.00
	0.60			0.88	0.24
2	0.60	0.24	1.78	0.88	0.21
	2.48			4.22	1.00
3	2.48	0.26	1.89	4.22	1.10
	4.17			7.42	1.93

Nota. Para la determinación de la presión activa se utilizó las densidades de los estratos correspondientes. P: es la presión en cada estrato(tonf/m^2) y γ: Densidad del suelo en cada estrato (tnf/m^3).

Figura 99

Diagrama de presiones actuantes en cada estrato



Nota. Diagrama en base a los cálculos de la presión lateral activa y la altura de cada estrato, el grafico se realizó a partir del cálculo de la tabla 68, ubicando cada presión en los estratos correspondientes, Donde (1), (2) y (3): son los estratos. C es la distancia de donde se medirá el punto de aplicación de las secciones (1), (2), (3), (4) y (5). Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la fuerza activa de cada estrato se utilizó la siguiente formula:

En el caso de que sea la sección un rectángulo:

$$F_a = P_a \; x \; h$$

En el caso de que sea la sección un triángulo:

$$F_a = \frac{P_a \; x \; h}{2}$$

- ✓ Fa: Fuerza activa. (tonf)
- ✓ Pa: Presión activa. (tonf/m^2)
- ✓ h: Altura de cada estrato (m).

Para determinar el punto de aplicacion se realizó una segmentación de secciones una vez realizada el diagrama de presiones actuante figura 103, donde esta representa la medida desde el punto C hasta el centro de gravedad de cada sección. Estas medidas se observan en la tabla 69.

Tabla 69

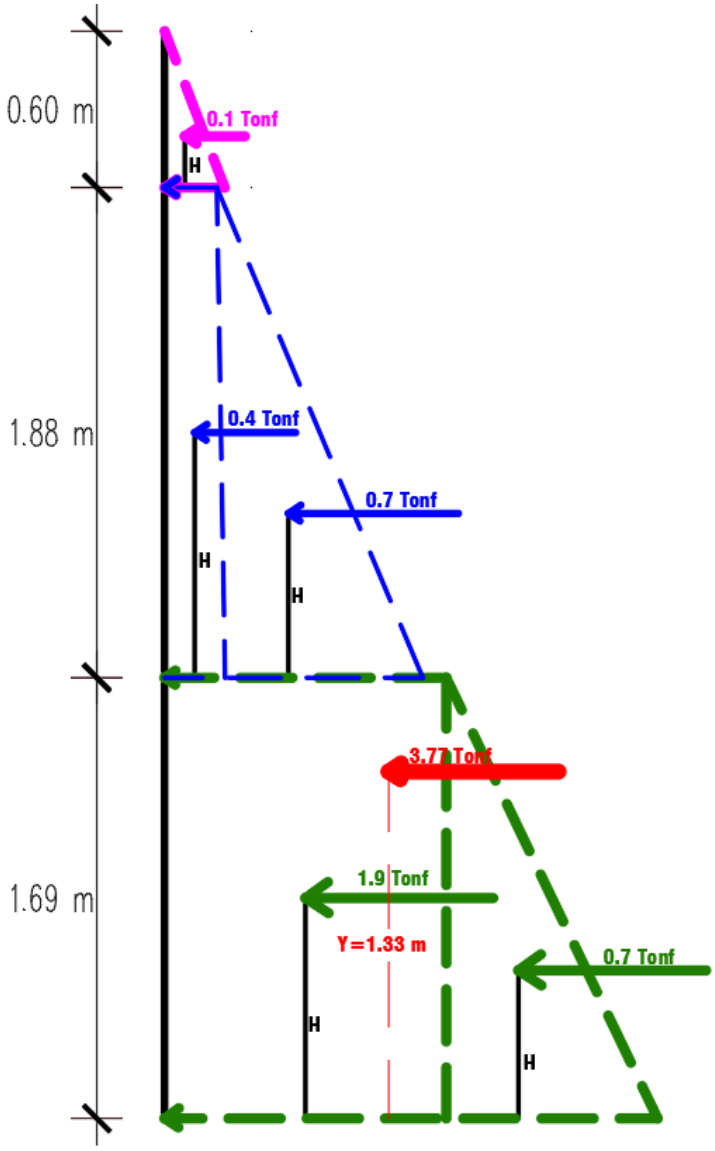
Cálculo de la fuerza actuante y su respectivo punto de aplicación

Secciones	**Fa (Tonf)**	**Punto de aplicación (m)**
1	0.10	3.77
2	0.40	2.60
3	0.70	2.30
4	1.90	0.80
5	0.70	0.60
Resultante	3.76	1.33
Momento actuante (tonf-m)		4.99

Nota. La fuerza resultante tiene un valor de 3.76 tonf, siendo el momento actuante 4.99 tonf-m. Fa: Fuerza actuante en el muro (tonf). El punto de aplicación es la distancia del punto C al centroide de cada sección. El punto de aplicación resultante se determina dividiendo el momento actuante entre fuerza activa resultante.

Figura 100

Representación de las fuerzas actuantes de cada estrato



Nota. El color rojo indica la fuerza resultante actuante y el punto de aplicación resultante, se observa la altura a la que se encuentra cada fuerza respecto a la base. Fuente: Elaboración propia.

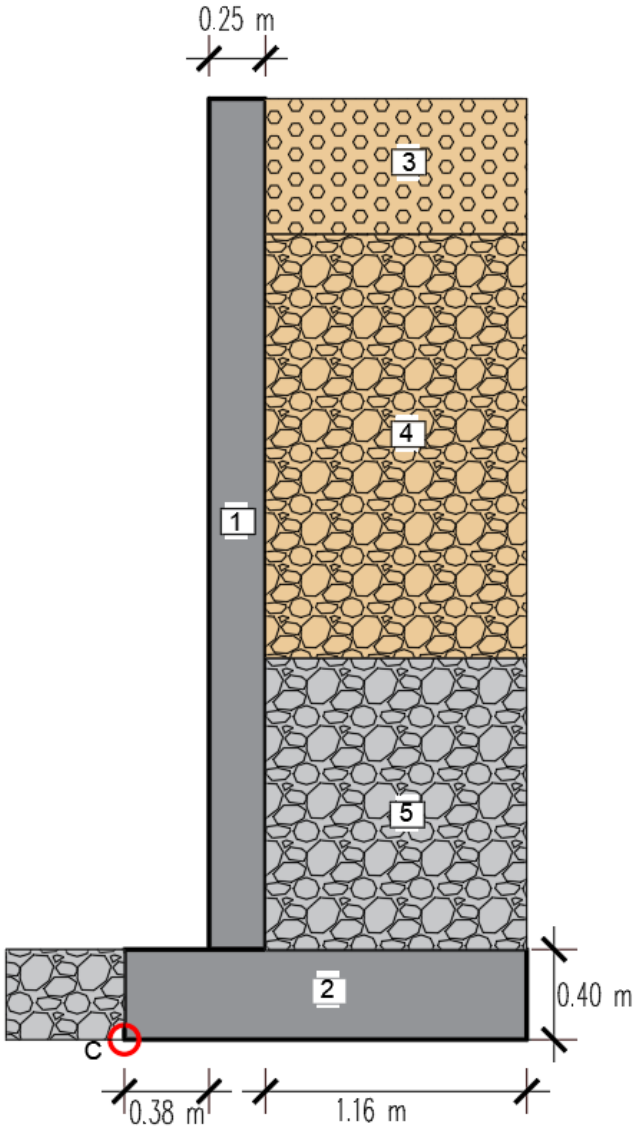
Cálculo del momento resistente

Para hallar el momento resistente primeramente se determinó el peso por encima del talón, el peso del muro y cimiento de concreto estas son los momentos que componen el momento resistente. Para el cálculo del momento resistente primeramente se halla el peso de cada sección que se muestra en la siguiente

imagen estos pesos vendrían a ser las fuerzas resistentes seguidamente la multiplicamos por el brazo respecto al punto C. El brazo se calcula respecto al centro de gravedad de cada sección.

Figura 101

Secciones para el cálculo del momento resistente del muro



Nota. Las formas (1), (2), (3), (4) y (5) son las áreas de los elementos utilizados para el cálculo de los momentos resistentes, los cuales son explicados en la tabla 70. C es el punto respecto al cual se calcula los momentos resistentes. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

Cálculos para determinar el momento resistente

Sección	Área A(m²)	Peso (tonf)	Brazo x(m)	Momento resistente (tonf-m)
1	0.94	2.28	0.51	1.16
2	0.81	1.96	0.90	1.76
3	0.70	1.02	1.22	1.24
4	2.18	3.88	1.22	4.74
5	1.96	2.19	1.22	2.67
	Wr(tonf)	11.32	**Mr(tonf-m)**	11.60

Nota. El momento resistente es 11.60 tonf.m. Donde Wr: Sumatoria de los pesos de cada sección (kg), Mr: Sumatoria de los momentos resistentes.

Cálculo del factor de seguridad de volteo

La norma E.020, (2020) indica que cualquier parte de una edificación debe de tener un coeficiente de seguridad mínima de 1.5 contra una falla por volteo.

$$FSV = \frac{Mr}{Ma} = \frac{11.60}{4.99} = 2.31 \geq 1.50 \quad Si\ cumple$$

Donde:

- ✓ FSV: Factor de seguridad de volteo
- ✓ Mr: Momento resistente (tonf-m).
- ✓ Ma: Momento actuante (tonf-m).

Para el cálculo del factor de seguridad al deslizamiento primero calculamos el coeficiente pasivo:

$$K_p = \frac{sen^2(90° - \emptyset)}{(1 - sen(\emptyset))^2} = 3.85$$

Donde:

- ✓ Kp: Coeficiente pasivo.
- ✓ ∅: Angulo de fricción interna del suelo (°).

Para el cálculo de la presión lateral pasiva

$$Pp = \gamma K_p Df = 1.89 * 3.85 * 0.45 = 3.28\ tonf/m^2$$

Donde:

- ✓ Pp: Presión lateral pasiva (tonf/m^2).
- ✓ Df: Altura del estrato donde se encuentra la punta del cimiento (m).
- ✓ Kp: Coeficiente pasivo.
- ✓ γ: Peso específico del suelo (tonf/m^3).

Para el cálculo de la fuerza pasiva

$$F_p = Pp\ x\ \frac{Df}{2} = 3.28\ x\ \frac{0.45}{2} = 0.74\ tonf$$

Donde:

- ✓ Fp: Fuerza pasiva (tonf).
- ✓ Pp: Presión lateral pasiva (tonf/m^2).
- ✓ Df: Altura del estrato estrato donde se encuentra la punta del cimiento (m).

Para el cálculo de la fuerza de rozamiento

$$F_r = tan^2\left(\frac{2}{3}\emptyset\right)\ x\ Wr + F_p = tan^2\left(\frac{2}{3}\ x\ 36°\right)\ x\ 11.32 + 0.74 = 5.78\ tonf$$

Donde:

- ✓ Fr: Fuerza rozamiento (tonf).
- ✓ Wr: Sumatoria de los pesos de cada sección (kg),
- ✓ Fp: Fuerza pasiva(tonf).

Cálculo del factor de seguridad al deslizamiento

La norma E.020, (2020) indica que cualquier parte de una edificación debe de tener un coeficiente de seguridad mínima de 1.25 contra una falla por deslizamiento.

$$FSD = \frac{Fr}{Fa} = \frac{5.78}{3.76} = 1.53 \geq 1.25 \qquad Si\ cumple$$

Donde:

- ✓ FSD: Fuerza rozamiento (tonf).
- ✓ Fr: Fuerza rozamiento (tonf).
- ✓ Fa: Fuerza resultante activo (tonf).

Cálculo de la nueva capacidad de carga

Para el cálculo de la nueva capacidad de carga del suelo de los distintos cimientos, en cuanto al adobe se propone un nuevo ancho de 1.80 m. en el caso del cimiento del nuevo muro de concreto la carga que actúa sobre este no es concéntrica. Para lo cual primero se hace el cálculo de la excentricidad.

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_r - M_a}{\sum Wr} = 0.25$$

Donde:

- ✓ e: Excentricidad (m).
- ✓ B: Base (m).
- ✓ Mr: Momento resistente (tonf-m).
- ✓ Ma: Momento actuante (tonf-m).
- ✓ Wr: Sumatoria de los pesos de cada sección (kg),

Entonces:

$$B'(m) = B - 2xe = 1.80 - 2\ x\ 0.25 = 1.31\ m$$

Donde:

- ✓ B′: Base propuesta (m).
- ✓ B: Base (m).
- ✓ e: Excentricidad (m).

A continuación, se muestra los cálculos:

Tabla 71

Cálculo de la capacidad portante del suelo con las nuevas dimensiones

Dimensiones del cimiento			
Descripción	**Cimiento del muro de concreto**	**Cimiento del muro de adobe exterior**	**Cimiento del muro de adobe interior**
Df(m)	0.45	0.70	0.70
B'(m)	1.31	1.10	1.10
L'(m)	1.00	1.00	1.00
Datos del suelo			
	C1	C2	C3
ϕ°	36	37	37
Y1(tn/m³)	1.89	1.46	1.44
Y2(tn/m³)	1.89	1.68	1.66
A	0	0	0
Cálculos para la capacidad admisible			
Ic	1	1	1
Iq	1	1	1
Iy	1	1	1
Sy	0.74	0.78	0.78
Nq	37.75	44.29	43.21
Ny	44.43	55.68	53.78
qd(kgf/cm²)	7.27	8.54	8.19
qadm(kgf/cm²)	**2.91**	**3.42**	**3.27**

Nota. La nueva propuesta da como resultado valores altos con respecto al cálculo de la capacidad admisible inicial. Donde qd: capacidad de carga (kgf/cm²) y qadm: capacidad de carga admisible (kgf/cm²).

Tabla 72

Cálculo de la capacidad aplicada en los cimientos con las nuevas dimensiones

Descripción	**C1**	**C2**	**C3**
P(Kgf)	12,099.57	17,493.86	17,493.86
B(cm)	131.00	110.00	110.00
L(cm²)	100.00	100.00	100.00
Qaplic(Kgf/cm²)	**0.92**	**1.59**	**1.59**

Nota. La nueva propuesta da como resultado valores bajos con respecto al cálculo de la capacidad aplicada inicial. Donde P: carga que actúa en el cimiento (kgf/m), B: Base del cimiento (cm), L: Longitud (m) y Qaplic: carga aplicada (kgf/cm²).

Tabla 73

Verificación de capacidad admisible y aplicada

	C1	C2	C3
Qadm	2.91	3.42	3.27
Qaplic	0.92	1.59	1.59
	Sí cumple	**Sí cumple**	**Sí cumple**

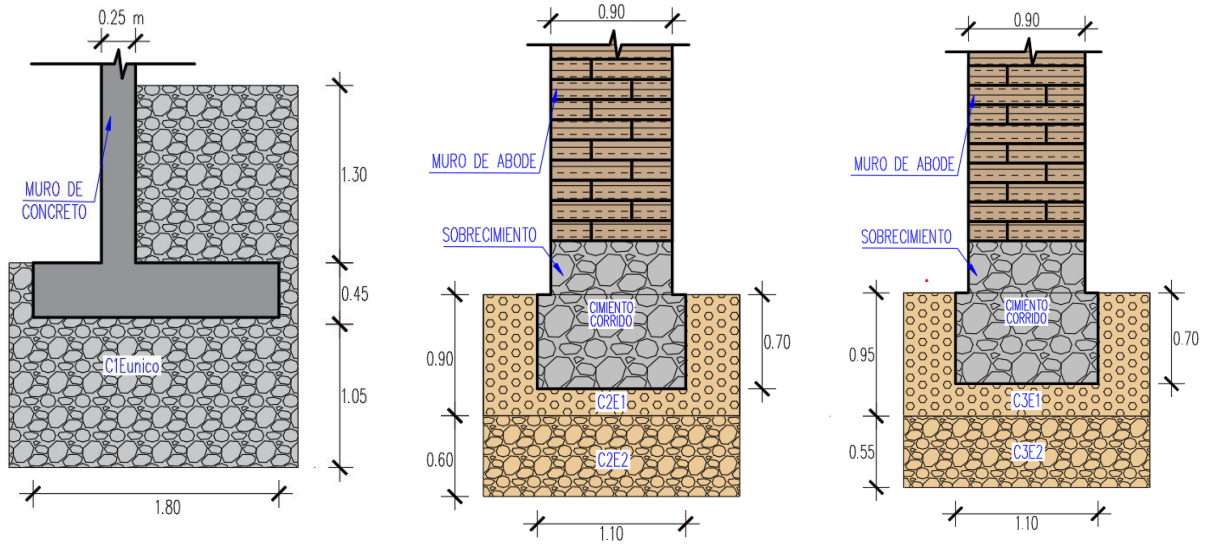
Nota. Al realizar la verificación entre la carga admisible y la carga aplicada todas cumplen con Qadm > Qaplic. Donde Qadm: carga admisible(kgf/cm²) y Qaplic: carga aplicada (kgf/cm²).

Propuesta del Sobrecimiento

El sobrecimiento es un elemento que sirve para transmitir cargas al cimiento, también este protege al muro ante la acción de la erosión y la ascensión capilar. La norma E.080 indica que el sobrecimiento debe de tener una medida mínima de 0.30 m sobre el nivel del terreno y este debe de tener un ancho mínimo de 0.40 m. La propuesta del sobrecimiento tendrá un ancho de 0.90 m y una altura de 0.40 m cumpliendo con las condiciones de la norma.

Figura 102

Cimientos y sobrecimientos de los muros de concreto y adobe.



Nota. Se observa también los respectivos estratos de cada calicata. Fuente: Elaboración propia

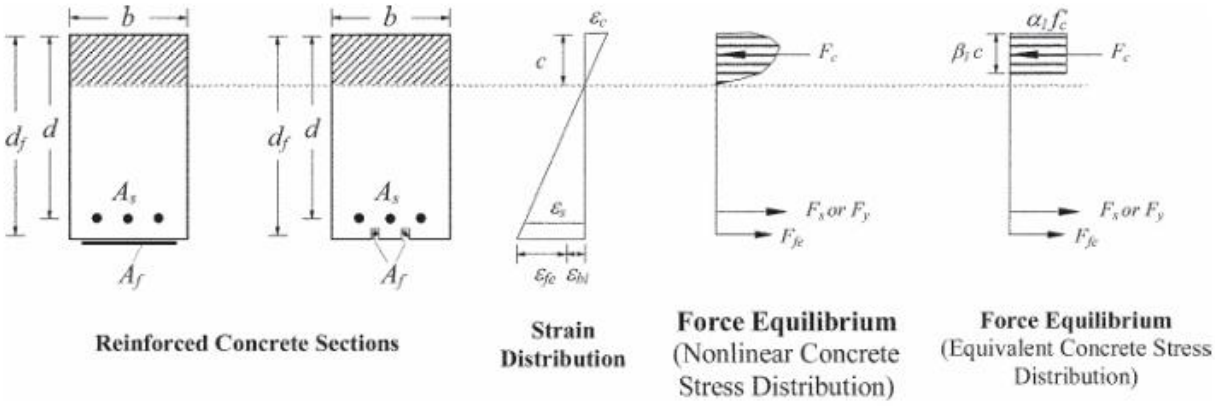
G.6.11. Reforzamiento de elementos de concreto armado con CFRP

Como propuesta para el reforzamiento de los elementos de concreto armado se determinó que el reforzamiento se realice utilizando fibras de carbono a los elementos cuya resistencia es menor a las solicitaciones aplicadas usando las normativas actuales. Para el diseño del reforzamiento se tomó como referencia la normativa ACI 440.2R-17.

Reforzamiento de vigas

Figura 103

Distribución de fuerzas internas en viga reforzada con FRP



Nota. Se aprecia la distribución de las fuerzas y deformaciones unitarias. Tomado de *Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structure*, (pag. 29) por American Concrete Institute Committee 440, 2017.

El momento nominal resistido por la sección reforzada es calculado con la siguiente ecuación:

$$M_n = A_S f_s \, x \left(d - \frac{\beta_1 c}{2}\right) + \psi_f A_f f_{fe} \, x \, (d_f - \frac{\beta_1 c}{2})$$

- ✓ M_n: Momento resistente nominal (Kgf.m)
- ✓ A_S: Área de acero (cm^2)
- ✓ f_s: Esfuerzo en el acero (Kgf/cm^2)
- ✓ d: Distancia de cara superior a eje de acero a tracción (cm)
- ✓ β_1: Factor para distribución rectangular de los esfuerzos en el concreto (0.85)
- ✓ c: Profundidad del eje de compresión (cm)
- ✓ ψ_f: Factor de reducción (0.85)

- ✓ A_f: Área de fibra de carbono (cm^2)
- ✓ f_{fe}: Esfuerzo en fibra de carbono (Kgf/cm^2)
- ✓ d_f: Distancia de cara superior a fibra de carbono (cm)

En esta sección se muestran las propiedades de la fibra de carbono y de la sección del concreto y los momentos resistentes de las secciones reforzadas. Los detalles del cálculo y diseño se encuentran en los anexos.

Tabla 74

Propiedades fibra de carbono

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Factor de reducción por ambiente	Ce	0.95	
Espesor de la capa	tf	0.337	mm
Resistencia a la tracción	f x fu	4,300	N/mm²
Tensión de ruptura	ε x fu	0.0155	mm/mm
Módulo de elasticidad	Ef	24,0000	N/mm²

Nota. Las propiedades de la fibra de carbono tomadas de un producto distribuido en el medio.

Tabla 75

Propiedades sección de concreto armado

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Ancho	b	300	mm
Peralte	h	700/450	mm
Resistencia a la compresión	f'c	23.83	N/mm²
Área de acero de reforzamiento	As	594	mm²
Fluencia del acero	fy	227.53	N/mm²
Máxima deformación elástica del acero	εy	0.00114	
Módulo de elasticidad concreto	Ec	22,944	N/mm²
Módulo de elasticidad acero	Ey	200,000	N/mm²

Nota. Las propiedades de los materiales determinadas en el sistema MKS fueron transformadas al Sistema Internacional para mayor compatibilidad con las unidades y fórmulas de la norma ACI 440.2R-17.

Tabla 76

Resistencia a la flexión de vigas reforzadas y no reforzadas

Descripción	Viga tipo 30 x 70		Viga tipo 30 x 45	
	KN.m	Tonf.m	KN.m	Tonf.m
Máximo momento aplicado por las cargas	29.54	3.32	11.57	1.30
Momento resistente viga sin reforzar	22.06	2.48	9.96	1.12
Momento resistente viga reforzada	126.60	14.23	80.44	9.04

Nota. Se aprecia el aumento en la resistencia de las vigas a la flexión.

Tabla 77

Revisión de solicitaciones en vigas de 2do nivel

Piso	Ubicación	M3 (tonf.m)	V2 (kgf)	Mu (tonf.m)	Vn (Tonf.m)	Verificación
2	1AB	3.34	1.57	14.23	14.66	Cumple
2	1BC	0.48	1.13	14.23	14.66	Cumple
2	1CD	0.42	1.04	14.23	14.66	Cumple
2	1DE	0.42	1.06	14.23	14.66	Cumple
2	1EF	0.43	1.01	14.23	14.66	Cumple
2	1FG	0.41	1.00	14.23	14.66	Cumple
2	1GH	0.43	1.01	14.23	14.66	Cumple
2	1HI	0.4	1.01	14.23	14.66	Cumple
2	1IJ	0.44	1.02	14.23	14.66	Cumple
2	1JK	0.45	-1.05	14.23	14.66	Cumple
2	1KL	0.41	1.06	14.23	14.66	Cumple
2	1LM	0.36	1.07	14.23	14.66	Cumple
2	1MN	2.35	1.47	14.23	14.66	Cumple
2	A12	7.76	7.54	14.23	14.66	Cumple

Nota. M3= Momento en el eje local 3, V2= Corte en el eje local 2, Vn= Resistencia al corte de la viga. La ubicación, es con respecto a los ejes del levantamiento topográfico. La viga del ubicada en N12 no se encuentra en el cuadro dado que será reconstruida.

Tabla 78

Revisión de solicitaciones en vigas de 3er nivel

Piso	Ubicación	M3 (tonf.m)	V2 (kgf)	Mu (tonf.m)	Vu (Tonf.m)	Verificación
3	1AB	0.58	1.17	8.37	8.37	Cumple
3	1BC	0.27	0.9	8.37	8.37	Cumple
3	1CD	0.34	0.91	8.37	8.37	Cumple
3	1DE	0.29	0.18	8.37	8.37	Cumple
3	1EF	0.28	0.89	8.37	8.37	Cumple
3	1FG	0.29	0.84	8.37	8.37	Cumple
3	1GH	0.28	0.88	8.37	8.37	Cumple
3	1HI	0.27	0.31	8.37	8.37	Cumple
3	1IJ	0.27	0.86	8.37	8.37	Cumple
3	1JK	0.29	0.89	8.37	8.37	Cumple
3	1KL	0.28	0.34	8.37	8.37	Cumple
3	1LM	0.25	0.92	8.37	8.37	Cumple
3	1MN	1.3	1.32	8.37	8.37	Cumple
3	A12	7.02	5.21	8.37	8.37	Cumple

Nota. M3= Momento en el eje local 3, V2= Corte en el eje local 2, Vn= Resistencia al corte de la viga. La ubicación, es con respecto a los ejes del levantamiento topográfico. La viga del ubicada en N12 no se encuentra en el cuadro dado que será reconstruida.

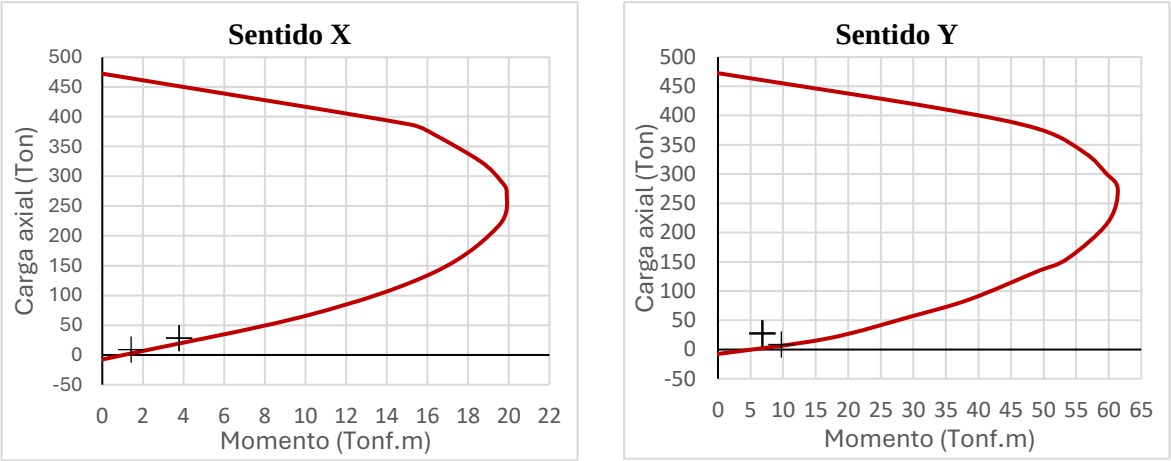
Reforzamiento de columnas

Columna 0.30 m x 0.80 m

Para el caso de esta columna no es necesario un reforzamiento dado que al visualizar la ubicación de las cargas aplicadas en su diagrama de interacción se aprecia que se encuentran adentro del área limitada por la curva. De igual manera presenta un corte menor a la resistencia a la corte calculada.

Figura 104

Diagrama de interacción columna 0.30 m x 0.80 m



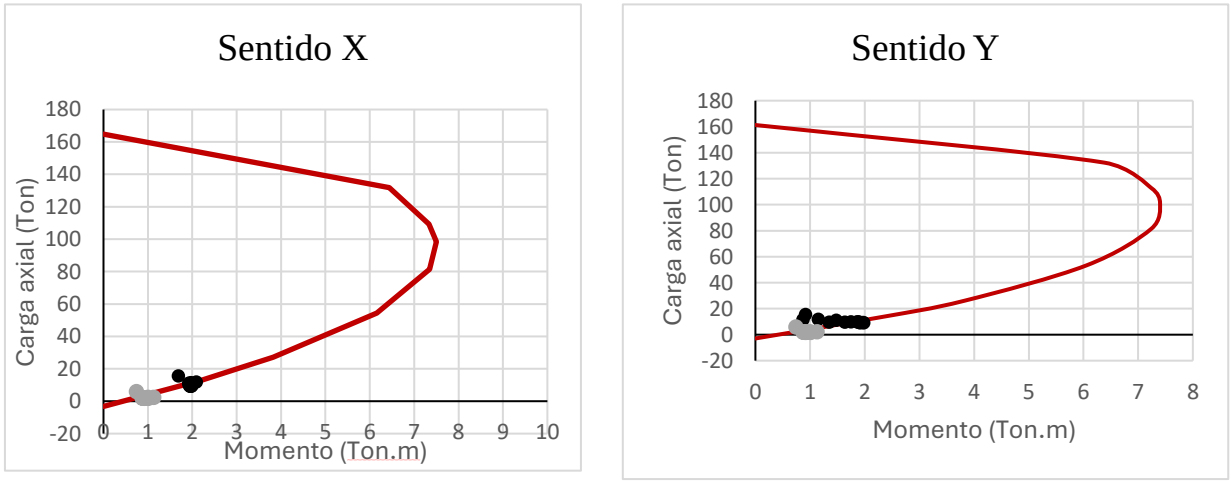
Nota. Se aprecia la distribución de las fuerzas y deformaciones unitarias. Fuente: Elaboración propia

Columna 0.30 m x0.30 m

Las columnas con sección de 0.30 m x 0.30 m si requieren de un reforzamiento para resistir las cargas aplicadas. Para su reforzamiento se aplicó el flujo recomendado por la normativa ACI 440.2R para la elaboración de los diagramas de interacción de columnas de concreto no circulares. El cual es mostrado en la siguiente figura.

Figura 105

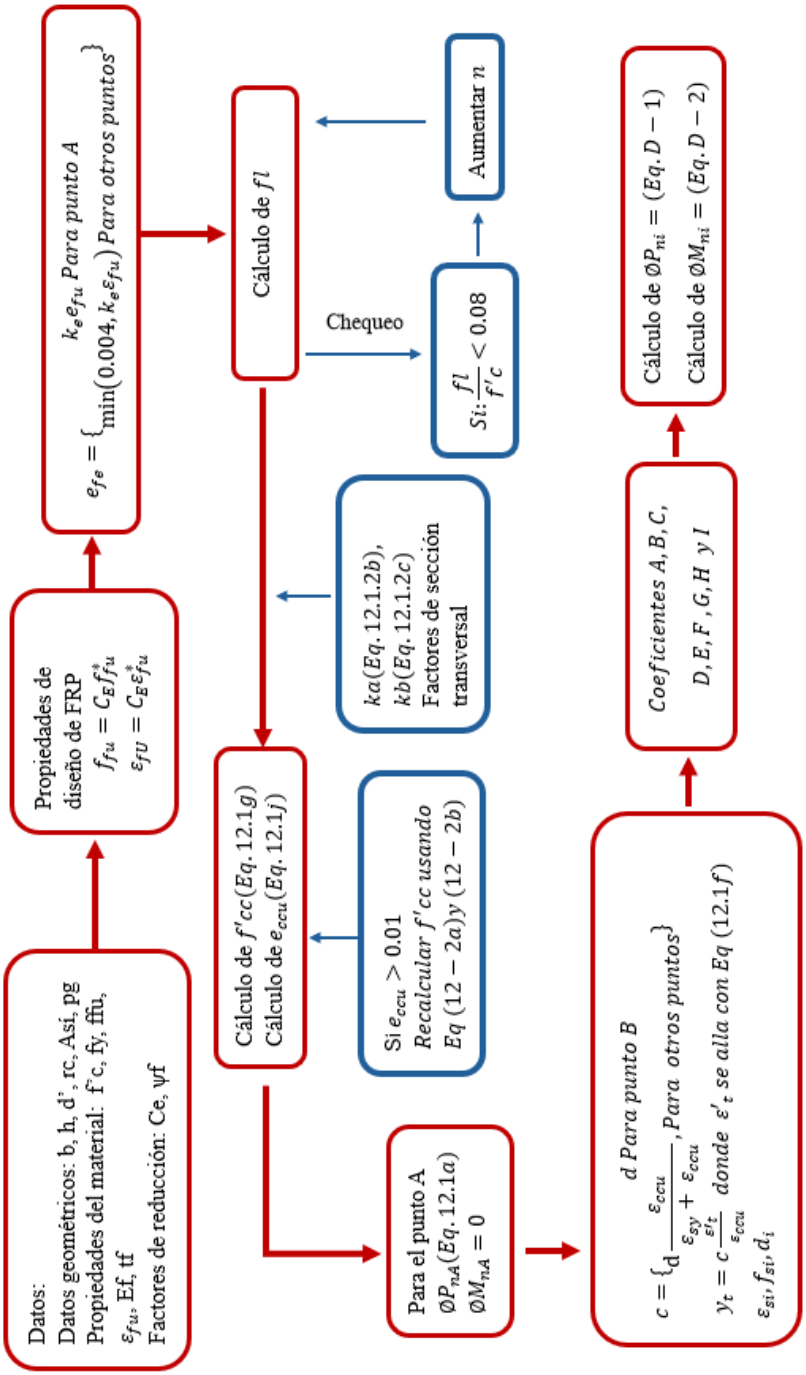
Diagrama de interacción columna 0.30 m x 0.30 m



Nota. Se aprecia la distribución de las fuerzas y deformaciones unitarias. Fuente: Elaboración propia

Figura 106

Flujo para elaboración de diagramas de interacción en columnas



Nota. El procedimiento se debe repetir para cada punto a gráficar, los numeros de las ecuaciones son las de la norma utilizada. Adaptado de *Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structure*, (pag. 110) por American Concrete Institute Committee 440, 2017

Tabla 79

Parámetros de la columna de concreto

Descripción	**Símbolo**	**Valor**	**Unidad**
Ancho	b	30	cm
Alto	h	30	cm
Resistencia a la compresión	f'c	213	kgf/cm²
Área de reforzamiento	As	1.39	cm²
Fluencia del acero	fy	2320	kgf/cm²
Máxima deformación elástica acero	εy	0.00114	cm/cm
Módulo de elasticidad concreto	Ec	220,377	kgf/cm²
Módulo de elasticidad acero	Ey	2039,000	kgf/cm²

Nota. Parámetros para el diseño y elaboración de diagramas de interacción de columnas.

Tabla 80

Propiedades de tejido de fibra de carbono

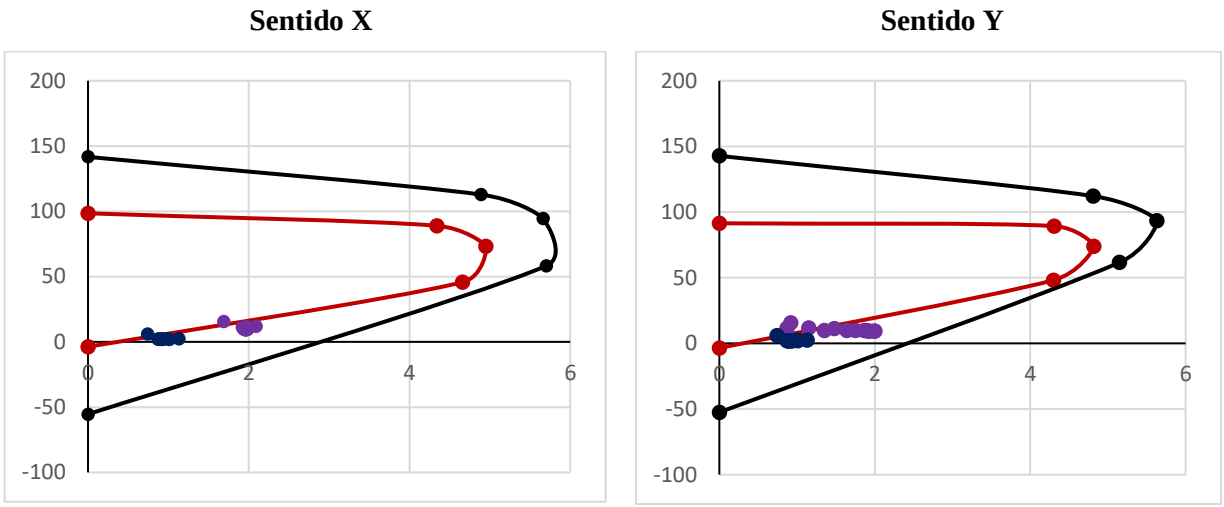
Descripción	**Símbolo**	Valor	Unidad
Factor de reducción por ambiente	Ce	0.95	
Espesor de la capa	tf	0.0337	cm
Resistencia a la tracción	f x fu	43,847.8	Kgf/cm²
Tensión de ruptura	ε x fu	0.0155	cm/cm
Módulo de elasticidad	Ef	2,447,318.91	Kgf/cm²

Nota. Parámetros para el diseño y elaboración de diagramas de interacción de columnas. Tomado de la norma ACI440.2R-17.

Aplicando los procedimientos y fórmulas de la normativa se elaboraron los nuevos diagramas de interacción de las columnas reforzadas y su comparación con el diagrama de interacción de la columna no reforzada. En donde se puede apreciar que los valores de los momentos aplicados en las columnas, para ambos sentidos, se encuentran fuera de la curva de para la columna no reforzada, mientras que para la columna reforzada con fibra de carbono si se encuentran dentro de dicha curva.

Figura 107

Diagrama De Interacción Columna reforzada de 0.30 m x 0.30 m



Nota. Se aprecia el aumento de la resistencia mediante el reforzamiento con fibra de carbono en las columnas. Fuente: Elaboración propia

Tabla 81

Valores máximos de fuerzas internas en las columnas del primer nivel

Nivel	Ubicación	M3 (Tonf.m)	M2 (Tonf.m)	V2 (Tonf)	V3 (Tonf)	T (Tonf.m)	P (Tonf)	Vn (Tonf)
1	1B	2.09	1.18	1.21	0.36	0.02	-11.84	5.93
1	1C	1.92	1.53	1.19	0.44	0.02	-11.16	5.93
1	1D	1.95	1.82	1.13	0.52	0.01	-9.93	5.93
1	1E	1.93	1.99	1.12	0.56	0.01	-9.87	5.93
1	1F	1.98	2.07	1.13	0.59	0.02	-9.43	5.93
1	1G	1.95	2.25	1.13	0.66	0.001	-9.42	5.93
1	1H	1.96	2.25	1.13	0.67	0.02	-9.28	5.93
1	1I	1.96	2.08	1.14	0.61	0.02	-9.29	5.93
1	1J	1.97	1.96	1.14	0.57	0.002	-9.90	5.93
1	1K	1.99	1.71	1.15	0.49	0.01	-9.84	5.93
1	1L	1.98	1.39	1.15	0.39	0.02	-9.74	5.93
1	1N	1.69	0.87	0.98	0.25	0.02	-15.70	5.93
1	1M	1.97	0.93	1.14	0.26	0.02	-11.59	5.93

Nota. M3= Momento en el eje local 3, M2= Momento en el eje local 2, V2= Corte en el eje local 2, V3= Corte en el eje local 3, P= Carga axial, Vn=Resistencia al corte de la columna. El símbolo negativo en las cargas axiales (P) representa compresión. La ubicación es con respecto a los ejes del levantamiento topográfico.

Tabla 82

Valores máximos de fuerzas internas en las columnas del segundo nivel

Nivel	Ubicación	M3 (Tonf.m)	M2 (Tonf.m)	V2 (Tonf)	V3 (Tonf)	T (Tonf.m)	P (Tonf)	Vn (Tonf)
2	1B	1.13	0.7	0.69	0.38	0.25	-2.40	5.93
2	1C	1.01	0.85	0.78	0.41	0.21	-1.92	5.93
2	1D	0.94	1.15	0.73	0.55	0.14	-2.02	5.93
2	1E	0.93	1.32	0.72	0.61	0.08	-1.99	5.93
2	1F	0.91	1.42	0.71	0.66	0.02	-2.02	5.93
2	1G	0.9	1.25	0.7	0.56	0.01	-2.02	5.93
2	1H	0.88	1.29	0.69	0.58	0.01	-2.00	5.93
2	1I	0.87	1.47	0.68	0.69	0.05	-1.99	5.93
2	1J	0.88	1.28	0.68	0.6	0.11	-1.99	5.93
2	1K	0.89	1.02	0.69	0.47	0.16	-2.01	5.93
2	1L	0.92	0.77	0.71	0.36	0.20	-1.95	5.93
2	1M	1.00	0.79	0.79	0.49	0.22	-2.41	5.93
2	1N	0.74	2.08	0.47	1.98	0.12	-5.96	5.93

Nota. M3= Momento en el eje local 3, M2= Momento en el eje local 2, V2= Corte en el eje local 2, V3= Corte en el eje local 3, P= Carga axial, Vn=Resistencia al corte de la columna. El símbolo negativo en las cargas axiales (P) representa compresión. La ubicación es con respecto a los ejes del levantamiento topográfico.

Aplicando la fórmula de la norma E.060 Concreto Armado para la verificación de momentos, para elementos sometidos a flexión biaxial. Se concluye que el reforzamiento satisface dicha exigencia.

G.6.12. Diseño de nuevos elementos de concreto armado

Ambos elementos fueron diseñados para los valores de respuesta obtenidos del análisis estructural, para ambos casos se hizo un diseño considerando los máximos valores de momento positivos y negativos aplicados en los elementos.

En base a los diagramas mostrados en la figura 111 se plantea las siguientes ecuaciones destinadas al diseño de los elementos de concreto.

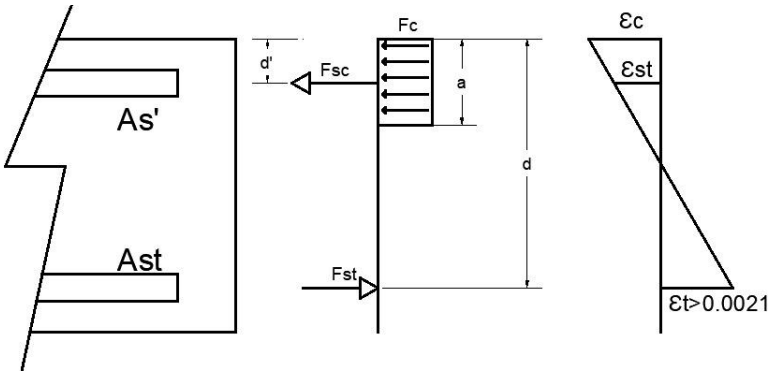
$$F_{st}A_{st} = \varepsilon_{sc}E_cA_{sc} + 0.85f'_cb(\beta\ x\ c)$$

$$M_n = \varepsilon_{sc} E_c A_{sc}(d - d') + \ 0.85 f_c' b(\beta \ x \ c)(d - \frac{\beta \ x \ c}{2})$$

- ✓ F_{st}: Fuerza del acero en tracción (kgf).
- ✓ ε_{sc}: Deformación unitaria del acero en compresión
- ✓ E_c: Módulo de elasticidad del concreto (kgf/cm^2)
- ✓ A_{sc}: Área de acero en compresión (cm^2)
- ✓ f_c': Resistencia a la compresión del concreto (cm^2)
- ✓ b: Ancho de viga de concreto (cm)
- ✓ β: Factor para distribución rectangular de los esfuerzos en el concreto (0.85)
- ✓ c: Profundidad del eje de compresión (cm)
- ✓ M_n: Momento nominal de la sección de concreto (Kgf.cm)
- ✓ d: Distancia de cara superior a eje del acero a tracción (cm)
- ✓ d': Distancia de cara superior a eje del acero a compresión (cm)

Figura 108

Diagrama de fuerzas en concreto producto del adobe y acero



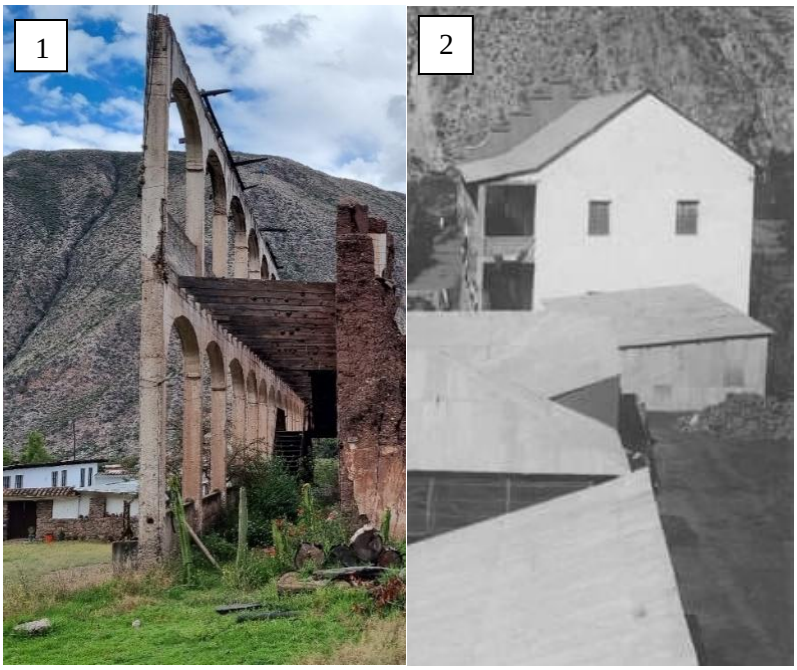
Nota. La deformación unitaria del gráfico en la zona de tracción corresponde para un acero corrugado grado 60. Fuente: Elaboración propia

Vigas de pórtico de concreto

Se planteó nuevas vigas para reemplazar las vigas inexistentes que fueron demolidas de la estructura, las cuales corresponden a las ubicadas en la entrada a la estructura. Cómo se muestra en la figura 109:

Figura 109

Perdida de vigas en estructura actual



Nota. En la figura (1) se muestra la estructura original y en (2) el estado actual Donde se puede ver la perdida de una viga de concreto. Fuente: Figura (a) Elaboración propia, Figura (b) Tomada de Archivo Histórico Salesiano del Perú (2024, 5 de enero). [Fotografía] https://www.facebook.com/archivohistoricosalesianoperu

En la siguiente tabla se muestra el diseño para las vigas del pórtico de concreto, los valores para el análisis corresponden a los mayores valores aplicados de momentos positivos y negativos.

Tabla 83

Diseño para viga de pórtico en el sentido eje "M" del segundo nivel (30 cm x 40 cm)

Máximo momento aplicado (Tonf.m)	Mínimo momento aplicado (Tonf.m)	Momento último (Tonf.m)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
7.80	-5.00	8.27	4 Φ1/2"	2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8"

Nota. La viga diseñada cumple para flexión positiva y negativa.

Tabla 84

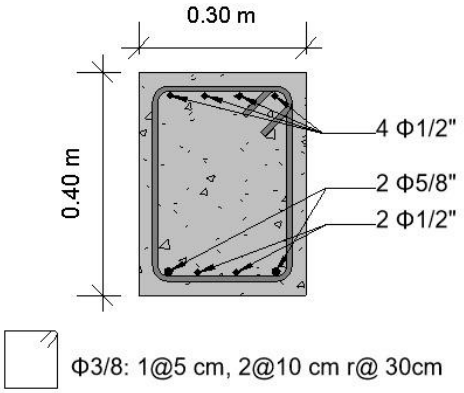
Viga de pórtico en el sentido eje "M" del tercer nivel (30 cm x 40cm)

Máximo momento aplicado (Tonf.m)	Mínimo momento aplicado (Tonf.m)	Momento último (Tonf.m)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
7.08	5.00	8.22	2 Φ1/2"	2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8"

Nota. La viga diseñada cumple para flexión positiva y negativa.

Figura 110

Sección de viga eje "M" segundo y tercer nivel



Nota. Propuesta para la reconstrucción de viga segundo y tercer nivel. Fuente: Elaboración propia

Vigas collar

Para el diseño de las vigas collar de concreto se realizó un análisis y un diseño de manera similar a las vigas del pórtico.

Tabla 85

Diseño para vigas collar en el sentido "X" del segundo nivel

Ancho (cm)	Alto (cm)	Recubrimiento (cm)	Máximo momento aplicado (Tonf.m)	Mínimo momento aplicado (Tonf.m)	Momento último (Tonf.m)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
90.00	10.00	2.00	2.05	2.01	2.31	7 Φ1/2"	7 Φ1/2"

Nota. La viga diseñada cumple para flexión positiva y negativa.

Tabla 86

Diseño para vigas collar en el sentido "Y" del segundo nivel

Ancho (cm)	Alto (cm)	Recubrimiento (cm)	Máximo momento aplicado (Tonf.m)	Mínimo momento aplicado (Tonf.m)	Momento último (Tonf.m)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
90.00	10.00	2.00	3.14	2.43	3.17	11 Φ1/2"	11Φ1/2"

Nota. La viga diseñada cumple para flexión positiva y negativa.

Tabla 87

Diseño para vigas collar en el sentido "X" del tercer nivel

Ancho (cm)	Alto (cm)	Recubrimiento (cm)	Máximo momento aplicado (Tonf.m)	Mínimo momento aplicado (Tonf.m)	Momento último (Tonf.m)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
60.00	10.00	2.00	1.02	0.97	1.15	6 Φ3/8"	6 Φ3/8"

Nota. La viga diseñada cumple para flexión positiva y negativa.

Tabla 88

Diseño para vigas collar en el sentido "Y" del tercer nivel

Ancho (cm)	Alto (cm)	Recubrimiento (cm)	Máximo momento aplicado (Tonf.m)	Mínimo momento aplicado (Tonf.m)	Momento último (Tonf.m)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
90.00	10.00	2.00	2.43	5.00	2.59	8 Φ1/2"	8 Φ1/2"

Nota. La viga diseñada cumple para flexión positiva y negativa.

H. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

H.1. Análisis

H.1.1. Análisis del estado actual de la estructura

Como primer elemento del desarrollo de la investigación se buscó identificar las condiciones actuales de la estructura existente. Con los trabajos en campo se pudo apreciar las patologías presentes en la estructura tanto debido al deterioro con el paso del tiempo, defectos en la construcción de la estructura y por último los generados por el incendio que sufrió la estructura, cabe destacar también que al hacer una revisión de las imágenes antiguas la estructura se mantuvo en buenas condiciones hasta antes de que ocurra el incendio, después de esto esta se fue deteriorando por estar expuesta a la intemperie. A continuación, se muestra la tabla del estudio patológico de los elementos de concreto.

Tabla 89

Resumen del proceso patológico en elementos de concreto

Proceso	Lesión	Tipo	Causa	Elemento	Efecto
Mecánico	Rotura	Fisuras	Empuje de tierra	Muro y Columna	Fisuras horizontales por pandeo producido por el empuje de la tierra
Mecánico	Rotura	Fisuras	Retracción conjunta térmica e hidráulica	Muro y Columna	Fisuración abundante formando una red.
Mecánico	Rotura	Derrumbamiento	Deficiencia en la cohesión interna del elemento	Muro, columna y viga	Desmoronamiento
Mecánico	Erosión	Erosión	Circulación del agua	Muro y columna	Degradación, perdida del material superficial
Físico	Humedad	Humedad	Ascensión capilar	Muro y Columna	Degradación progresiva
Químico	Erosión	Eflorescencia	Absorción de agua y contaminantes	Muro, columnas y vigas de concreto	Manchas de coloración verdosa
Química	Erosión	Erosión	Crecimiento de plantas con raíces	Muro, columnas y vigas de concreto	Degradación del muro
Química	Erosión	Erosión	Fuego	Vigas y columnas de concreto	Disminución de propiedades resistentes

Nota. La siguiente tabla se realizó en base a la inspección visual en campo.

Tabla 90

Resumen del proceso patológico en elementos de Adobe

Proceso	Lesión	Tipo	Causa	Elemento	Efecto
Mecánico	Rotura	Grieta	Inclinación lateral del muro	Muro	Grieta vertical
Mecánico	Rotura	fisuras	Humedad y desgastes	Muro	Fisuras verticales
Mecánico	Rotura	Desmoronamiento	Desgastes	Muro	Desmoronamiento
Mecánico	Erosión	Erosión	Circulación del agua	Muro	Perdida del material superficial
Mecánico	Rotura	Derrumbamiento	Desgastes	Muro	Desmoronamiento
Físico	Humedad	Humedad	Ascensión capilar	Muro	Degradación progresiva
Química	Erosión	Erosión	Constante presencia de humedad	Muro	Mohos y aparición de plantas

Nota. La siguiente tabla se realizó en base a la inspección visual en campo.

Tabla 91

Resumen del proceso patológico en elementos de madera.

Proceso	Lesión	Tipo	Causa	Elemento	Efecto
Biológico	Erosión	Mohos	Hongos de pudrición	Viga y escalera de madera	Coloración y desprendimiento
Abiótico	Erosión	Química	Fuego	Vigas de madera, escalera de madera y tijerales	Origen de carbón y derrumbamiento
Abiótico	hinchazón y merma	Físico	Cambios de humedad	Vigas de madera y escalera de madera.	Variación de las dimensiones volumétricas
Abiótico	hendiduras o acanaladuras	Físico	Acción del sol combinada con la lluvia	Vigas de madera	Degradación

Nota. La siguiente tabla se realizó en base a la inspección visual en campo.

H.1.2.Análisis de los materiales de la estructura

Suelos

De los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio correspondientes a las 03 calicatas indican que el tipo de suelo en esta zona de estudio es granular, siendo esta la explicación del porque aun a pesar del tiempo los elementos de concreto y adobe no tienen valores altos en asentamientos que afecten la estructura ya sea en la aparición de grietas o roturas, ya que en un suelo granular los asentamientos se producen instantáneamente al momento que se termina la construcción. Al realizar un análisis del suelo de la cimentación de la estructura original no cumplen con los factores de seguridad establecidos por la norma en los muros de concreto siendo este valor 1.33 donde la capacidad admisible del suelo es menor que la carga aplicada.

En la siguiente tabla se muestras los resultados del estudio de mecánica de suelos que se realizaron en laboratorio basado en las distintas NTP (Norma técnica peruana), donde se obtuvo como resultado las propiedades físicas del suelo. estos datos son importantes para la determinación de la capacidad portante del suelo.

Tabla 92

Resultado de las propiedades físicas del suelo

N° Cal.	W (%)	LL (%)	LP (%w)	IP (%)	Clas. SUCS	Densidad húmeda (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	Densidad relativa (%)	Angulo de fricción
C1E1	4.81%	18.78%	17.01%	1.78%	GW-GM	1.99	1.89	71.14	36°
C2E1	6.05%	26.41%	15.26%	11.16%	SC	1.55	1.46	64.33	35°
C2E2	6.16%	20.89%	13.76%	7.13%	GC	1.89	1.78	87.27	38°
C3E1	5.98%	26.04%	15.16%	10.89%	SC	1.52	1.44	64.95	35°
C3E2	6.02%	22.01%	15.88%	6.13%	GC	1.86	1.76	85.68	38°

Nota. W= Contenido de humedad, LL= Límite líquido, LP= Límite plástico, IP= Indice de plasticidad. Todos los resultados fueron determinados a través de ensayos en laboratorio.

En la siguiente tabla se muestras los resultados de las propiedades mecánicas del suelo siendo este la capacidad portante del suelo que es de mucha importancia para determinar si el suelo es apto o no.

Tabla 93

Resultado de las propiedades mecánicas del suelo

Descripción	C1	C2	C3
Capacidad de carga aplicada (kgf/cm²)	4.58	8.02	7.65
Capacidad admisible (kgf/cm²)	1.83	3.21	3.06

Nota. C1= Calicata 1, C2= Calicata 2, C3= Calicata 3. La capacidad de carga se determinó a partir de las características físicas del suelo y la capacidad admisible se determinó tomando el factor de seguridad que la norma recomienda.

Adobe

Al estudiar la tierra del adobe existente y la destinada para realizar las nuevas unidades de adobe se encontró que el material es apto ya que cumple con exigencias de los ensayos de la norma E.080, los resultados obtenidos son mayores a los valores mínimos, al tener material granular contribuye a su resistencia tanto en pilas y muretes.

La siguiente tabla muestra los resultados de las propiedades físicas del suelo que compone el adobe existente y el suelo que se extrajo para el nuevo adobe que se realizó con la finalidad de determinar las características mecánicas del adobe.

Tabla 94

Características físicas del suelo del adobe existente y para el nuevo adobe

Descripción	Límite líquido (%w)	Límite plástico (%w)	Índice plástico (%)	Clasificación SUCS
Adobe	25.89%	14.96%	10.93%	SC
Suelo-Adobe	26.04%	15.13%	10.91%	SC

Nota. Como se observa ambos suelos tienen similares características físicas.

Tabla 95

Características mecánicas del adobe

Adobe	Resistencia última (Kgf/cm²)	Norma E.080 (Kgf/cm²)
Resistencia del material tierra a compresión	27.13	10.2
Resistencia del material tierra a tracción	1.60	0.81
Resistencia del mortero a la tracción	0.13	0.12
Resistencia del murete a la compresión	12.68	6.12
Resistencia del murete a la tracción indirecta	0.98	0.25
Módulo de elasticidad del adobe	1715.26	2040
Módulo de Poisson	0.22	
Peso específico del adobe (kgf/cm³)	1866	

Nota. Todos estos resultados se determinaron para el análisis estructural de la granja escuela de Yucay.

Concreto

Al estudiar los elementos de concreto existente se determinó que tiene valores de resistencia a la compresión superiores al mínimo para ser considerado concreto estructural que da la norma E.060 (17 Mpa), a pesar de la antigüedad del concreto esta se conservó, las patologías encontradas en el concreto no afectaron significativamente su resistencia.

Tabla 96

Características físicas y mecánicas del concreto

Concreto	Valores	Unidades
Densidad del concreto	2415.37	kgf/cm³
Resistencia a la compresión del concreto	**Valores**	**Unidades**
Columnas	214	kgf/cm²
Vigas	241	kgf/cm²
Muros	252	kgf/cm²

Nota. Todos estos resultados se determinaron para el análisis estructural.

Madera existente

Con los resultados de los ensayos realizados a la madera original se obtuvieron los valores de sus propiedades resistentes frente a las distintas aplicaciones de carga. Dichos resultados al compararlos con los valores establecidos en la norma de E.010 *Maderas* para los distintos tipos grupos de madera estructural. La madera que se encontraba originalmente en la estructura presenta valores cercanos al grupo A, sin embargo, los valores del módulo de elasticidad son menores a los de este grupo.

Tabla 97

Propiedades madera original de la estructura

Madera	Densidad básica (g/cm^3)	Resistencia a la compresión paralela (kgf/cm^2)	Resistencia a la flexión (kgf/cm^2)	Módulo de elasticidad mínimo (kgf/cm^2)	Módulo de elasticidad promedio (kgf/cm^2)
Pino Oregon	0.54	366.25	204.4	109,317.83	128,241.60
Madera grupo A	>0.71	145.00	145.00	95,000.00	130,000.00
Madera grupo B	0.56-0.70	110.00	105.00	75,000.00	100,000.00
Madera grupo C	0.40-0.55	80.00	75.00	55,000.00	90,000.00

Nota. Los valores del Pino Oregon son los obtenidos en laboratorio.

Madera para restauración

Con los resultados de los ensayos realizados a la madera propuesta para la restauración, Pino Radiata, se obtuvieron los valores de sus propiedades resistentes frente a las distintas aplicaciones de carga y con dichos resultados se realizó una comparación con los valores establecidos en la norma de E.010 *Maderas* para los distintos tipos grupos de madera estructural.

La madera propuesta para la restauración de la estructura presenta valores cercanos al grupo C, siendo los valores obtenidos en laboratorio mayores a los mínimos valores establecidos en la norma para el grupo mencionado

Tabla 98

Propiedades madera para restauración

Madera	Densidad básica (g/cm^3)	Resistencia a la compresión paralela (kgf/cm^2)	Resistencia a la tracción paralela (kgf/cm^2)	Resistencia al corte paralelo (kgf/cm^2)	Resistencia a la flexión (kgf/cm^2)	Módulo de elasticidad mínimo (kgf/cm^2)	Módulo de elasticidad promedio (kgf/cm^2)
Pino Radiata	0.43	120.08	80.00	8.67	113.92	78,517.95	96,534.00
Madera grupo A	>0.71	145.00	145.00	15.00	145.00	95,000.00	13,0000.00
Madera grupo B	0.56-0.70	110.00	105.00	12.00	105.00	75,000.00	10,0000.00
Madera grupo C	0.40-0.55	80.00	75.00	8.00	75.00	55,000.00	90,000.00

Nota. Todos estos resultados se determinaron para el análisis estructural.

H.1.3.Evaluación de la estructura

Habiendo realizado el análisis estructural de la configuración original de la estructura se puede apreciar que bajo la aplicación de las cargas de diseño de las actuales normativas peruanas la estructura y los materiales de las que se compone, no cumplen con las exigencias requeridas en las normas. Como se muestra en la Tabla 99 las verificaciones a la estructura y los elementos de las estructuras.

Al someter a la estructura a un análisis estructural aplicando cargas establecidas en normativas actuales se pudo identificar los elementos que son más afectados por las solicitaciones. Este análisis pudo mostrar que la estructuración original no puede satisfacer completamente los requerimientos que exigen las normativas, para dar seguridad en la estructura. Por tal razón como se mostró en el item L.7.5 las fuerzas internas desarrolladas en los muros de adobe exceden los valores máximos de resistencia calculados en los ensayos de laboratorio, que además también fueron modificados por los factores de seguridad indicados en la norma E.080.

Para el caso de los elementos de concreto armado el comparar la resistencia nominal de la sección y las solicitaciones aplicadas se apreció que tanto las vigas como las columnas precisan de reforzamiento para satisfacer las solicitaciones aplicadas, a pesar que estas solicitaciones no tiene un valor muy elevado si se compara con una sección de concreto armado de acero corrugado, el hecho de los elementos de

concreto estén reforzados con acero liso disminuye significativamente el aporte a las fuerzas internar del concreto armado.

En el caso de la cimentación de los muros de concreto no son adecuadas habiendo realizado el análisis estructural.

Tabla 99

Verificaciones a la estructura de la propuesta de reforzamiento

Material	Efecto	Normativa	Valor límite	Valor calculado
Albañilería	Distorsión de entrepiso	E.030	0.005	0.003
Elementos de adobe	Resistencia a la compresión del adobe (Kgf/cm²)	E.080	5.23	1.70
	Resistencia al corte (Kgf/cm²)	E.080	0.39	0.54
Suelo	Capacidad de carga en muro de adobe (Kgf/cm²)	E.050	3.19	3.06
	Capacidad de carga en muro de concreto (Kgf/cm²)	E.050	1.76	4.40

Nota. No están considerados los elementos de concreto armado dado que cada uno elemento tiene su propia valor límite de resistencia.

En base a las verificaciones se aprecia la exigencia de una propuesta para la restauración de la estructura a fin de que cumpla las exigencias actuales, garantizando que los principios del diseño sismorresistente de la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

H.1.4.Análisis del reforzamiento de la estructura

Para la propuesta de restauración en cuanto a dichos cimientos se redimensiono las medidas para que este tenga una capacidad de soporte que cumpla con las condiciones de la norma E.050 de suelos y cimentaciones.

Cimiento del muro de adobe

La propuesta del cimiento corrido del muro de adobe tendrá ancho de 1.10 m y una altura de 0.90 m. La norma E.080 recomienda utilizar concreto ciclópeo, esta tendrá una resistencia de 175 kgf/cm², la relación entre cemento y hormigón más piedra grande será lo siguiente 1:10 + 30% PG, donde PG es piedra grande de 8” y en cuanto al proceso constructivo se primero se excavara una zanja con las medidas del cimiento corrido y de acuerdo al plano de cimientos, posteriormente se mezcla el concreto simple colocándolo en la zanja, finalmente se introduce en la mezcla las piedras en forma ordenada estas tienen que ser humedecidas antes para luego someter el conjunto a vibración. este proceso se realizará en capas.

Para el sobrecimiento del muro la Norma E0.80 recomienda también utilizar concreto ciclópeo esta tendrá las siguientes características:

- ✓ La resistencia de 175 kgf/cm²
- ✓ La relación entre cemento y hormigón más piedra mediana será lo siguiente 1:8+ 25% PM
- ✓ PM es piedra mediana de 4”

El proceso constructivo empezara primero la actividad de encofrado con las dimensiones del sobrecimiento que vendría a ser 0.90 m de ancho y una altura de 0.40 m esto a lo largo del cimiento corrido, posteriormente se mezcla el concreto simple colocándolo en el encofrado, finalmente se introduce en la mezcla las piedras en forma ordenada estas tienen que ser humedecidas antes para luego someter el conjunto a vibración, este proceso se realizara en capas.

Reforzamiento del cimiento del muro de concreto

Para el reforzamiento del cimiento del muro de concreto se propone la construcción de bloques de concreto alrededor del cimiento existente. Esta con la finalidad de lograr una mayor capacidad portante y reforzar la cimentación ampliándola.

Para el cimiento del muro de concreto se recomienda también utilizar concreto ciclópeo esta tendrá las siguientes características:

- ✓ La resistencia de 175 kgf/cm²
- ✓ La relación entre cemento y hormigón más piedra mediana será lo siguiente 1:10+30% PG
- ✓ PG es piedra grande de 6”.

En cuanto al proceso constructivo de la cimentación ampliada, El primer bloque se excava por debajo de la cimentación, el espesor de este bloque tiene una dimensión horizontal máxima de 1.20 m, la excavación se encofra con una abertura en la parte superior para vaciar el concreto ciclópeo para posteriormente someterlo a vibración. Todo este proceso se construye en paños intercalados tal como se indica en la siguiente imagen. Las dimensiones se pueden apreciar en los anexos de planos R-09.

Figura 111

Secuencia del proceso constructivo de los paños de bloques de concreto

Nota. Numeración del proceso constructivo del reforzamiento del cimiento del muro de concreto. Fuente: Elaboración propia

Elementos de adobe

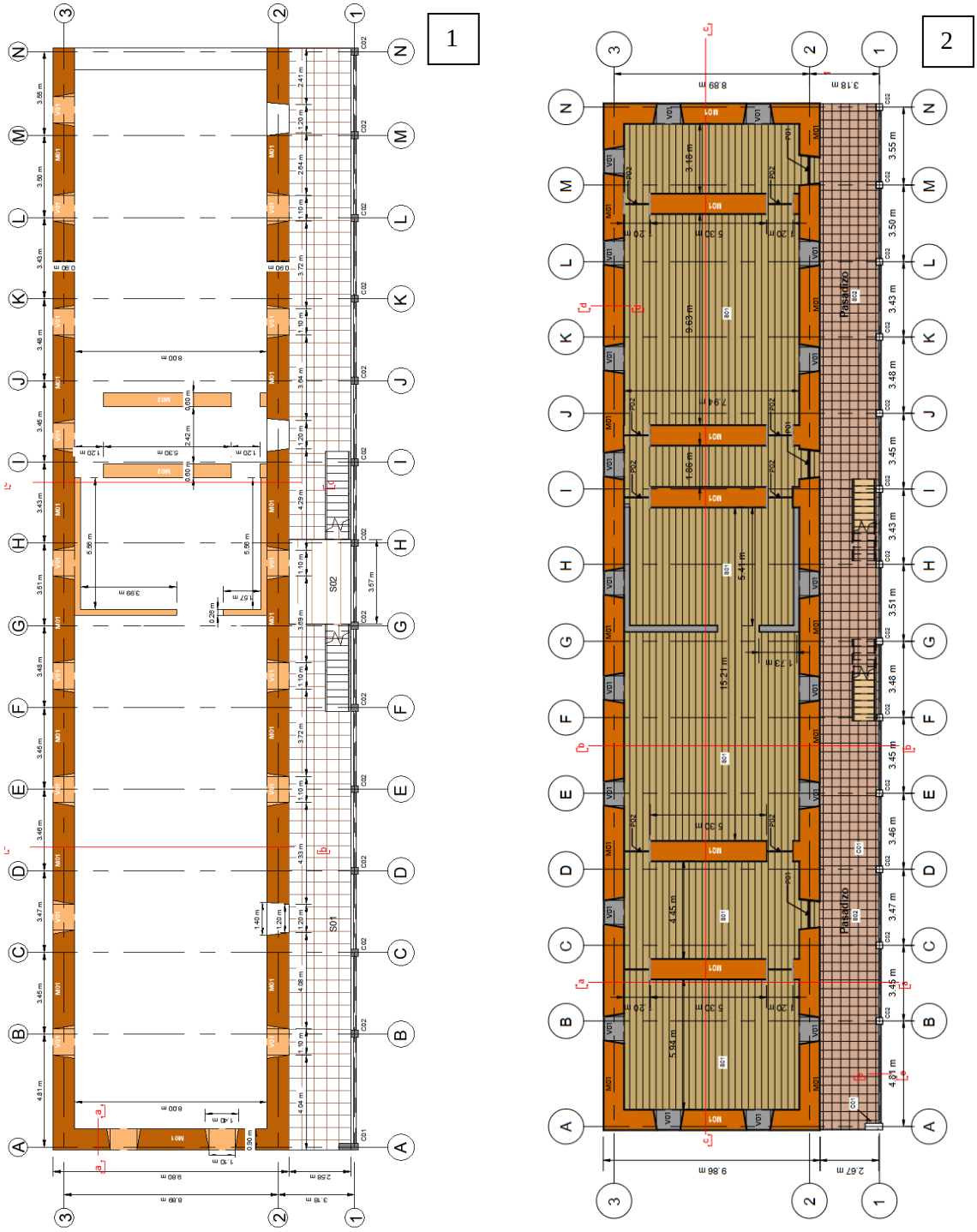
El reforzamiento de los elementos de adobe se enfocó en la disposición de los muros, dado que la distribución de muros anterior, al ser sometida a un análisis con cargas con las normativas actuales, no cumplía los límites establecidos. Por ello el reforzamiento de estos elementos se enfocó en mejor su desempeño ante estas cargas, mas no un reforzamiento al material de adobe.

En base a los resultados de la investigación se aprecia que las mejores opciones para lograr el reforzamiento de los elementos de adobe son los siguientes:

- ✓ Incorporación de 3 muros interiores de adobe de espesor de 90 cm y de longitud 5.3 m similares a los muros interior de la estructura ya existente aumento su espesor a los muros existentes de igual manera.
- ✓ Aumento del espesor de los muros exteriores del segundo nivel en el sentido Y de 60 cm a 90 cm.
- ✓ Incorporación de viga de collar de concreto armado entre los muros de distintos niveles.

Figura 112

Vista en planta de la estructura actual



Nota. En la figura (1) se aprecia una vista en planta de la estructura actual y en la figura (2) se aprecia la vista en planta de la propuesta de reforzamiento ambas del primer nivel. Para mayor detalle consultar los anexos en los planos AC-01 y R-01 de la figura (1) y (2) respectivamente. Fuente: Elaboración propia

Reparación de elementos de concreto

Para la reparación de estas patologías de erosión, humedad y eflorescencia en muros, vigas y columnas de concreto se propone la aplicación del mortero autosoportante consistente en reemplazar el concreto dañado para lo cual se utilizará un mortero cuya resistencia será de acuerdo con el estudio que se realizó para determinar la resistencia de los elementos también se utilizará un puente adherente epóxico lo cual servirá como unión entre la estructura a reparar y el mortero autosoportante. El proceso constructivo es lo siguiente:

- ✓ Se retira todo el concreto dañado hasta encontrar una superficie en óptimas condiciones con los bordes totalmente rectos.
- ✓ En caso de que se encuentre acero de refuerzo este se debe de limpiar o reemplazar dependiendo de la condición que se encuentre.
- ✓ Finalmente se coloca la base cementicia y encima se coloca el mortero autosoportante.

Reparación derrumbamiento de muros, columna y viga de concreto

Para la reparación de derrumbamiento de volúmenes pequeños localizados en los elementos de concreto se propone la aplicación de concreto vaciado in situ la cual consiste en reemplazar el volumen dañado por uno nuevo la resistencia de este concreto debe ser igual al concreto existente a reparar para este caso se recomienda un concreto de gran densidad para este tipo de restauración se utilizará un puente adherente que unirá el concreto antiguo y el nuevo.

- ✓ Picar todo el volumen de concreto dañado hasta encontrar un volumen en óptimas condiciones con forma geométrica adecuada.
- ✓ Toda la superficie a reparar deberá estar limpia esto con la finalidad de no impedir la adherencia del nuevo concreto.
- ✓ Finalmente se coloca el puente adherente en toda la superficie y encima se coloca el concreto nuevo.

Reparación de secciones de concreto

Para la reparación de los elementos de concreto con pérdidas en la sección del elemento el Manual de Reparaciones y Refuerzos Estructurales de Chile (2018) recomienda para este caso la técnica de hormigón vaciado en sitio para atenuar este problema presentado en menor medida en las columnas y en la totalidad de las vigas de concreto, en donde existen aberturas en la sección que es donde se solía empotrar los elementos de madera.

Reforzamiento con Fibra de carbono

La principal deficiencia observada en los elementos de concreto armado es la poca resistencia a la flexión que aporta el acero liso por lo cual se observó la necesidad del reforzamiento para aumentar los valores de resistencia requerida ya que no cumplió con las exigencias de las cargas aplicadas. La técnica propuesta para el reforzamiento con fibra de carbono mostro en su diseño un aumento en la resistencia que satisface sin la necesidad de ningún reforzamiento adicional. Esto elevó su resistencia a la flexión que fue calculada tomando como base los resultados de la investigación de Cheng, Tao y Boquan (2015).

Reforzando con fibras de carbono se logró obtener un aumento en la resistencia a la flexión en vigas y en columnas un aumento a la resistencia a flexo compresión. El proceso de diseño ha sido realizado en base a la normativa ACI 440. 2R 2017, esta misma normativa considera los aspectos necesarios para el proceso de instalación del reforzamiento en los elementos de concreto.

Vigas

Para las vigas el procedimiento es la colocación del refuerzo en la parte inferior de la viga y en la parte superior en los extremos de la viga. Obteniéndose un aumento en la resistencia a la flexión, que se demostró en el análisis.

Columnas

Para las columnas el procedimiento es la colocación del refuerzo en toda la superficie de las columnas tipo 2(30cm x30 cm). Obteniéndose un aumento en la resistencia a flexo compresión. Como se mostró en la figura 106.

Incorporación de nuevos elementos de concreto

Se plantea la adición de nuevos elementos de concreto armado para la reconstrucción de elementos, actualmente, no existentes en la estructura. Esto aplicado únicamente para las vigas del Eje N de la estructura. Para lograr la interacción de los nuevos elementos

Las secciones diseñas para estos elementos son las siguientes:

Tabla 100

Sección de viga a reconstruir del segundo y tercer nivel

Ancho (cm)	Alto (cm)	Varillas superiores (pulg)	Varillas inferiores (pulg)
30.00	40.00	4 Φ1/2"	2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8"

Nota. Dimensiones para la nueva viga de concreto.

H.1.5. Elementos de madera

Restauración de vigas y elementos del techo

Debido a que los elementos de madera fueron totalmente dañados por el incendio que ocurrió en este pabellón educativo se hizo un estudio de la madera existente la cual será restaurada en su totalidad con madera Pino Radiata para también se realizó los ensayos correspondientes a sus propiedades la cual cumple las indicaciones mínimas de la norma E.010, en cuanto al proceso constructivo antes de realizar los cortes se debe tener las medidas exactas estas figuran en los planos tanto de las vigas y el techo, la forma de colocación se debe realizar en tramos, en cuanto a las uniones estas se realizaran con 02 cartelas de pletinas metálicas a cada lado estas serán unidas con pernos cuyos espesores se encuentra en los planos detalle los cuyos espaciamientos y espesores fueron calculados de acuerdo a la Norma E.010 de la madera.

H.2. Discusión

H.2.1. Discusión respecto a los antecedentes

En la tesis “Propuesta Integral de Reforzamiento para Edificaciones de Adobe. Aplicación al Caso de un Local Escolar de Adobe en la provincia de Yauyos” se desarrolló una propuesta de reforzamiento para las edificaciones existentes de adobe debido a la alta sismicidad en la zona de Yauyos donde se comparó dos alternativas de reforzamiento, concluyendo que para el aumento de la resistencia al corte de los muros de adobe propusieron la reducción de los vanos de la estructura esto puede aplicarse a zonas rurales con alto índice de actividad sísmica. Debido a la poca densidad de muros en la estructura de la granja escuela de Yucay se propone la incorporación de muros de adobe resultando en un aumento a la resistencia al corte de los muros de adobe comprobando lo que indica la anterior tesis mencionada. Este efecto se apreció en los elementos de adobe donde los máximos esfuerzos de corte después del reforzamiento se redujeron de 0.58 Kg/cm^2 a 0.39 Kg/cm^2. Por lo cual se aprecia que la incorporación del reforzamiento al sistema estructural mejora el comportamiento de la estructura de adobe y concreto.

En el artículo titulado “Algunas recomendaciones para la construcción de muros utilizando adobe” indica que al realizar mejoras estructurales para viviendas de adobe donde estas tuvieron como refuerzo la incorporación de cimiento corridos y sobrecimientos; incorporación de mallas electrosoldadas y viga collar de concreto armado, siendo el resultado de las pruebas de los módulos reforzados que solo colapsaron con cargas de sismo severo. Se aplica la misma técnica para el reforzamiento de la granja escuela de Yucay en cuanto a cimientos corridos este se redimensiono para soportar las cargas de la estructura y se propuso la incorporación sobrecimientos de concreto, la incorporación de viga collar de concreto, Todos estos elementos mejoran el comportamiento de la estructura de adobe y concreto ante cargas de uso y sobrecargas de sismo como se pudo apreciar en los resultados del análisis de la estructura original y el sistema de reforzamiento planteado.

Respecto a la hipótesis general, se tiene que: El planteamiento de un sistema de reforzamiento estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay permitirá integrar la construcción de adobe y concreto de manera simultánea para soportar la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo de la edificación actual destinada a uso educativo. Como se apreció en el análisis de los antecedentes y los resultados el sistema de reforzamiento permite la integración de los elementos de concreto y adobe aportando en la resistencia a las cargas aplicadas.

En la tesis titulada: “Restauración Del Sistema Estructural De Los Monumentos: Iglesia Santa Teresa y la Iglesia San Cristobal” Indica la importancia del conocimiento de los materiales para conocer mejor su comportamiento y dar mejores soluciones que permitan la conservación de las estructuras estudiadas. Por lo tanto, como se realizó en esta investigación se comprueba la necesidad fundamental de realizar un estudio a los materiales para conocer el comportamiento de la estructura original y del sistema de reforzamiento a plantear.

Respecto a la hipótesis específica 1, se tiene que: La obtención de las propiedades mecánicas de los materiales permite realizar un modelo matemático que representa las características reales de la infraestructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay. Se evaluó en el análisis estructural con los parámetros de los materiales obtenidos en laboratorio. El análisis mostró el comportamiento adecuado de la estructura original ante la acción de cargas de uso donde el máximo esfuerzo a compresión aplicado representa 51.6 % del esfuerzo máximo admisible. Mientras que, al hacer un análisis sísmico estático, en donde se considera también los efectos que puede producir un sismo se evidenció la falta de resistencia ante los esfuerzos cortantes producidos, donde el esfuerzo aplicado es mayor en un 48.7 % al esfuerzo máximo admisible. Estos valores del análisis y los resultados obtenidos en las pruebas permiten describir, los efectos de la fuerza, de manera más cercana a la realidad.

Respecto a la hipótesis específica 2 se tiene que: “La integración del reforzamiento estructural de manera simultánea en las estructuras de concreto y adobe permitirá soportar las cargas de uso y de sismo en la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay”. De acuerdo con el estudio realizado por Miguel Rodriguez (2014) Los muros de adobe reforzadas con elementos de concreto por medio de vigas collar rodeando toda la estructura aporta un mejor comportamiento. Al evaluar los resultados la incorporación del reforzamiento en los elementos originales ante la aplicación de las cargas de las normativas actuales. Se presenta una mejor distribución de las cargas en los muros de adobe y trabajo en conjunto con los elementos de concreto y madera. En donde las vigas collar llegan a recibir valores de fuerza cortante de hasta de 2.20 tonf en el sentido X y 4.60 Tonf en el sentido Y. Estos valores de fuerza son menores a las resistencias de las vigas, por lo que este sistema de vigas collar es compatible con la estructura contribuyendo en su reforzamiento.

H.2.2.Discusión respecto a los objetivos.

Respecto al objetivo general se buscó: “Desarrollar el sistema de reforzamiento estructural que integre de manera simultáneamente el adobe y el concreto del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela ante la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo que requiere soportar una edificación actual destinada a uso educativo” Con el estudio realizado el sistema desarrollado como propuesta para el reforzamiento de la estructura estudiada ha presentado una mejora en la respuesta ante la aplicación de las cargas normativas actuales, los resultados muestran que el sistema planteado reduce las deficiencias originales de la estructura, una de ellas es la que presentaba en los muros, debido a su baja densidad de muros en un sentido, con la incorporación de los muros junto con la viga collar propuesta logrando mejor comportamiento ante la acción de sobrecargas de sismo.

Otro caso es la deficiencia en los elementos de concreto armado, ya que al estar constituidas por acero liso presenta una baja resistencia a la flexión. Las fibras de carbono propuestas aumentan esta resistencia sin tener que generar cambios en la rigidez y dimensiones de la estructura. Los muros que sostienen a la estructura de igual manera son reforzados con el fin de aumentar su resistencia ante volteo y su capacidad de carga.

Respecto al objetivo específico 1 se buscó: “Determinar las propiedades mecánicas de los materiales que constituyen la estructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay” Al determinar las propiedades mecánicas de los materiales, permitió verificar su comportamiento individual y compararlas con sus valores admisibles de resistencia. Que posteriormente permitió analizar cómo se comportan en conjunto en la estructura. Como es el caso del adobe donde se pudo comprobar que el suelo utilizado es de similar granulometría al de los muros ya construidos, además de ello, al

elaborar el adobe con este suelo y realizar los ensayos normativos sus resultados fueron superiores a los mínimos exigidos en la norma E.080. Para el suelo donde resultan valores de capacidades de carga mayores a los aplicados y cumpliendo con los factores de seguridad respectivos. Principalmente el caso especial es de la madera, dado que al ser una madera que actualmente no se encuentra en el medio se propuso el uso de una madera de la familia de pino, pino Radiada, ambas maderas mostraron una resistencia mayor a la de los mínimos exigidos en las normas. Cuyos valores están dentro de los parámetros de una madera del grupo A y del C, para la madera original y madera para restauración respectivamente. El caso del concreto el estudio demostró que los valores de resistencia a la compresión siguen siendo adecuados, sin embargo, debido a su composición con acero liso, tiene poca resistencia a la flexión. Presentando resistencias inadecuadas ante un análisis incluyendo cargas sísmicas. Razón por la cual se plantea su reforzamiento con fibras de carbono.

Respecto al objetivo específico 2 se buscó: “Integrar el reforzamiento estructural de manera simultánea a los elementos de concreto y de adobe para lograr soportar las cargas de uso y de sismo en la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay”. Al plantear el sistema de reforzamiento se ha buscado que el trabajo de cada elemento en conjunto aporte para soportar las cargas aplicada en base a las normativas de cargas actuales. Esta integración se da principalmente con el concreto que une las estructuras de adobe por medio de las vigas collar para transmitir mejor las cargas y además de ello asegura que este elemento pueda resistir las fuerzas que se le aplican. Este planteamiento ha logrado que en el análisis los esfuerzos se distribuyan entre los elementos de adobe reduciendo los efectos que presenta cada uno y trabajando en conjunto. En el caso de la madera para lograr principalmente su aporte se presenta en la resistencia a las cargas de servicio en los elementos de entrepiso, pero de igual manera para lograr que estas cargas sean transferidas a sus elementos de apoyo que son el adobe y concreto. El uso de las uniones metálicas permite que se asegure una correcta transferencia de cargas. Con los elementos de concreto al reforzarlos ha permitido que las cargas que son transmitidas por los otros elementos de distinto material sean resistidas. Logrando así un trabajo conjunto y bien distribuido de los elementos que integran la propuesta para el reforzamiento de la estructura estudiada.

I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I.1. Conclusiones

I.1.1. Conclusión general

- ✓ El sistema de reforzamiento desarrollado para la estructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay integra los elementos de adobe, concreto y madera de manera simultánea ante la aplicación de cargas de uso y sobrecargas de sismo para edificaciones destinadas a uso educativo de las normativas peruanas actuales, por medio de la reconstrucción total e incorporación de muros interiores de adobe sobre esta base se propone la reconstrucción total de los muros de adobe con las mismas características de las unidades de adobe ya que estas cumplen con las exigencias de la Norma E.080, reconstrucción de elementos de madera y concreto inexistentes, reforzamiento de elementos de concreto y redimensionamiento de la cimentación de la estructura.

I.1.2. Conclusiones específicas

- ✓ Los materiales estudiados de la estructura original y los destinados a la restauración presentan propiedades mecánicas que se encuentran dentro de los límites exigidos por las normativas En el suelo se presentan suelos con capacidades portantes de 2.35. 3.27 y 3.42 Kgf/cm². En la albañilería de adobe se obtuvo valores de resistencia del material a la compresión 27.13 Kgf/cm². Resistencia a la tracción del material 1.60 Kgf/cm². Resistencia del mortero a la tracción 0.13 Kgf/cm². Resistencia a la compresión de pilas 6.34 Kgf/cm². Resistencia a la tracción indirecta de muretes 0.39 Kgf/cm². En los elementos de madera existentes se obtuvo que sus propiedades mecánicas lo ubicarían como una madera del grupo estructural A de la norma E.010. Para la madera Pino Radiata destinada a la restauración las propiedades determinadas lo ubicarían en el grupo estructural C de la norma E.010. En los elementos de concreto la resistencia in-situ a la compresión para los muros es de: 234 Kgf/cm², vigas: 219 Kgf/cm² y columnas: 209 Kgf/cm².

- ✓ Los elementos de concreto y adobe se integran en el sistema de reforzamiento mediante la incorporación de distintos elementos que aportan en la distribución de fuerzas. En los muros de adobe la incorporación de muros interiores y el uso de un elemento como la viga collar permite una mejor distribución de las fuerzas internas y reducción de las fuerzas

internas aplicadas en cada elemento. La utilización de la fibra de carbono en los elementos de concreto armado compuestos de acero liso logra un suplir la deficiencia de poca resistencia a la flexión de estos elementos. En la cimentación de los muros el redimensionamiento y la propuesta de sobrecimiento permiten el cumplimiento de los factores de seguridad y la mejor distribución de la carga de los muros de adobe a la cimentación.

I.2. Recomendaciones

- ✓ En cuanto a los ensayos experimentales se recomienda seguir a detalle los pasos que recomiendan las normativas para que los resultados obtenidos puedan ser utilizados en el modelo matemático de tal forma que estos tengan respuestas representativas del modelo real.

- ✓ En base a los estudios realizados en esta investigación y a las conclusiones obtenidas se recomienda que para planes de restauración en estructuras de adobe cuando la estructuración original sea inadecuada y que esta no permita el reforzamiento por medio de muros o sea insuficiente se recomienda utilizar algún elemento externo que mejore sus propiedades mecánicas del material de adobe.

- ✓ Las estructuras antiguas de concreto armado reforzado con acero liso deben ser reforzadas con técnicas que permita el aumento en su resistencia para satisfacer las respuestas originadas antes cargas normativas actuales.

- ✓ Se recomienda una mayor profundización en el comportamiento de estructuras con acero liso a fin de poder determinar límites de resistencia por medio de pruebas experimentales que repliquen de mejor manera la realidad de estas estructuras.

- ✓ Las técnicas de reforzamiento planteadas para la estructura presentada en la siguiente investigación deberían ser consideradas en los proyectos de restauración que presenten características similares a la estructura del antiguo pabellón de la granja es escuela de Yucal ya sea en nuestro medio local o nacional.

J. REFERENCIAS

American Concrete Institute. (2011). *Guide for Seismic Rehabilitation of Existing Concrete Frame Buildings and Comentary.*

American Concrete Institute. (2017). *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures.*

American Concrete Institute Commitee 440. (Mayo de 2017). ACI 440.2R. *e Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structure*. Estados Unidos.

Arias Gonzáles, J. L., Holgado Tisoc , J., Tafur Pittman, T. L., & Vasquez Pauca, M. J. (2022). *Metologia de la investigacion.* Perú.

Bonilla, D. J. (2004). Consideraciones que deben tenerse . *Conserva N°8*, 105-110.

Cheng, Z., Tao, W., & Boquan, L. (04 de Octubre de 2015). *Hindawi*.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (Abril de 1962). COPANT 463. *Método de Determinación del Cizallamiento paralelo al Grano*.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). COPANT 464. *Determinación de la Compresión Paralela axil o paralela al Grano*.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). COPANT 555. *Método de Ensayo de Flexión Estática*.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). COPANT 742. *Método de Ensayo de Tracción Paralela al Grano*.

Direccion de Normalizacion - INACAL. (199). *Norma Tecnica Peruana(NTP 339.129).* INACAL, Lima.

Hernández Sampieri, R., Fernández collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico.

INACAL. (2013). NTP 339.181. *Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)*. Perú.

INACAL. (2019). NTP 251.011. *Método para determinar la densidad.* . Perú.

INACAL. (2019). NTP 339.127. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.*

INACAL. (2019). NTP 339.128 . *Método de ensayo para el análisis granulométrico*.

INACAL. (2019). NTP 339.129. *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos* . Perú.

INACAL. (2019). NTP 339.137 . *Métodos de ensayo estándar para la determinación del índice de densidad y peso unitario máximos de suelos utilizando una mesa vibratoria*. Perú.

INACAL. (2019). NTP 339.138. *Métodos de ensayo estándar para la determinación del índice de densidad y peso unitario mínim de suelos y cálculo de densidad relativa*. Perú.

INACAL. (2020). NTP 251.010. *Métodos para determinar el contenido de humedad*. Perú.

International Council on Monuments and Sites (ICOMOS). (1964). *Carta Internacinonal Sobre la Conservación y la restauración de Monumentos y Sitios (Carta de Venecia).*

International Council on Monuments and Sites (ICOMOS). (2003). *Recomendaciones para el Análisis, Conservacvión y Restauración Estructural del Patrimonio Arquitectónico.*

Juarez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (2005). *Fundamentos de la mecanica de suelos.* México: 2005.

Mamani Quispe, R. E. (2016). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LINEAL Y.* Cusco.

Manie, S. J. (2017). Simplified Design of FRP-Confined Square RC Columns under Bi-Axial Bending. *Building*.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. (2018). *Manual de Reparaciones y Refuerzos Estructurales.* Santiago.

Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *E.010 Maderas.*

Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *E.020 Cargas.*

Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E.030 Diseño Sismorresistente.*

Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E.050 Suelos y Cimentaciones.*

Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *E.060 Concreto Armado.*

Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.* Lima-Peru.

Monjo Carrió, J., & Maldonado Ramos, L. (2001). *Patología y técnicas de intervención.* España.

Paz, M. (1992). *Dinámica Estructural Teoría y Cálculo.* Barcelona: Reverté.

Peña Mondragón, F., & Lourenço, P. (2012). *CRITERIOS PARA EL REFUERZO ANTISÍSMICO DE ESTRUCTURAS HISTÓRICAS.*

Piralla, R. M. (2002). *Diseño Estructural.* MEXICO.

K. Anexos

K1. Convenio Arzobispado

K2. Matriz de consistencia

K3. Laboratorio

- ✓ Certificado y Conformidad de Uso de Laboratorio
- ✓ Fichas de observación de patologías
- ✓ Fichas de observación de laboratorio
- ✓ Fichas de observación de Ensayos experimentales

K4. Diseños

- ✓ Elaboración de diagramas de interacción de columna
- ✓ Elaboración de diagramas de interacción de columna reforzada
- ✓ Cálculo de reforzamiento de vigas
- ✓ Diseño de nuevos elementos de concreto

K5. Planos

- ✓ Plano de Ubicación
- ✓ Plano de levantamiento arquitectónico
- ✓ Plano de patologías
- ✓ Plano de estructura actual
- ✓ Plano de reforzamiento

K6. Presupuesto de Restauración estructural

- ✓ Lista de insumos del presupuesto
- ✓ Análisis de Costos Unitarios
- ✓ Presupuesto de obra
- ✓ Hoja Resumen

K7. Panel fotográfico

K1. Convenio Arzobispado

ARZOBISPADO DEL CUSCO

Reforzamiento Estructural de Integracion Concreto, Adobe y Madera con un adecuado Desempeño Estructural para la Restauracion y Puesta en Valor del Antiguo Pabellón Educativo de la Granja Escuela de Yucay" del distrito de Yucay , provincia de Urubamba, departamento de Cusco, estudios con el que optarán el título profesional de ingeniero Civil por la Universidad San Antonio Abad de la ciudad de Cusco.

SEGUNDA.- OBJETO:

2.1. Es objeto del presente Convenio la autorización para la realización del trabajo de Tesis descrito precedentemente y que permitirá establecer el Desarrollo de un Sistema de Reforzamiento Estructural de integración Concreto, Adobe y Madera con un adecuado Desempeño Estructural para la Restauración y Puesta en Valor del Antiguo Pabellón Educativo de la Granja Escuela de Yucay, ubicado en el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba de propiedad del Arzobispado del Cusco.

ARZOBISPADO DEL CUSCO - OFICINA LEGAL

2.2. **LOS BACHILLERES** realizarán pruebas NO DESTRUCTIVAS, NI INVASIBAS para lograr el estudio objeto del presente convenio, considerando el estado de deterioro en el que se encuentra dicho pabellón.

TERCERA.- ACUERDOS DE LAS PARTES:

3.1. El **ARZOBISPADO**, por medio del presente Convenio, admite la petición de **LOS BACHILLERES**, para que realicen su trabajo de investigación y las pruebas antes mencionadas.

3.2. **LOS BACHILLERES** se sujetarán a un **cronograma** de trabajo y horarios de labor a realizarse en el templo y previa coordinación con el Administrador de la Granja Escuela, conforme se advierte del **Plan de Trabajo y Cronograma** que se adjunta como **Anexo 01** y que forma parte de este documento. El cronograma y los horarios mencionados se supeditarán a la aprobación del Administrador.

CUARTA.- COMPROMISO DE LAS PARTES:

4.1. **EL ARZOBISPADO,** otorgará las facilidades que permitan desarrollar la investigación y registro fotográfico de las zonas de trabajo objeto del presente Convenio.
4.2. **EL ARZOBISPADO** se compromete a respetar los derechos morales de LOS BACHILLERES sobre sus investigaciones.
4.3. LOS BACHILLERES autorizan en forma permanente, irrevocable y gratuita al ARZOBISPADO para que pueda realizar ediciones escritas, auditivas y/o electrónicas con el resultado del estudio la estructura del pabellón deteriorado ubicado en la Granja Escuela de Yucay.

Hatun Rumiyoc s/n - Apartado 148 - Telf. +51- 987457273
economato@arzobispadodelcusco.org - secretaria@arzobispadodelcusco.org - tramites@arzobispadodelcusco.org
www.arzobispadodelcusco.org
CUSCO - PERÚ

Escaneado con CamScanner

ARZOBISPADO DEL CUSCO

AUTORIZACION

El suscrito, **MONS. RICHARD DANIEL ALARCON URRUTIA, ARZOBISPO DE CUSCO**, con domicilio en el Palacio Arzobispal ubicado en la calle Hatun Rumiyoc S/N, del distrito, provincia y departamento de Cusco.

AUTORIZA:

Al equipo, a los señores Bachilleres de la facultad de Ingenieria Civil señores SONIA ELIZABETN PACCO NAVEROS y ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES a realizar los estudios para su tesis intitulada **"Desarrollo de un Sistema de Reforzamiento Estructural de Integración Concreto, Adobe y Madera con un Adecuado Desempeño Estructura para la Restauración y Puesta en Valor del Antiguo Pabellón Educativo de la Granja Escuela de Yucay"**; quienes iniciaran sus estudios a partir del día lunes 12 de febrero de 2024 conforme al cronograma que se adjunta.

Cusco, 09 de febrero de 2024

Richard Daniel Alarcón Arzobispo del Cusco

† RICHARD DANIEL ALARCON URRUTIA
ARZOBISPO DEL CUSCO

Hatun Rumiyoc s/n - Apartado 148 - Telf. +51- 987457273
economato@arzobispadodelcusco.org - secretaria@arzobispadodelcusco.org - tramites@arzobispadodelcusco.org
www.arzobispadodelcusco.org
CUSCO - PERÚ

Escaneado con CamScanner

K2. Matriz de consistencia

N°	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	FACTORES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
1	**Problema general**	**Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Variable independiente**				Enfoque de la investigación Se basa en recolectar datos y analizar para demostrar la hipótesis, por esto se determinó como enfoque CUANTITATIVO.
	PG: ¿Cuál es el sistema de reforzamiento estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay que permite conservar los valores históricos y asegurar las condiciones adecuadas de uso de una edificación construida en adobe y concreto simultáneamente, que tome en cuenta la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo que requiere soportar una edificación actual destinada a uso educativo?	OG: Determinar el sistema de reforzamiento estructural que integre de manera simultáneamente el adobe y el concreto del antiguo pabellón educativo de la granja escuela ante la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo que requiere soportar una edificación actual destinada a uso educativo	HG: El planteamiento de un sistema de reforzamiento estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay permitirá integrar la construcción de adobe y concreto de manera simultánea para soportar la acción de las cargas de uso y sobrecargas de sismo de la edificación actual destinada a uso educativo.	**VI:** Sistema estructural compuesto de concreto armado y adobe.	Levantamiento geométrico del sistema estructural	Medidas de largo, ancho, altura de los elementos estructurales	Dron, Estación total, GPS diferencial, distanciómetros	
					Distribución de acero	Cuantía de acero	Escáner de acero en el concreto	
					Patologías del sistema estructural.	Inspección visual	Cinta métrica, hojas de registro y cámara fotográfica	
2	**Problema específico 1**	**Objetivo específico 1**	**Hipótesis especifica 1**	**Variable dependiente**				
	PE1: ¿Cuáles serán las propiedades mecánicas de los materiales que conformar la estructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay?	OE1: Determinar las propiedades mecánicas de los materiales que constituyen la estructura del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.	HE1: La mejora de los elementos estructurales de la infraestructura sin la necesidad de demolición permiten lograr un adecuado desempeño estructural del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.	**VD:** Propiedades Mecánicas del concreto, adobe y madera.	Concreto	Resistencia a la compresión del concreto In-situ	Prueba de diamantina y máquina de compresión axial.	Diseño de la investigación según las características de obtención de datos a través de experimentos se determinó un diseño EXPERIMENTAL. Técnicas de recolección de datos Análisis e interpretación de datos Computadora u ordenador.
					Adobe	Resistencia a la compresión axial en pilas	Ensayo de resistencia a la compresión del adobe	
						Resistencia a la compresión diagonal en muretes	Ensayo de resistencia a la compresión diagonal del adobe	
3	**Problema específico 2**	**Objetivo específico 2**	**Hipótesis especifica 2**			Adherencia en pilas	Ensayo de adherencia	
	PE2: ¿Cómo se integrará la estructura de concreto y de adobe en el sistema de reforzamiento estructural para lograr soportar las cargas de uso y de sismo de la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay?	OE2: Integrar el reforzamiento estructural de manera simultánea a los elementos de concreto y de adobe para lograr soportar las cargas de uso y de sismo en la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.	HE2: La integración del reforzamiento estructural de manera simultánea en las estructuras de concreto y adobe permitirá soportar las cargas de uso y de sismo en la restauración del antiguo pabellón educativo de la Granja Escuela de Yucay.		Madera	Módulo de elasticidad	Ensayo de flexión	
				VD: Sistema de reforzamiento de estructural de integración concreto y adobe	Estabilidad estructural del reforzamiento en concreto y adobe	Tipo de reforzamiento estructural integrando concreto y adobe	Software de análisis y diseño estructural	
				VD: Adecuado desempeño ante cargas uso y de sismo del sistema de reforzamiento.	Cargas de Uso.	Normativa de cargas	Software de análisis y diseño estructural	
					Carga de sismo	Normativa de cargas de sismo	Software de análisis y diseño estructural	

K3. Laboratorio

Certificado y Conformidad de Uso de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
Av. de la cultura Nro. 733 – Escuela Profesional de Ingeniería Civil

CERTIFICADO DE USO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES PARA TESIS DE INVESTIGACIÓN

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

HACE CONSTAR:

Que los tesistas; conducentes a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil; Bach. **SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS** y Bach. **ABEL ALEJANDRO JOSÉ ARÉVALO FUENTES,** hizo uso del laboratorio para ejecución de la tesis de investigación: **"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO".**

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

Nro.	ENSAYO	NORMA	CANT.
01	Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185	06
02	Método de ensayo para el análisis granulométrico (Tamizado - Hidrómetro)	NTP 339.128	07
03	Determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129	07
04	Determinación del índice de densidad y peso unitario máximos de suelos	NTP 339.137	05
05	Determinación del índice de densidad y peso unitario mínimos de suelos	NTP 339.138	05
06	ENSAYO EN MADERA. Determinar el contenido de humedad.	NTP 251.010	12
07	ENSAYO EN MADERA. Determinar la densidad.	NTP 251.011	12
08	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA; Resistencia a la compresión en cubos	E.080	06
09	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA; Resistencia del mortero a la tracción	E.080	06
10	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA; Resistencia a la tracción o flexión en unidades	E.080	06
11	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA; Ensayo de Compresión. Pilas de adobe.	E.080	06
12	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA; Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta	E.080	06
13	Determinación del módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson del concreto a compresión.	ASTM C469-02	06
14	ENSAYO EN MADERA. Determinación de la resistencia a la compresión axial o paralela al grano	COPANT 464	24
15	ENSAYO EN MADERA. Determinación de la flexión estática	COPANT 555	24
16	ENSAYO EN MADERA. Determinación del cizallamiento paralelo al grano	COPANT 463	06
17	ENSAYO EN MADERA. Determinación de la tracción paralela al grano	COPANT 742	09

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita por los interesados; con fines académicos para la tesis de investigación.

Cusco, 21 de octubre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Ing. Luz Marlene Nieto Palomino
Jefe de Laboratorio

Fichas de Observación de Patologías

ESTUDIO DE PATOLÓGIA

	TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”	

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay

Fecha: 15/04/2024

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Observación y toma de datos previos

Elemento	Material	Observacion	Toma de datos	Ubicación
Terreno	Suelo	No existe asientos de la estructura vertical	Estado geotecnico optimo en todo el area de construccion.	Area de investigacion de 600 m2 aproximadamente.

Imagen del area a investigar.

ESTUDIO DE PATOLÓGIA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.143.
Ubicación: Yucay
Fecha: 15/04/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Observación y toma de datos previos

Elemento	Material	Observacion	Toma de datos	Ubicación
Muro de concreto	Concreto	Existen roturas (fisuras y derrumbamiento), erosion y humedad.	Presencia de fisuras de 3 mm de ancho y una profundidad superficial, derumbamiento en distintas partes y humedad en la parte inferior debido a la presencia de vegetacion.	Fisuras: Muros entre los ejes A-G y J-K. Fisuras en forma de red: Muros todos. Erosion: Muros entre los ejes A-H y J-K. Derrubamiento: Muro entre los ejes I-J. Humedad: Muros todos.

Imágenes de algunos muros de concreto. Ver Anexo planos P-02

ESTUDIO DE PATOLÓGIA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.143.
Ubicación: Yucay
Fecha: 15/04/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Observación y toma de datos previos

Elemento	Material	Observacion	Toma de datos	Ubicación
Columna	Concreto	Existen roturas (fisuras y derrumbamiento) y humedad.	Presencia de fisuras de 3 mm de ancho y una profundidad superficial y humedad en la parte inferior debido a la presencia de vegetacion.	Fisuras: Columnas a la izquierda y derecha del eje A, eje B, C, D y G. Fisuras en forma de red: Columnas en los eje B, E, G, H y J. Derrubamiento: Columna en el eje I. Humedad: Columnas todos.

Imagen de columnas y vigas del primer y segundo nivel. Ver Anexo planos P-02

ESTUDIO DE PATOLÓGIA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay

Fecha: 15/04/2024

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Observación y toma de datos previos

Elemento	Material	Observacion	Toma de datos	Ubicación
Viga	Concreto	Existen roturas (Derrumbamiento) y eflorecencia.	Presencia de derrubamiento en algunas partes de la viga y eflorecencia por la humedad.	Derrubamiento: Vigas del eje C hasta el eje N Eflorecencia: Viga entre el eje A-B.
Muro	Adobe	Grietas, derrumbamiento, erosion, desmoronamiento, humedad, erosion y organismos	Presencia de derrubamiento en algunas partes de la viga y aparicion de eflorecencia por la humedad.	Grietas: Muro del eje 2. Separacion de muros: Muros entre los ejes H-J. Derrumbamiento: Muros en los ejes 2, A, entre el H-I y I-J. Humedad: Muros Todos. Erosion Todos los muros en el tarrajeo. Organismos: Muros todos.

Imagen de los muros de adobe. Ver Anexo planos P-03,P-04 y P-05

ESTUDIO DE PATOLÓGIA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay

Fecha: 15/04/2024

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Observación y toma de datos previos

Elemento	Material	Observacion	Toma de datos	Ubicación
Vigas	Madera	Hongos, fuego, humedad y degradacion.	Presencia de Hongos, humedad causada por la lluvia y degradacion por efecto del sol.	Carbonizados: Todas las vigas. Humedad: Todas las vigas. Degradacion: Todas las vigas.
Escalera	Madera	Hongos, fuego, humedad y degradacion.	Presencia de Hongos, humedad causada por la lluvia y degradacion por efecto del sol.	Hongos: En toda la superficie. Humedad: En toda la superficie Degradacion: En toda la superficie.

Imágenes de vigas y escaleras de madera

Fichas de Observación de laboratorio
Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.127 y MTC E 108.

Calicata	N°1	**Integrantes:**	
Estrato:	Unico	Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose	
Profundidad:	0m-1.50m	Pacco Naveros Sonia Elizabeth	
Ubicación:	Yucay		
Fecha:	5/03/2024		

Datos obtenidos en laboratorio

MUESTRA 01

Peso de la capsula (Wcap)	55.14 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	160.13 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	155.15 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	104.99 gr
Peso del suelo seco (Ws)	100.01 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	57.74 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	167.82 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	163.22 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	110.08 gr
Peso del suelo seco (Ws)	105.48 gr

MUESTRA 03

Peso de la capsula (Wcap)	51.27 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	160.51 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	155.23 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	109.24 gr
Peso del suelo seco (Ws)	103.96 gr

Calculos para hallar el contenido de humedad

MUESTRA 01

%w 4.98%

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

MUESTRA 02

%w 4.36%

MUESTRA 02

%w 5.08%

PROMEDIO

%w 4.81%

CONTENIDO DE HUMEDAD

	TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”	

Referencia: NTP 339.127 y MTC E 108.

Calicata N°02
Estrato: 01
Profundidad: 0.00m-0.90m
Ubicación: Yucay
Fecha: 5/03/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

MUESTRA 01

Peso de la capsula (Wcap)	58.10 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	162.86 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	157.05 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	104.76 gr
Peso del suelo seco (Ws)	98.95 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	59.01 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	166.90 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	160.42 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	107.89 gr
Peso del suelo seco (Ws)	101.41 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	56.01 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	158.24 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	152.56 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	102.23 gr
Peso del suelo seco (Ws)	96.55 gr

Calculos para hallar el contenido de humedad

MUESTRA 01
%w 5.87%

MUESTRA 02
%w 6.39%

MUESTRA 03
%w 5.88%

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

PROMEDIO

%w	6.05%

CONTENIDO DE HUMEDAD

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.127 y MTC E 108.

Calicata N°2
Estrato: 02
Profundidad: 0.90m-1.50m
Ubicación: Yucay
Fecha: 5/03/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

MUESTRA 01

Peso de la capsula (Wcap)	57.11 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	180.63 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	172.73 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	123.52 gr
Peso del suelo seco (Ws)	115.62 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	56.8 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	198.08 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	190.17 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	141.28 gr
Peso del suelo seco (Ws)	133.37 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	54.27 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	197.56 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	189.8 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	143.29 gr
Peso del suelo seco (Ws)	135.53 gr

Calculos para hallar el contenido de humedad

MUESTRA 01
%w 6.833%

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

MUESTRA 02
%w 5.931%

MUESTRA 02
%w 5.726%

PROMEDIO

%w	6.16%

CONTENIDO DE HUMEDAD

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.127 y MTC E 108.

Calicata N°3
Estrato: 01
Profundidad: 0.00m-0.95m
Ubicación: Yucay
Fecha: 5/03/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

MUESTRA 01

Peso de la capsula (Wcap)	58.10 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	162.86 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	157.05 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	104.76 gr
Peso del suelo seco (Ws)	98.95 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	59.01 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	166.9 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	160.42 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	107.89 gr
Peso del suelo seco (Ws)	101.41 gr

MUESTRA 03

Peso de la capsula (Wcap)	58.91 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	167.34 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	161.52 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	108.43 gr
Peso del suelo seco (Ws)	102.61 gr

Calculos para hallar el contenido de humedad

MUESTRA 01
%w 5.87%

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

MUESTRA 02
%w 6.39%

MUESTRA 03
%w 5.67%

PROMEDIO
%w 5.98%

CONTENIDO DE HUMEDAD

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.127 y MTC E 108.

Calicata N°3
Estrato: 02
Profundidad: 0.95m-1.50m
Ubicación: Yucay
Fecha: 7/03/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

MUESTRA 01

Peso de la capsula (Wcap)	60.21 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	172.98 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	166.63 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	112.77 gr
Peso del suelo seco (Ws)	106.42 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	54.02 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	170.95 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	164.28 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	116.93 gr
Peso del suelo seco (Ws)	110.26 gr

MUESTRA 03

Peso de la capsula (Wcap)	59.87 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	169.59 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	163.33 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	109.72 gr
Peso del suelo seco (Ws)	103.46 gr

Calculos para hallar el contenido de humedad

MUESTRA 01

%w 5.97%

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

MUESTRA 02

%w 6.05%

MUESTRA 03

%w 6.05%

PROMEDIO

%w	6.02%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 6/03/2024
Profundidad: 0m-1.50m
Muestra: Cal. Nº01
Estrato: Unico

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

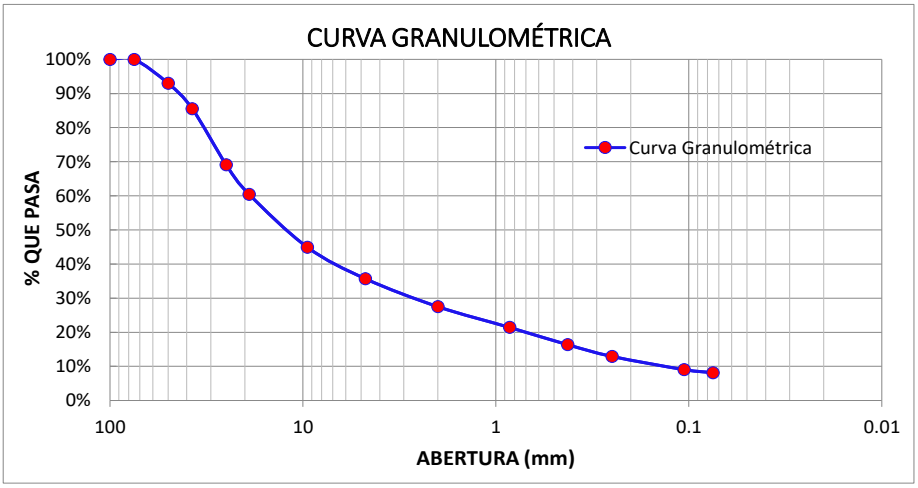
Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	458.87 gr	Peso del recipiente	458.87 gr
Peso muestra + recipiente	4196.05 gr	Peso muestra + recipiente	3897.77 gr
Peso de muestra seca	3737.18 gr	Peso de muestra seca	3438.90 gr
	% de Error en Peso	**0.07%**	**Ok!**

TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	3739.77	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	3739.77	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	262.88	3476.89	7.03%	7.03%	92.97%
1½"	37.5	277.52	3199.37	7.42%	14.45%	85.55%
1"	25	614.55	2584.82	16.43%	30.88%	69.12%
3/4"	19	324.65	2260.17	8.68%	39.56%	60.44%
3/8"	9.5	578.81	1681.36	15.48%	55.04%	44.96%
Nº 4	4.75	346.33	1335.03	9.26%	64.30%	35.70%
Nº 10	2	306.20	1028.83	8.19%	72.49%	27.51%
Nº 20	0.850	227.43	801.40	6.08%	78.57%	21.43%
Nº 40	0.425	189.61	611.79	5.07%	83.64%	16.36%
Nº 60	0.250	128.86	482.93	3.45%	87.09%	12.91%
Nº 140	0.106	144.11	338.82	3.85%	90.94%	9.06%
Nº 200	0.075	34.14	304.68	0.91%	91.85%	8.15%
Cazuela	-	6.40	-	0.17%	92.02%	-
Lavado	-	298.28	-	7.98%	100%	-
Peso Retenida en Lavado		**3441.49**		100.00%		
Peso despues del lavado		**3739.77**				

Cálculos

Porcentaje de Grava, Arena y Finos de la Muestra	
Tamaño maximo	3"
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	64.30%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	27.55%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**8.15%**
Total:	100.00%

Fraccion de Grava y Arena.	
% gruesos	91.85%
Grava	
% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	70.01%
Arena	
% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	29.99%



D10	0.13
0.106	0.09
0.25	0.13

D30	2.60
2.00	0.28
4.75	0.36

D60	18.63
9.50	0.45
19.00	0.60

Cu	142.58
Cc	2.78

Cu: Coeficiente de uniformidad
Cc: Coeficiente de concavidad.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 6/03/2024
Profundidad: 0.00m-0.90m
Muestra: Cal. N°02
Estrato: 01

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	231.50 gr	Peso del recipiente	231.50 gr
Peso muestra + recipiente	2793.52 gr	Peso muestra + recipiente	1935.46 gr
Peso de muestra seca	2562.02 gr	Peso de muestra seca	1703.96 gr
	% de Error en Peso	**0.12%**	**Ok!**

TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	94.98	2141.38	3.71%	3.71%	96.29%
3/4"	19	103.21	2133.15	4.03%	7.75%	92.25%
3/8"	9.5	310.58	1925.78	12.14%	19.88%	80.12%
Nº 4	4.75	230.24	2006.12	9.00%	28.88%	71.12%
Nº 10	2	270.46	1965.90	10.57%	39.45%	60.55%
Nº 20	0.850	124.29	2112.07	4.86%	44.31%	55.69%
Nº 40	0.425	150.37	2085.99	5.88%	50.18%	49.82%
Nº 60	0.250	183.25	2053.11	7.16%	57.34%	42.66%
Nº 140	0.106	170.69	2065.67	6.67%	64.01%	35.99%
Nº 200	0.075	55.67	2180.69	2.18%	66.19%	33.81%
Cazuela	-	7.14	-	0.28%	66.47%	-
Lavado	-	858.06	-	33.53%	100%	-
Peso Retenida en Lavado		**1700.88**		100.00%		
Peso despues del lavado		**2558.94**				

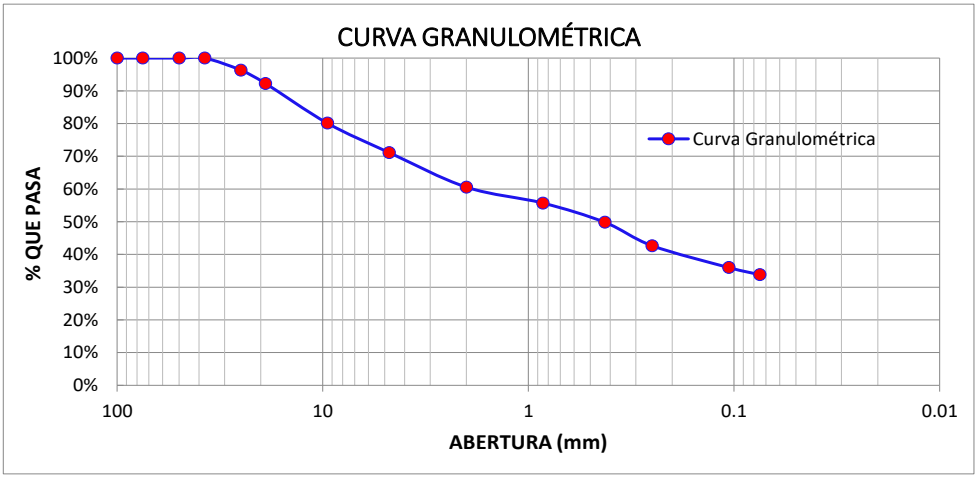
CALCULOS

Porcentaje de Grava, Arena y Finos de la Muestra

Tamaño maximo	1½"
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	28.88%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	37.31%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**33.81%**
Total:	100.00%

Fraccion de Grava y Arena.

% gruesos	66.19%
Grava	
% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	43.63%
Arena	
% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	56.37%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 6/03/2024
Profundidad: 0.90 m -1.50 m
Muestra: Cal. N°02
Estrato: 02

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	224.90 gr	Peso del recipiente	224.90 gr
Peso muestra + recipiente	3121.88 gr	Peso muestra + recipiente	2732.41 gr
Peso de muestra seca	2896.98 gr	Peso de muestra seca	2507.51 gr
	% de Error en Peso	**0.14%**	**Ok!**

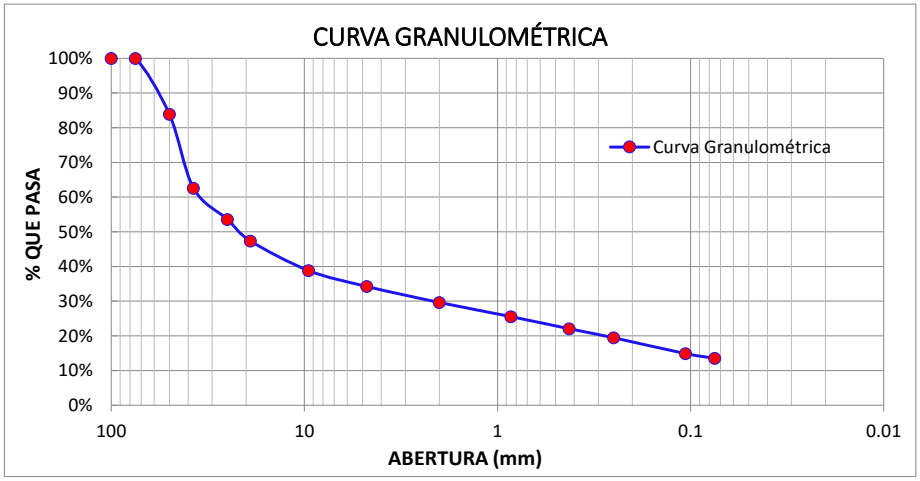
TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	3739.77	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	3739.77	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	466.59	3273.18	16.08%	16.08%	83.92%
1½"	37.5	618.98	2654.20	21.34%	37.42%	62.58%
1"	25	261.18	2393.02	9.00%	46.42%	53.58%
3/4"	19	180.54	2212.48	6.22%	52.65%	47.35%
3/8"	9.5	247.57	1964.91	8.53%	61.18%	38.82%
Nº 4	4.75	132.78	1832.13	4.58%	65.76%	34.24%
Nº 10	2	133.55	1698.58	4.60%	70.36%	29.64%
Nº 20	0.850	118.65	1579.93	4.09%	74.45%	25.55%
Nº 40	0.425	101.15	1478.78	3.49%	77.94%	22.06%
Nº 60	0.250	75.55	1403.23	2.60%	80.54%	19.46%
Nº 140	0.106	132.75	1270.48	4.58%	85.12%	14.88%
Nº 200	0.075	38.62	1231.86	1.33%	86.45%	13.55%
Cazuela	-	3.56	-	0.12%	86.57%	-
Lavado	-	389.47	-	13.43%	100%	-
				100.00%		

Peso Retenida en Lavado **2511.47**
Peso despues del lavado **2900.94**

Cálculos

Porcentaje de Grava, Arena y Finos de la Muestra	
Tamaño maximo	3"
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	65.76%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	20.69%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**13.55%**
Total:	100.00%

Fracción de Grava y Arena de la Muestra	
% gruesos	86.45%
Grava	
% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	76.06%
Arena	
% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	23.94%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 6/03/2024
Profundidad: 0.00m-0.95m
Muestra: Cal. N°03
Estrato: 01

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

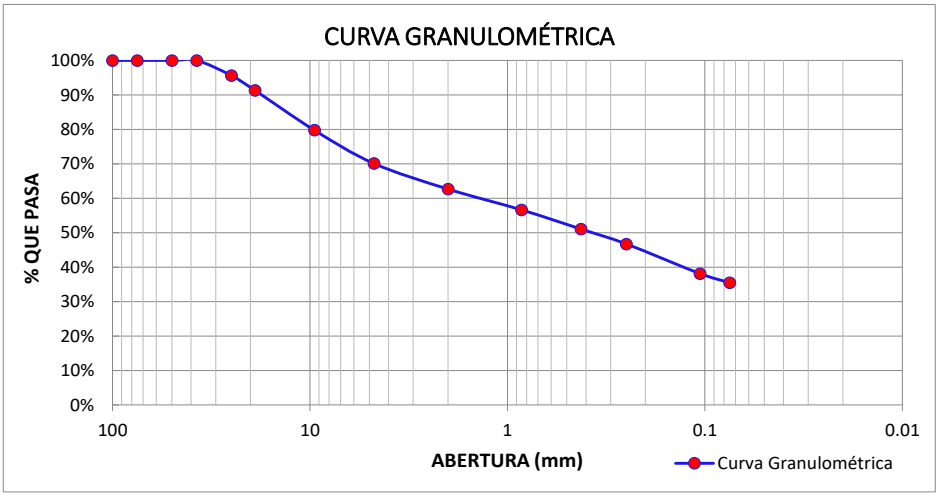
Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	224.90 gr	Peso del recipiente	224.90 gr
Peso muestra + recipiente	2471.09 gr	Peso muestra + recipiente	1682.52 gr
Peso de muestra seca	2246.19 gr	Peso de muestra seca	1457.62 gr
	% de Error en Peso	**0.44%**	**Ok!**

TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	2236.36	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	98.20	2138.16	4.39%	4.39%	95.61%
3/4"	19	96.31	2140.05	4.31%	8.70%	91.30%
3/8"	9.5	258.61	1977.75	11.56%	20.26%	79.74%
Nº 4	4.75	215.77	2020.59	9.65%	29.91%	70.09%
Nº 10	2	166.44	2069.92	7.44%	37.35%	62.65%
Nº 20	0.850	134.55	2101.81	6.02%	43.37%	56.63%
Nº 40	0.425	124.67	2111.69	5.57%	48.94%	51.06%
Nº 60	0.250	97.14	2139.22	4.34%	53.29%	46.71%
Nº 140	0.106	192.12	2044.24	8.59%	61.88%	38.12%
Nº 200	0.075	58.79	2177.57	2.63%	64.51%	35.49%
Cazuela	-	5.19	-	0.23%	64.74%	-
Lavado	-	788.57	-	35.26%	100%	-
Peso Retenida en Lavado		**1447.79**		100.00%		
Peso despues del lavado		**2236.36**				

Cálculos

Fracción de Grava, Arena y Finos de la Muestra

Tamaño maximo	1½"	% gruesos	64.51%
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	29.91%	Grava	
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	34.60%	% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	46.37%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**35.49%**	Arena	
Total:	100.00%	% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	53.63%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 6/03/2024
Muestra: Cal. Nº03
Estrato: 02
Profundidad: 0.95m-1.50m

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	458.87 gr	Peso del recipiente	458.87 gr
Peso muestra + recipiente	4342.07 gr	Peso muestra + recipiente	3680.64 gr
Peso de muestra seca	3883.20 gr	Peso de muestra seca	3221.77 gr
	% de Error en Peso	**0.03%**	**Ok!**

TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	3884.23	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	433.19	3451.04	11.15%	11.15%	88.85%
2"	50	263.96	3620.27	6.80%	17.95%	82.05%
1½"	37.5	487.53	3396.70	12.55%	30.50%	69.50%
1"	25	240.06	3644.17	6.18%	36.68%	63.32%
3/4"	19	236.82	3647.41	6.10%	42.78%	57.22%
3/8"	9.5	418.56	3465.67	10.78%	53.55%	46.45%
Nº 4	4.75	234.73	3649.50	6.04%	59.60%	40.40%
Nº 10	2	218.86	3665.37	5.63%	65.23%	34.77%
Nº 20	0.850	167.28	3716.95	4.31%	69.54%	30.46%
Nº 40	0.425	141.11	3743.12	3.63%	73.17%	26.83%
Nº 60	0.250	110.68	3773.55	2.85%	76.02%	23.98%
Nº 140	0.106	197.78	3686.45	5.09%	81.11%	18.89%
Nº 200	0.075	60.35	3823.88	1.55%	82.67%	17.33%
Cazuela	-	11.89	-	0.31%	82.97%	-
Lavado	-	661.43	-	17.03%	100%	-
Peso Retenida en Lavado		**3222.80**		100.00%		
Peso despues del lavado		**3884.23**				

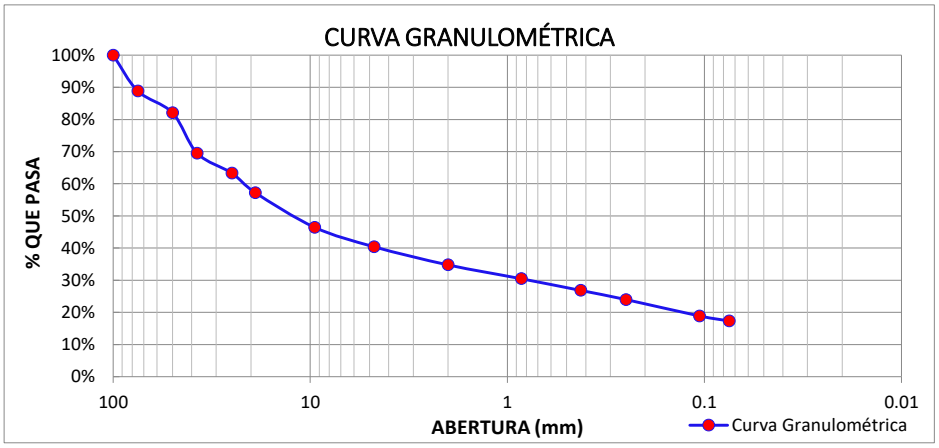
Cálculos

Porcentaje de Grava, Arena y Finos de la muestra

Tamaño maximo	4"
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	59.60%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	23.07%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**17.33%**
Total:	100.00%

Fracción de Grava y Arena de la muestra.

% gruesos	82.67%
Grava	
% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	72.09%
Arena	
% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	27.91%



DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

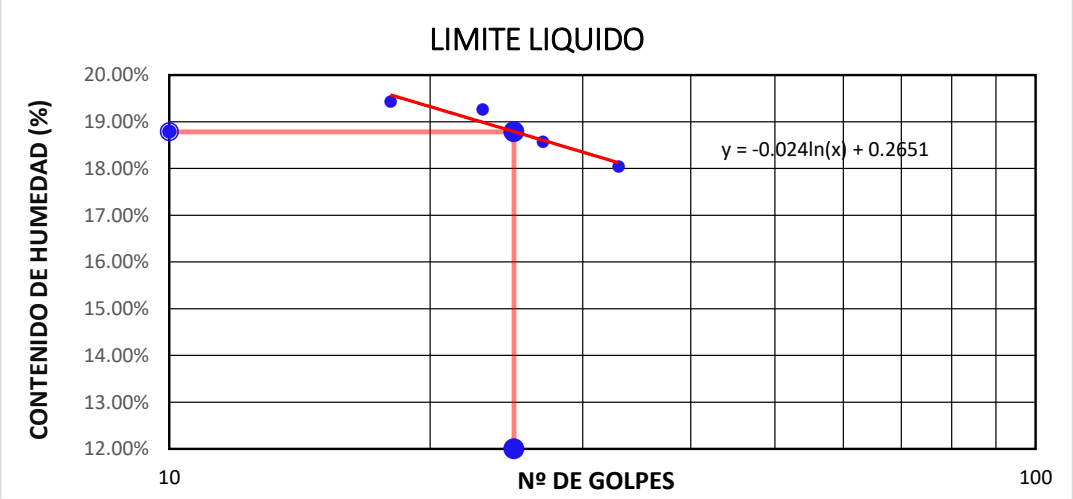
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 27/03/2024
Muestra: Cal. N°01
Estrato: Unico

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	65.63	63.35	64.96	65.2
Peso de suelo seco + capsula (gr)	64.71	62.52	63.92	63.84
Peso de capsula (gr)	59.61	58.05	58.52	56.84
Peso de suelo seco (gr)	5.10	4.47	5.40	7.00
Peso de suelo humedo (gr)	6.02	5.30	6.44	8.36
Peso de agua (gr)	0.92	0.83	1.04	1.36
Contenido de humedad	18.04%	18.57%	19.26%	19.43%
Numero de golpes;N	33	27	23	18



LL= 18.78%

Determinacion del Limite Plastico		
Nº de recipiente	1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)	23.87	25.34
Peso de suelo seco + capsula(gr)	23.61	24.96
Peso de capsula(gr)	22.18	22.56
Peso de suelo seco(gr)	1.43	2.40
Peso de suelo humedo(gr)	1.69	2.78
Peso de agua(gr)	0.26	0.38
Contenido de humedad	18.18%	15.83%
LP=	17.01%	
	IP=	1.78%

DETERMINACION DE LIMITE DE ATTERBERG

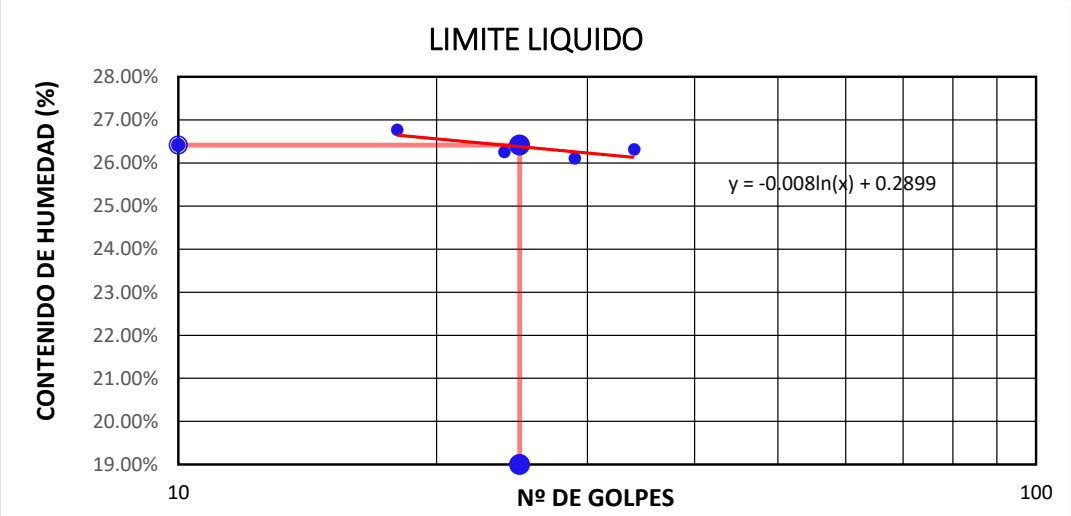
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 26/03/2024
Muestra: Cal. N°02
Estrato: 01

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	63.34	66.21	61.47	65.81
Peso de suelo seco + capsula (gr)	62.54	64.5	60.58	64.26
Peso de capsula (gr)	59.5	57.95	57.19	58.47
Peso de suelo seco (gr)	3.04	6.55	3.39	5.79
Peso de suelo humedo (gr)	3.84	8.26	4.28	7.34
Peso de agua (gr)	0.80	1.71	0.89	1.55
Contenido de humedad	26.32%	26.11%	26.25%	26.77%
Numero de golpes;N	34	29	24	18



LL= 26.41%

Determinacion del Limite Plastico		
Nº de recipiente	1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)	29.87	25.96
Peso de suelo seco + capsula(gr)	28.89	25.45
Peso de capsula(gr)	22.5	22.09
Peso de suelo seco(gr)	6.39	3.36
Peso de suelo humedo(gr)	7.37	3.87
Peso de agua(gr)	0.98	0.51
Contenido de humedad	15.34%	15.18%
LP=	15.26%	
IP=	11.16%	

DETERMINACION DE LIMITE DE ATTERBERG

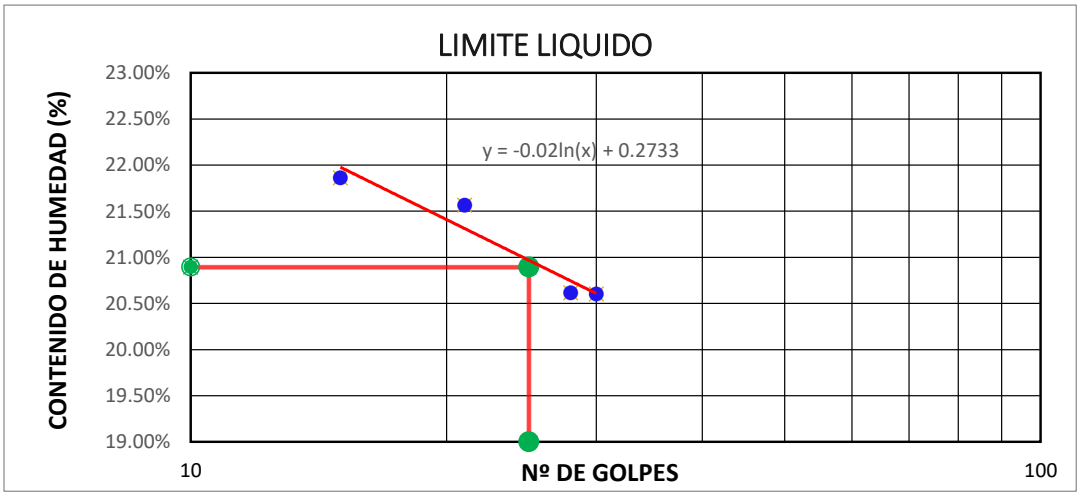
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 27/03/2024
Muestra: Cal. N°02
Estrato: 02

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	66.53	65.33	65.39	65.63
Peso de suelo seco + capsula (gr)	65.23	64.19	64.26	64.69
Peso de capsula (gr)	58.92	58.66	59.02	60.39
Peso de suelo seco (gr)	6.31	5.53	5.24	4.30
Peso de suelo humedo (gr)	7.61	6.67	6.37	5.24
Peso de agua (gr)	1.30	1.14	1.13	0.94
Contenido de humedad	20.60%	20.61%	21.56%	21.86%
Numero de golpes;N	30	28	21	15



LL= 20.89%

Determinacion del Limite Plastico		
Nº de recipiente	1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)	26.21	27.27
Peso de suelo seco + capsula(gr)	25.63	26.59
Peso de capsula(gr)	21.49	21.56
Peso de suelo seco(gr)	4.14	5.03
Peso de suelo humedo(gr)	4.72	5.71
Peso de agua(gr)	0.58	0.68
Contenido de humedad	14.01%	13.52%
LP=	13.76%	
IP=	7.13%	

DETERMINACION DE LIMITE DE ATTERBERG

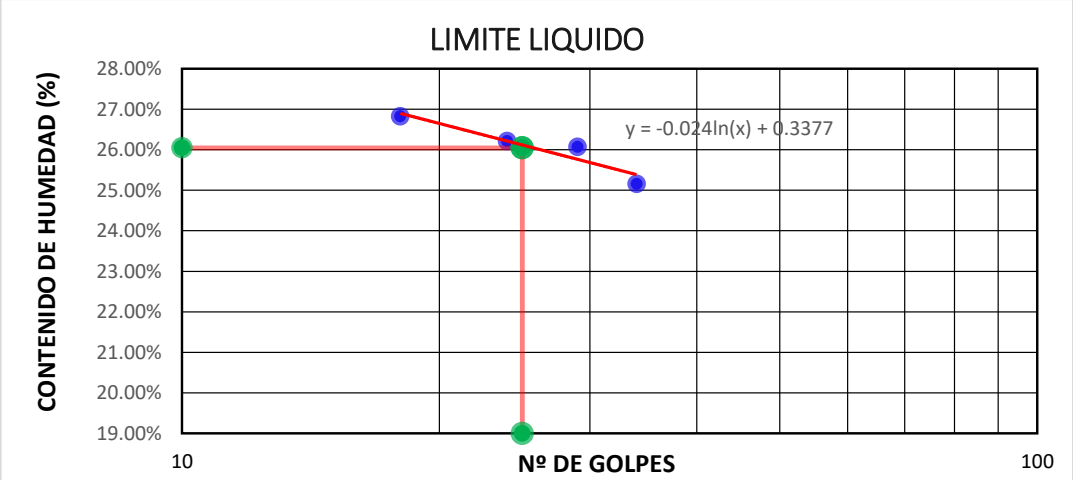
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 26/03/2024
Muestra: Cal. N°03
Estrato: 01

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	65.47	65.01	62.92	63.34
Peso de suelo seco + capsula (gr)	64.27	63.55	61.73	62.31
Peso de capsula (gr)	59.5	57.95	57.19	58.47
Peso de suelo seco (gr)	4.77	5.60	4.54	3.84
Peso de suelo humedo (gr)	5.97	7.06	5.73	4.87
Peso de agua (gr)	1.20	1.46	1.19	1.03
Contenido de humedad	25.16%	26.07%	26.21%	26.82%
Numero de golpes;N	34	29	24	18



LL= 26.04%

Determinacion del Limite Plastico		
Nº de recipiente	1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)	28.25	27.58
Peso de suelo seco + capsula(gr)	27.48	26.87
Peso de capsula(gr)	22.5	22.09
Peso de suelo seco(gr)	4.98	4.78
Peso de suelo humedo(gr)	5.75	5.49
Peso de agua(gr)	0.77	0.71
Contenido de humedad	15.46%	14.85%
LP=	15.16%	
IP=	10.89%	

DETERMINACION DE LIMITE DE ATTERBERG

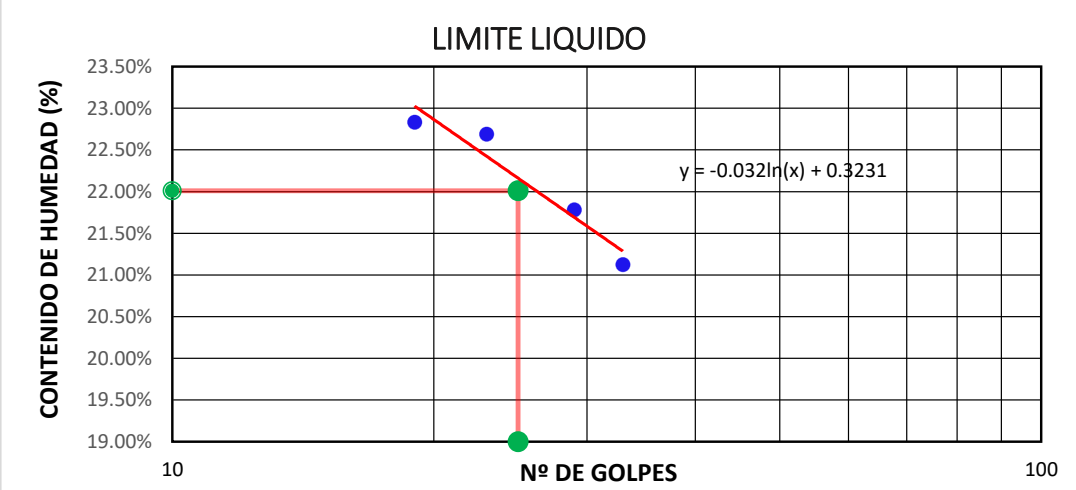
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 26/03/2024
Muestra: Cal. N°03
Estrato: 02

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	66.63	63.94	64.76	67.33
Peso de suelo seco + capsula (gr)	65.24	63.06	63.68	66.04
Peso de capsula (gr)	58.66	59.02	58.92	60.39
Peso de suelo seco (gr)	6.58	4.04	4.76	5.65
Peso de suelo humedo (gr)	7.97	4.92	5.84	6.94
Peso de agua (gr)	1.39	0.88	1.08	1.29
Contenido de humedad	21.12%	21.78%	22.69%	22.83%
Numero de golpes;N	33	29	23	19



LL= 22.01%

Determinacion del Limite Plastico		
Nº de recipiente	1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)	27.49	27.45
Peso de suelo seco + capsula(gr)	26.64	26.67
Peso de capsula(gr)	21.49	21.56
Peso de suelo seco(gr)	5.15	5.11
Peso de suelo humedo(gr)	6.00	5.89
Peso de agua(gr)	0.85	0.78
Contenido de humedad	16.50%	15.26%
LP=	15.88%	
IP=	6.13%	

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Calicata** N°1 **Profundidad** 0m-1.50m

Fecha: 15/04/2024 **Estrato:** Unico

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	91.85%
% de finos	8.15%
Total	100.00%
% de grava	64.30%
% de arena	27.55%
Total	91.85%
Fracción Gruesa	
% de grava	70.01%
% de arena	29.99%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	142.58
Cc	2.78
De Límites de Consistencia	
LL	18.78%
LP	17.01%
IP	1.78%
Tipo de suelo	GW-GM

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

GW-GM → <15% de arena → Grava bien graduada con limo
GW-GM → ≥15% de arena → Grava bien graduada con limo y arena

Grava bien graduada con limo y arena

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Calicata** N°2 **Profundidad** 0.00m-0.80m

Fecha: 15/04/2024 **Estrato:** 01

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	66.19%
% de finos	33.81%
Total	100.00%
% de grava	28.88%
% de arena	37.31%
Total	66.19%
Fracción Gruesa	
% de grava	43.63%
% de arena	56.37%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	0.00
Cc	0.00
De Límites de Consistencia	
LL	26.41%
LP	15.26%
IP	11.16%
Tipo de suelo	SC

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

SC → <15% de grava → Arena arcillosa
SC → ≥15% de grava → Arena arcillosa con grava

Arena arcillosa con Grava

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Calicata** N°2 **Profundidad** 0.80m-1.50m

Fecha: 15/04/2024 **Estrato:** 02

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	86.45%
% de finos	13.55%
Total	100.00%
% de grava	65.76%
% de arena	20.69%
Total	86.45%
Fracción Gruesa	
% de grava	76.06%
% de arena	23.94%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	#N/D
Cc	#N/D
De Límites de Consistencia	
LL	20.89%
LP	13.76%
IP	7.13%

Tipo de suelo: GC

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

GC → <15% de arena → Grava arcillosa
GC → ≥15% de arena → Grava arcillosa con arena

Grava arcillosa con arena

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Calicata** N°3 **Profundidad** 0.00m-1.10m

Fecha: 15/04/2024 **Estrato:** 01

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	64.51%
% de finos	35.49%
Total	100.00%
% de grava	29.91%
% de arena	34.60%
Total	64.51%
Fracción Gruesa	
% de grava	46.37%
% de arena	53.63%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	#N/D
Cc	#N/D
De Límites de Consistencia	
LL	26.04%
LP	15.16%
IP	10.89%
Tipo de suelo	SC

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

SC → <15% de grava → Arena arcillosa
SC → ≥15% de grava → Arena arcillosa con grava

Arena arcillosa con Grava

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Calicata** N°3 **Profundidad** 1.10m-1.50m

Fecha: 15/04/2024 **Estrato:** 02

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	82.67%
% de finos	17.33%
Total	100.00%
% de grava	59.60%
% de arena	23.07%
Total	82.67%
Fracción Gruesa	
% de grava	72.09%
% de arena	27.91%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	-
Cc	-
De Límites de Consistencia	
LL	22.01%
LP	15.88%
IP	6.13%
Tipo de suelo	GC

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

GC → <15% de arena → Grava arcillosa
GC → ≥15% de arena → Grava arcillosa con arena

Grava arcillosa con arena

DENSIDAD DE SUELOS POR METODO DE CONO DE ARENA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143

Ubicación: Yucay

Fecha: 2/03/2024

Profundidad: 0.00m-1.50m

Calicata N°1

Estrato: 01

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos en Campo

Peso del suelo húmedo (Wsh)	3150.00 gr	
Peso recipiente de cono de arena (Wr)	870.00 gr	
Antes del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (M1)		7413.00 gr
Despues del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (M2)		2476.00 gr
Peso fuera del hoyo	799.00 gr	
Peso de la arena	4138.00 gr	

Datos en laboratorio

Peso de la capsula (Wcap)		30.00 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)		50.32 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)		49.36 gr
Densidad de la arena (γa)		2.611 gr/cm^3
Peso del suelo humedo (Wsh)	20.32 gr	
Peso del suelo seco (Ws)	19.36 gr	

Cálculos para hallar el contenido de humedad

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

%w1 4.96%

Cálculos para hallar la densidad humeda

Volumen del suelo humedo (Vl sh)

$$Vl\ sh = \frac{Wa}{\gamma a}$$

$$\gamma_{Hum} = \frac{Wsh}{Vl\ sh}$$

Vl sh 1584.83 cm^3

Y_{hum}	1.99	gr/cm^3

Cálculos para hallar la densidad seca

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{Hum}}{1 + w}$$

Yseca	1.89	gr/cm^3

DENSIDAD DE SUELOS POR METODO DE CONO DE ARENA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143

Ubicación: Yucay

Fecha: 2/03/2024

Profundidad: 0.00m-0.90m

Calicata N°2

Estrato: 01

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos en Campo

Peso del suelo húmedo (Wsh)	1740.00	gr	
Peso recipiente de cono de arena (Wr)	870.00	gr	
Antes del ensayo			
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Wai)			3738.00 gr
Despues del ensayo			
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Waf)			0.91 gr
Peso fuera del hoyo	799.00	gr	
Peso de la arena	2938.09	gr	

Datos en laboratorio

Peso de la capsula (Wcap)			28.59 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)			56.21 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)			54.67 gr
Densidad de la arena (γa)			2.61 gr/cm^3
Peso del suelo humedo (Wsh)	27.62	gr	
Peso del suelo seco (Ws)	26.08	gr	

Cálculos para hallar el contenido de humedad

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

%w 5.90%

Cálculos para hallar la densidad humeda

Volumen del suelo humedo (Vl sh)

$$Vl\ sh = \frac{Wa}{\gamma a}$$

$$\gamma_{Hum} = \frac{Wsh}{Vl\ sh}$$

Vl sh 1125.27 cm^3

Y_{Hum}	1.55	gr/cm^3

Cálculos para hallar la densidad seca

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{Hum}}{1 + w}$$

Yseca	1.46	gr/cm^3

DENSIDAD DE SUELOS POR METODO DE CONO DE ARENA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143

Ubicación: Yucay

Fecha: 2/03/2024

Profundidad: 0.90m-1.50m

Calicata Nº2

Estrato: 02

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos en Campo

Peso del suelo húmedo (Wsh)	1980.00 gr	
Peso recipiente de cono de arena (Wr)	870.00 gr	
Antes del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Wai)		7420.00 gr
Despues del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Waf)		3887.00 gr
Peso fuera del hoyo	799.00 gr	
Peso de la arena	2734.00 gr	

Datos en laboratorio

Peso de la capsula (Wcap)		30.21 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)		60.23 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)		58.52 gr
Densidad de la arena (γa)		2.611 gr/cm^3
Peso del suelo humedo (Wsh)	30.02 gr	
Peso del suelo seco (Ws)	28.31 gr	

Cálculos para hallar el contenido de humedad

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

%w 6.04%

Cálculos para hallar la densidad humeda

Volumen del suelo humedo (Vl sh)

$$Vl\ sh = \frac{Wa}{\gamma a}$$

$$\gamma_{Hum} = \frac{Wsh}{Vl\ sh}$$

Vl sh 1047.11 cm^3

Y_{Hum}	1.89	gr/cm^3

Cálculos para hallar la densidad seca

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{Hum}}{1 + w}$$

Yseca	1.78	gr/cm^3

DENSIDAD DE SUELOS POR METODO DE CONO DE ARENA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143

Ubicación: Yucay

Fecha: 2/03/2024

Profundidad: 0.00m-0.95m

Calicata N°3

Estrato: 01

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos en Campo

Peso del suelo húmedo (Wsh)	2053.00	gr
Peso recipiente de cono de arena (Wr)	870.00	gr
Antes del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Wai)	4325.00	gr
Despues del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Waf)	0.91	gr
Peso fuera del hoyo	799.00	gr
Peso de la arena	3525.09	gr

Datos en laboratorio

Peso de la capsula (Wcap)	28.59	gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	56.21	gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	54.67	gr
Densidad de la arena (γa)	2.61	gr/cm^3
Peso del suelo humedo (Wsh)	27.62	gr
Peso del suelo seco (Ws)	26.08	gr

Cálculos para hallar el contenido de humedad

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

%w 5.90%

Cálculos para hallar la densidad humeda

Volumen del suelo humedo (Vl sh)

$$Vl\ sh = \frac{Wa}{\gamma a}$$

$$\gamma_{Hum} = \frac{Wsh}{Vl\ sh}$$

Vl sh 1350.09 cm^3

Y_{hum}	1.52	gr/cm^3

Cálculos para hallar la densidad seca

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{Hum}}{1 + w}$$

Yseca	1.44	gr/cm^3

DENSIDAD DE SUELOS POR METODO DE CONO DE ARENA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143

Ubicación: Yucay

Fecha: 2/03/2024

Profundidad: 0.95m-1.50m

Calicata N°3

Estrato: 02

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos en Campo		
Peso del suelo húmedo (Wsh)	1987.00 gr	
Peso recipiente de cono de arena (Wr)	870.00 gr	
Antes del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Wai)		3583.00 gr
Despues del ensayo		
Peso recipiente de cono arena+ Peso de arena (Wr+Waf)		0.98 gr
Peso fuera del hoyo	799.00 gr	
Peso de la arena	2783.02 gr	

Datos en laboratorio		
Peso de la capsula (Wcap)		32.56 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)		50.27 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)		49.26 gr
Densidad de la arena (γa)		2.611 gr/cm^3
Peso del suelo humedo (Wsh)	17.71 gr	
Peso del suelo seco (Ws)	16.7 gr	

Cálculos para hallar el contenido de humedad

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

%w 6.05%

Cálculos para hallar la densidad humeda

Volumen del suelo humedo (Vl sh)

$$Vl\ sh = \frac{Wa}{\gamma a}$$

$$\gamma_{Hum} = \frac{Wsh}{Vl\ sh}$$

Vl sh 1065.88 cm^3

Y_{Hum} 1.86 gr/cm^3

Cálculos para hallar la densidad seca

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{Hum}}{1 + w}$$

Yseca 1.76 gr/cm^3

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: ASTM D2049-69

Ubicación: Yucay
Fecha: 19/08/2024
Muestra: Cal. N°01
Estrato: 01

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Densida mínima			
	Muestra 01	**Muestra 02**	**Muestra 03**
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5909.00	5913.00	5927.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad minima (gr/cm3)	1.78	1.78	1.80
Densidad minima (gr/cm3)	1.78		

Densidad máxima			
	Muestra 01	**Muestra 02**	**Muestra 03**
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	6065.00	6003.00	6036.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad maxima (gr/cm3)	1.94	1.88	1.91
Densidad maxima (gr/cm3)	1.94		

Densidad relativa	
Densidad del suelo en estado natural (gr/cm3)	1.89
Densidad minima (gr/cm3)	1.78
Densidad maxima (gr/cm3)	1.94
Densidad relativa (%)	71.14

Ubicación: Yucay
Fecha: 19/08/2024
Muestra: Cal. N°02
Estrato: 01

Densida mínima			
	Muestra 01	**Muestra 02**	**Muestra 03**
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5540.00	5570.00	5601.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad minima (gr/cm3)	1.39	1.42	1.45
Densidad minima (gr/cm3)	1.39		

Densidad máxima			
	Muestra 01	**Muestra 02**	**Muestra 03**
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5667.00	5705.00	5790.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad maxima (gr/cm3)	1.52	1.56	1.65
Densidad maxima (gr/cm3)	1.65		

Densidad relativa	
Densidad del suelo en estado natural (gr/cm3)	1.55
Densidad minima (gr/cm3)	1.39
Densidad maxima (gr/cm3)	1.65
Densidad relativa (%)	64.33

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM D2049-69

Ubicación: Yucay
Fecha: 19/08/2024
Muestra: Cal. N°02
Estrato: 02

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Densida mínima	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5904.00	5874.00	5928.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad minima (gr/cm3)	1.77	1.74	1.80
Densidad minima (gr/cm3)		1.74	

Densidad máxima	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	6035.00	6032.00	6037.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad maxima (gr/cm3)	1.91	1.91	1.91
Densidad maxima (gr/cm3)		1.91	

Densidad relativa	
Densidad del suelo en estado natural (gr/cm3)	1.89
Densidad minima (gr/cm3)	1.74
Densidad maxima (gr/cm3)	1.91
Densidad relativa (%)	87.27

Ubicación: Yucay
Fecha: 19/08/2024
Muestra: Cal. N°03
Estrato: 01

Densida mínima	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5410.00	5450.00	5401.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad minima (gr/cm3)	1.25	1.29	1.24
Densidad minima (gr/cm3)		1.24	

Densidad máxima	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5867.00	5805.00	5821.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad maxima (gr/cm3)	1.73	1.67	1.69
Densidad maxima (gr/cm3)		1.73	

Densidad relativa	
Densidad del suelo en estado natural (gr/cm3)	1.52
Densidad minima (gr/cm3)	1.24
Densidad maxima (gr/cm3)	1.73
Densidad relativa (%)	64.95

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM D2049-69

Ubicación: Yucay

Fecha: 19/08/2024

Muestra: Cal. N°03

Estrato: 02

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Densida mínima			
	Muestra 01	**Muestra 02**	**Muestra 03**
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	5990.00	5850.00	5901.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad minima (gr/cm3)	1.86	1.72	1.77
Densidad minima (gr/cm3)	1.72		

Densidad máxima			
	Muestra 01	**Muestra 02**	**Muestra 03**
Peso del molde de compactacion (gr)	4237.00	4237.00	4237.00
Peso del molde de compactacion + suelo seco (gr)	6015.00	5935.00	5921.00
Volumen del molde de compactacion (cm3)	940.00	940.00	940.00
Densidad maxima (gr/cm3)	1.89	1.81	1.79
Densidad maxima (gr/cm3)	1.89		

Densidad relativa	
Densidad del suelo en estado natural (gr/cm3)	1.86
Densidad minima (gr/cm3)	1.72
Densidad maxima (gr/cm3)	1.89
Densidad relativa (%)	85.68

Adobe Existente

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 7/03/2024
Muestra: ADOBE

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	91.45 gr	Peso del recipiente	91.45 gr
Peso muestra + recipiente	1643.37 gr	Peso muestra + recipiente	1015.42 gr
Peso de muestra seca	1551.92 gr	Peso de muestra seca	923.97 gr
		% de Error en Peso	**0.02%** **Ok!**

TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	1551.68	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	1551.68	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	1551.68	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	1551.68	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	75.67	1476.01	4.88%	4.88%	95.12%
3/4"	19	25.63	1450.38	1.65%	6.53%	93.47%
3/8"	9.5	100.58	1349.80	6.48%	13.01%	86.99%
Nº 4	4.75	137.16	1212.64	8.84%	21.85%	78.15%
Nº 10	2	130.43	1082.21	8.41%	30.26%	69.74%
Nº 20	0.850	107.09	975.12	6.90%	37.16%	62.84%
Nº 40	0.425	88.25	886.87	5.69%	42.84%	57.16%
Nº 60	0.250	64.26	822.61	4.14%	46.99%	53.01%
Nº 140	0.106	129.55	693.06	8.35%	55.33%	44.67%
Nº 200	0.075	53.40	639.66	3.44%	58.78%	41.22%
Cazuela	-	11.71	-	0.75%	59.53%	-
Lavado	-	627.95	-	40.47%	100%	-
Peso Retenida en Lavado		**923.73**		100.00%		
Peso despues del lavado		**1551.68**				

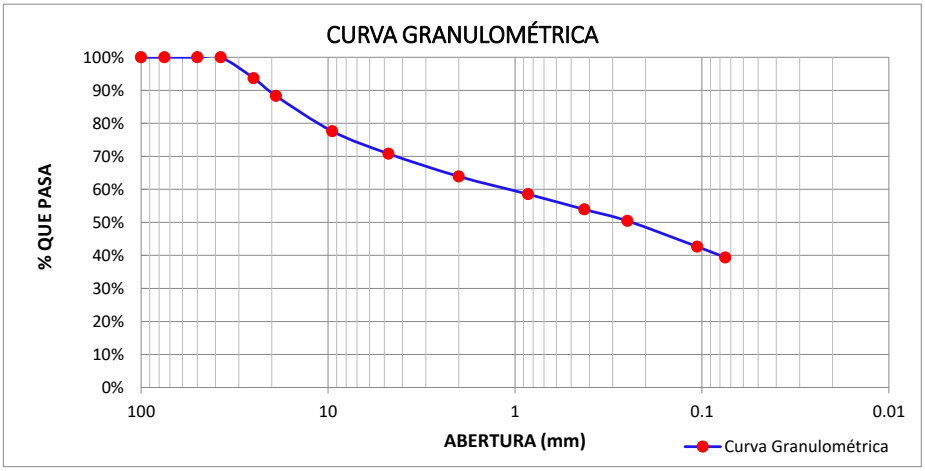
Cálculos

Porcentaje de Grava, Arena y Finos de la muestra

Tamaño maximo	1½"
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	21.85%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	36.93%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**41.22%**
Total:	100.00%

Fracción de Grava y Arena de la muestra.

% gruesos	58.78%
Grava	
% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	37.17%
Arena	
% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	62.83%



DETERMINACION DE LIMITE DE ATTERBERG

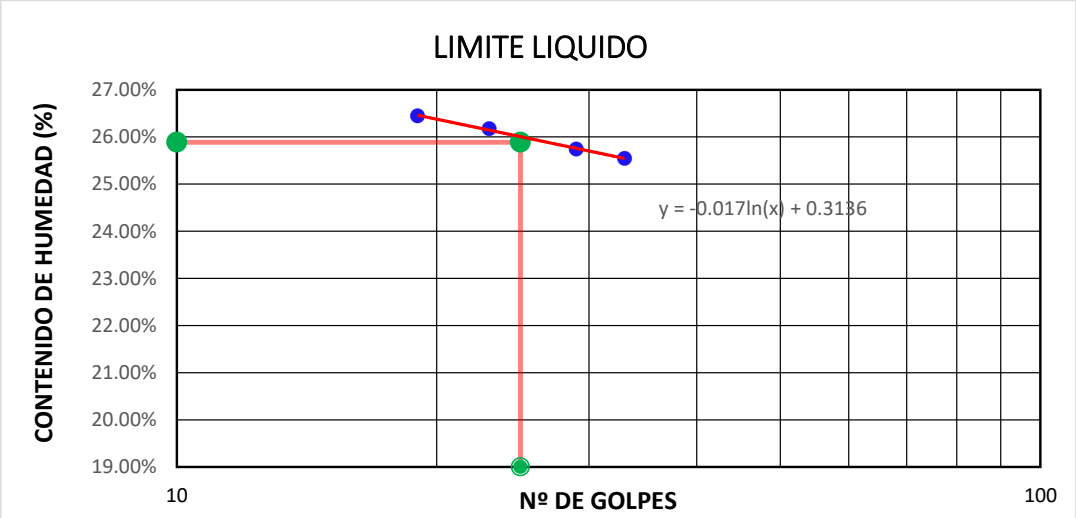
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 26/03/2024
Muestra: Adobe

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	62.10	64.10	63.21	66.51
Peso de suelo seco + capsula (gr)	61.40	63.06	62.32	65.23
Peso de capsula (gr)	58.66	59.02	58.92	60.39
Peso de suelo seco (gr)	2.74	4.04	3.40	4.84
Peso de suelo humedo (gr)	3.44	5.08	4.29	6.12
Peso de agua (gr)	0.70	1.04	0.89	1.28
Contenido de humedad	25.55%	25.74%	26.18%	26.45%
Numero de golpes;N	33	29	23	19



LL= 25.89%

Determinacion del Limite Plastico		
Nº de recipiente	1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)	25.34	29.31
Peso de suelo seco + capsula(gr)	24.83	28.32
Peso de capsula(gr)	21.49	21.56
Peso de suelo seco(gr)	3.34	6.76
Peso de suelo humedo(gr)	3.85	7.75
Peso de agua(gr)	0.51	0.99
Contenido de humedad	15.27%	14.64%
LP=	14.96%	
IP=	10.93%	

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Muestra:** Adobe **Fecha:** 15/04/2024

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	58.78%
% de finos	41.22%
Total	100.00%
% de grava	21.85%
% de arena	36.93%
Total	58.78%
Fracción Gruesa	
% de grava	37.17%
% de arena	62.83%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	-
Cc	-
De Límites de Consistencia	
LL	25.89%
LP	14.96%
IP	10.93%
Tipo de suelo	SC

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

SC → <15% de grava → Arena arcillosa
SC → ≥15% de grava → Arena arcillosa con grava

Arena arcillosa con Grava

e o ara a e a oraci n de ado e

CONTENIDO DE HUMEDAD

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.127 y MTC E 108.

Muestra	Suelo-Adobe	**Integrantes:**
Ubicación:	Yucay	Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Fecha:	5/03/2024	Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

MUESTRA 01

Peso de la capsula (Wcap)	54.26 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	158.25 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	153.05 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	103.99 gr
Peso del suelo seco (Ws)	98.79 gr

MUESTRA 02

Peso de la capsula (Wcap)	60.15 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	167.54 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	161.42 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	107.39 gr
Peso del suelo seco (Ws)	101.27 gr

MUESTRA 03

Peso de la capsula (Wcap)	59.47 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo humedo (Wcap + Wsh)	168.34 gr
Peso de la capsula + Peso del suelo seco (Wcap + Ws)	161.75 gr
Peso del suelo humedo (Wsh)	108.87 gr
Peso del suelo seco (Ws)	102.28 gr

Calculos para hallar el contenido de humedad

MUESTRA 01

%w 5.26%

$$\%w = \frac{Wsh - Ws}{Ws}$$

MUESTRA 02

%w 6.04%

MUESTRA 03

%w 6.44%

PROMEDIO

%w	5.92%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.128 y ASTM D-422.

Ubicación: Yucay
Fecha: 7/03/2024
Muestra: SUELO-ADOBE CORREGIDO

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Datos obtenidos en laboratorio

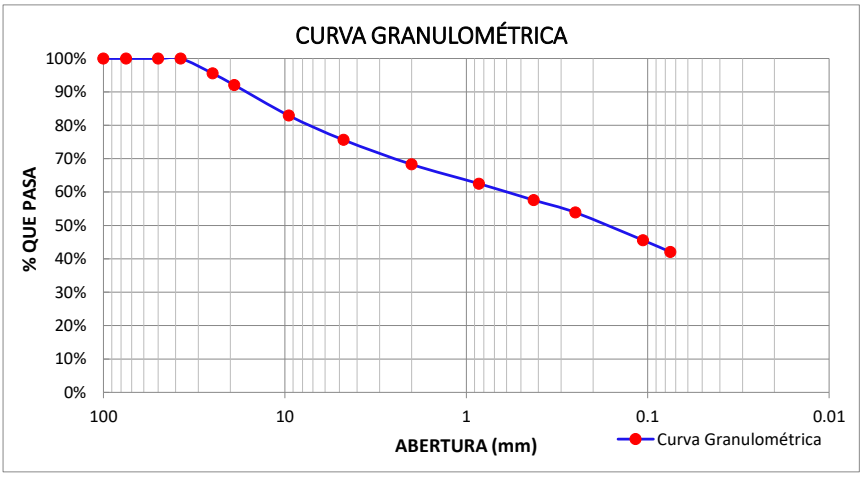
Antes del lavado		**Después del lavado**	
Peso del recipiente	105.79 gr	Peso del recipiente	105.79 gr
Peso muestra + recipiente	1234.66 gr	Peso muestra + recipiente	796.87 gr
Peso de muestra seca	1128.87 gr	Peso de muestra seca	691.08 gr
	% de Error en Peso	**6.35%**	**Mal**

24 0

TAMIZ	*ABERTURA (mm)*	*PESO RETENIDO (gr)*	*PESO QUE PASA (gr)*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO ACUMULADO*	*% QUE PASA*
4"	100	0.00	1057.22	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	1057.22	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	1057.22	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	1057.22	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	47.40	1009.82	4.48%	4.48%	95.52%
3/4"	19	36.70	1020.52	3.47%	7.95%	92.05%
3/8"	9.5	96.76	960.46	9.15%	17.11%	82.89%
Nº 4	4.75	76.86	980.36	7.27%	24.38%	75.62%
Nº 10	2	77.70	979.52	7.35%	31.73%	68.27%
Nº 20	0.850	60.94	996.28	5.76%	37.49%	62.51%
Nº 40	0.425	52.09	1005.13	4.93%	42.42%	57.58%
Nº 60	0.250	39.32	1017.90	3.72%	46.14%	53.86%
Nº 140	0.106	87.67	969.55	8.29%	54.43%	45.57%
Nº 200	0.075	37.22	1020.00	3.52%	57.95%	42.05%
Cazuela	-	6.77	-	0.64%	58.59%	-
Lavado	-	437.79	-	41.41%	100%	-
Peso Retenida en Lavado		**619.43**		100.00%		
Peso despues del lavado		**1057.22**				

Cálculos

Porcentaje de Grava, Arena y Finos de la muestra		**Fracción de Grava y Arena de la muestra.**	
Tamaño maximo	1½"	% gruesos	57.95%
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4)	24.38%	Grava	
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	33.57%	% de la fraccion gruesa retenida en la malla N° 4	42.07%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200)	**42.05%**	Arena	
Total:	100.00%	% de la fraccion gruesa pasa la malla N°4:	57.93%



DETERMINACION DE LIMITE DE ATTERBERG

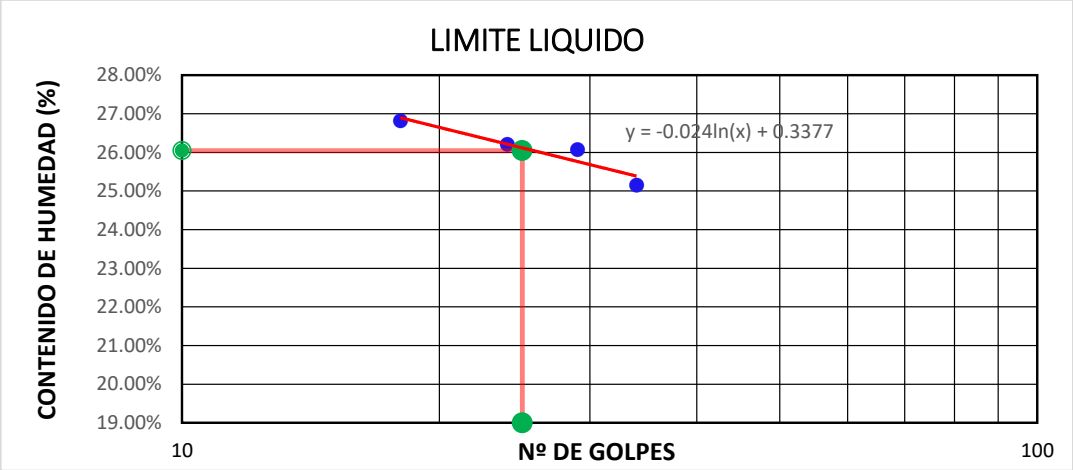
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.129 y MTC E 110.

Ubicación: Yucay
Fecha: 26/03/2024
Muestra: Suelo-Adobe

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Determinacion del Limite Liquido				
Nº de recipiente	1	2	3	4
Peso de suelo humedo + capsula (gr)	50.56	49.98	47.68	48.28
Peso de suelo seco + capsula (gr)	49.32	47.89	46.61	47.32
Peso de capsula (gr)	44.61	39.95	42.36	43.56
Peso de suelo seco (gr)	4.71	7.94	4.25	3.76
Peso de suelo humedo (gr)	5.95	10.03	5.32	4.72
Peso de agua (gr)	1.24	2.09	1.07	0.96
Contenido de humedad	26.33%	26.32%	25.18%	25.53%
Numero de golpes;N	33	28	23	19



LL= 26.04%

cion del Limite Plastico			
Nº de recipiente		1	2
Peso de suelo humedo + capsula(gr)		30.21	29.65
Peso de suelo seco + capsula(gr)		29.45	28.98
Peso de capsula(gr)		24.54	24.45
Peso de suelo seco(gr)		4.91	4.53
Peso de suelo humedo(gr)		5.67	5.20
Peso de agua(gr)		0.76	0.67
Contenido de humedad		15.48%	14.79%
LP=		15.13%	
	IP=	10.91%	

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.143.

Ubicación: Yucay **Muestra:** Suelo Adobe **Fecha:** 15/04/2024

DATOS PARA CLASIFICACIÓN

De Granulometría	
% de gruesos	60.63%
% de finos	39.37%
Total	100.00%
% de grava	29.20%
% de arena	31.43%
Total	60.63%
Fracción Gruesa	
% de grava	48.16%
% de arena	51.84%
Total	100.00%
Coeficientes	
Cu	-
Cc	-
De Límites de Consistencia	
LL	26.04%
LP	15.13%
IP	10.91%

Tipo de suelo	SC

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

Nota. Tomada del libro de Fundamentos de ingenieria geotecnica, (p. 83), 2013. Por Braja M. Das.

SC → <15% de grava → Arena arcillosa
SC → ≥15% de grava → Arena arcillosa con grava

Arena arcillosa con Grava

Ficha de observacion de Ensayos Experimentales

Muestras elaboradas con Adobe

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

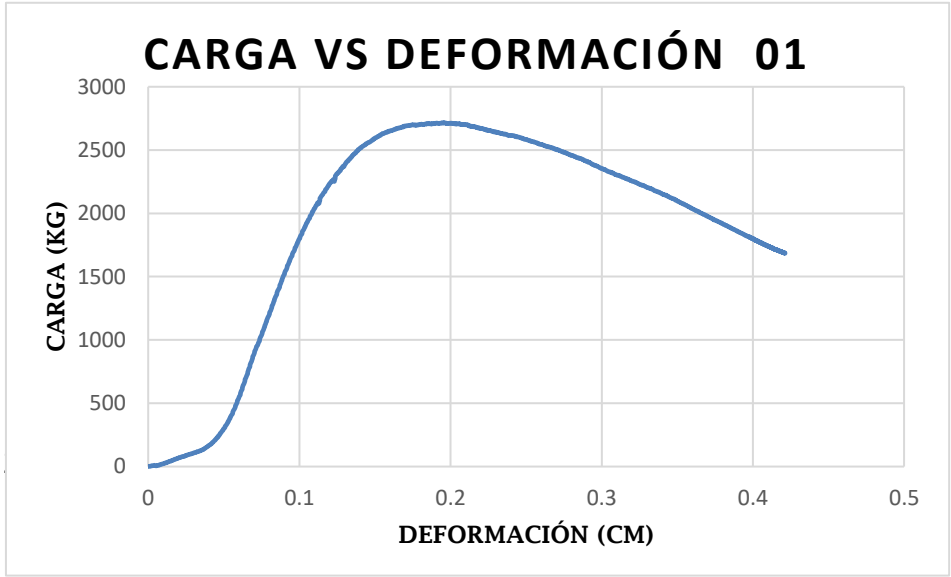
Cubo N° 01
Procedencia: Yucay
Fecha: 2/07/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Arista del cubo:	a (cm)	9.5
Area:	(cm2)	90.25
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cubo de material tierra (muestra 01).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:00:42
Carga en el punto de rotura (kg):	1559.00
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	17.27
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.35
Carga máxima (kg):	2716.38
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	30.10

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

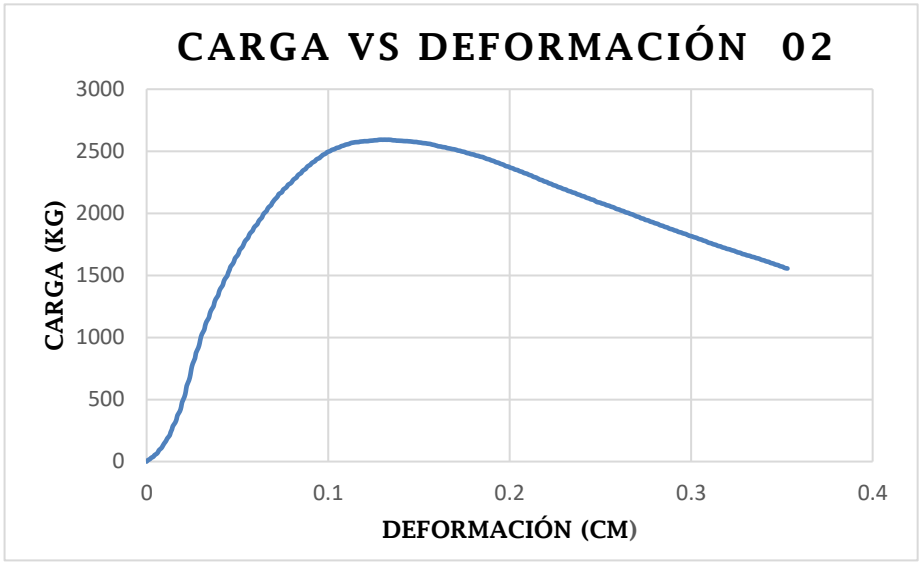
Cubo N° 02
Procedencia: Yucay
Fecha: 2/07/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Arista del cubo:	a (cm)	9.8
Area:	(cm2)	96.04
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cubo de material tierra (muestra 02).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:00:42
Carga en el punto de rotura (kg):	1559.00
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	16.23
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.35
Carga máxima (kg):	2593.23
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	27.00

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

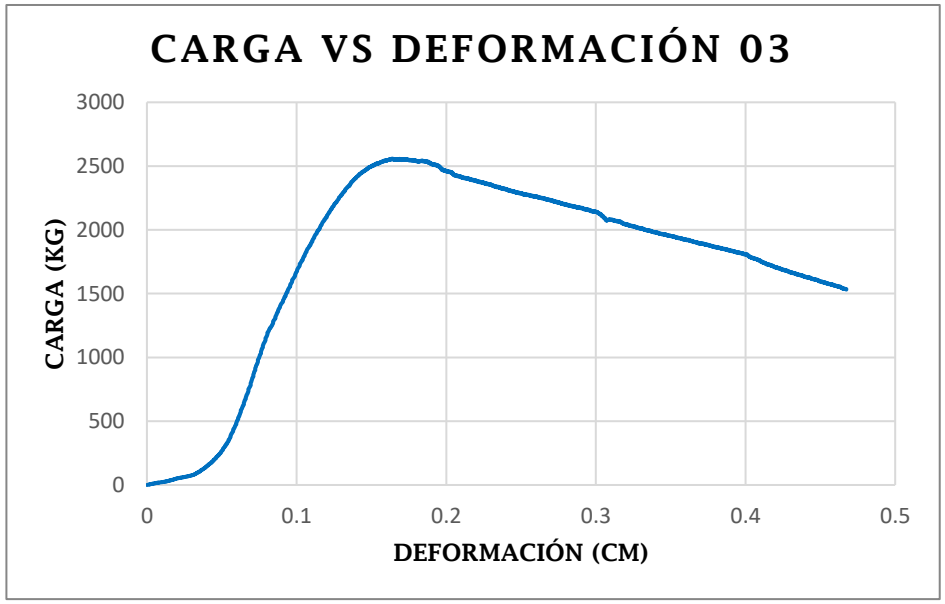
Cubo N° 03
Procedencia: Yucay
Fecha: 2/07/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Arista del cubo:	a (cm)	9.6
Area:	(cm2)	92.16
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cubo de material tierra (muestra 03).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (min):	00:02:55
Carga en el punto de rotura (kg):	1535.41
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	16.66
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.47
Carga máxima (kg):	2558.76
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	27.76

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cubo N° 04

Procedencia: Yucay

Fecha: 2/07/2024

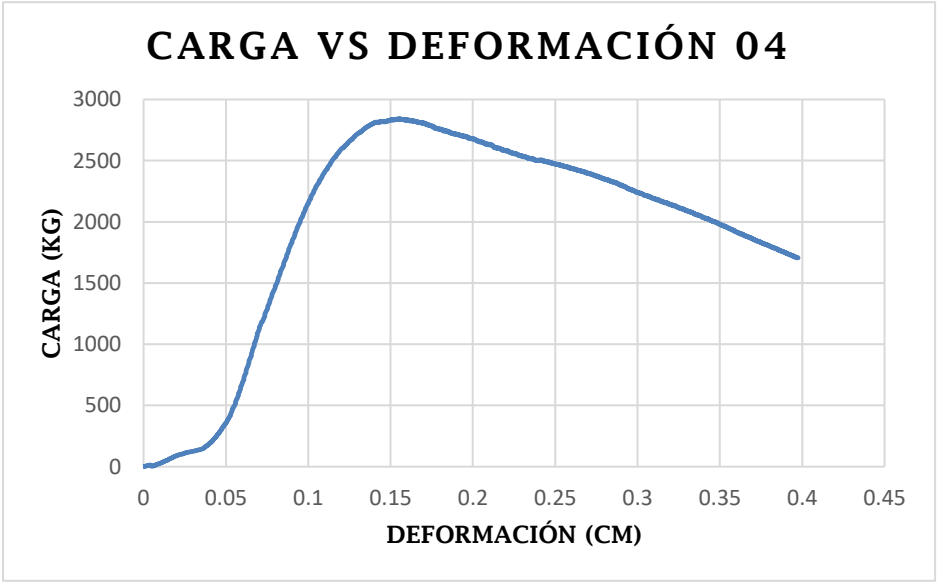
Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Arista del cubo:	a (cm)	9.8
Area:	(cm2)	96.04
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cubo de material tierra (muestra 04).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:02:29
Carga en el punto de rotura (kg):	1706.42
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	17.77
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.40
Carga máxima (kg):	2843.62
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	29.61

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cubo N° 05

Procedencia: Yucay

Fecha: 2/07/2024

Integrantes:

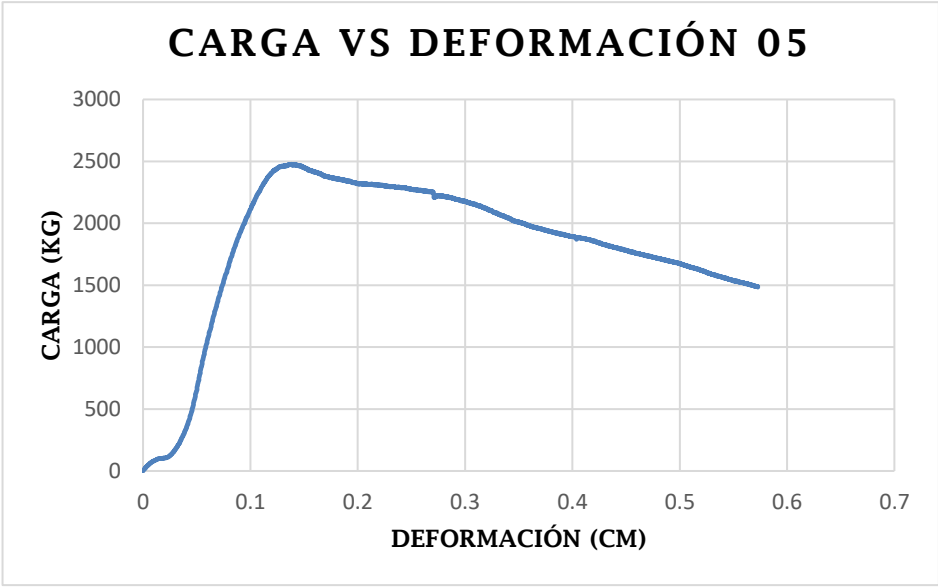
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Arista del cubo:	a (cm)	9.5
Area:	(cm2)	90.25
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cubo de material tierra (muestra 05).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:02:29
Carga en el punto de rotura (kg):	1487.78
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	16.49
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.57
Carga máxima (kg):	2477.56
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	27.45

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

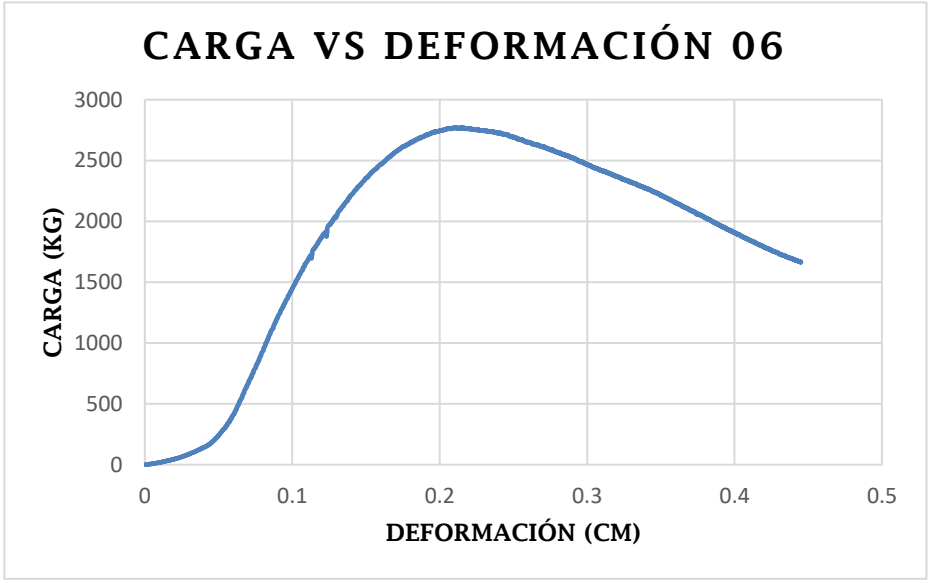
Cubo N° 06
Procedencia: Yucay
Fecha: 2/07/2024

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Arista del cubo:	a (cm)	10
Area:	(cm2)	100
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cubo de material tierra (muestra 05).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:02:47
Carga en el punto de rotura (kg):	1666.50
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	16.66
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.45
Carga máxima (kg):	2771.50
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	27.71

ENSAYO BRASILEÑO DE TRACCIÓN EN CILINDROS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cilindro N° 01

Procedencia: Yucay

Fecha: 15/07/2024

Integrantes:

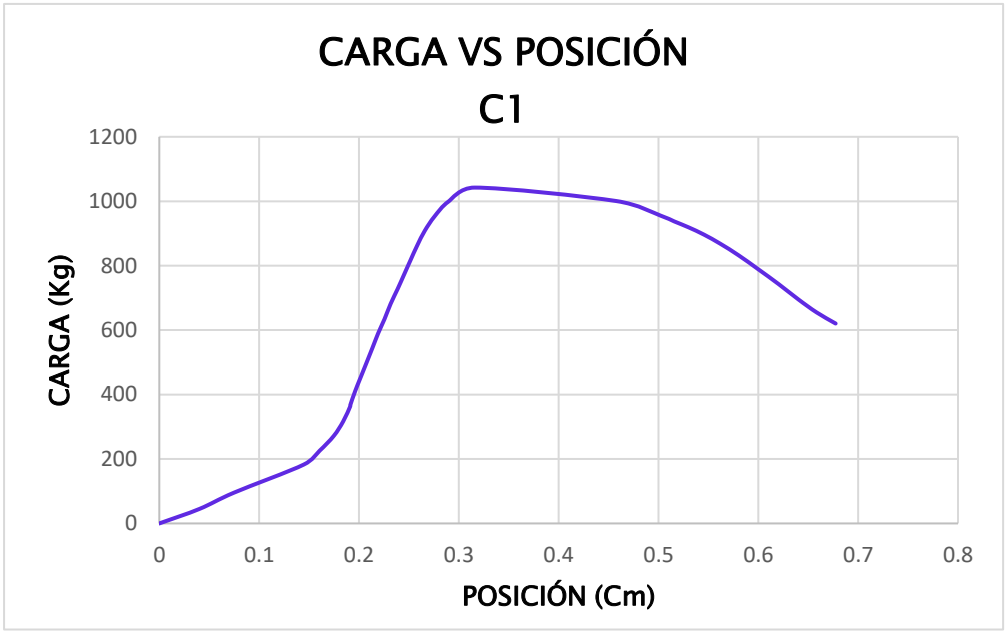
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Altura (h):	28.60	cm
Diametro (D):	14.45	cm
Area:	649.16	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cilindro de material tierra (muestra 01).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:00:36
Carga en el punto de rotura (kg):	654.99
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	1.01
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.66
Carga máxima (kg):	1042.37
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	1.61

ENSAYO BRASILEÑO DE TRACCIÓN EN CILINDROS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cilindro N° 02

Procedencia: Yucay

Fecha: 15/07/2024

Integrantes:

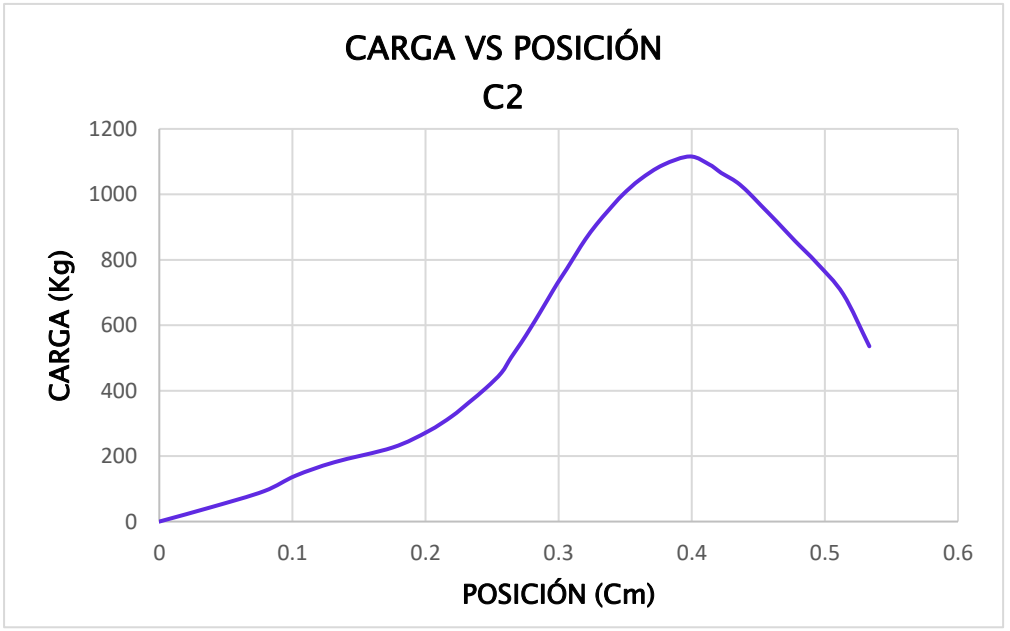
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Altura (h):	29.00	cm
Diametro (D):	14.50	cm
Area:	660.52	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cilindro de material tierra (muestra 02).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:00:36
Carga en el punto de rotura (kg):	694.45
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	1.05
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.51
Carga máxima (kg):	1115.86
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	1.69

ENSAYO BRASILEÑO DE TRACCIÓN EN CILINDROS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cilindro N° 03

Procedencia: Yucay

Fecha: 15/07/2024

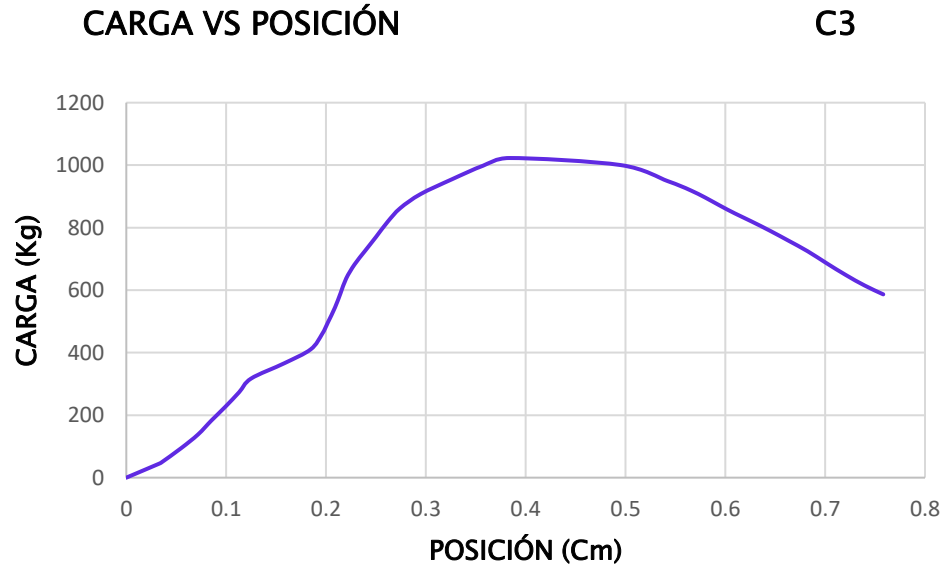
Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Altura (h):	28.53	cm
Diametro (D):	14.47	cm
Area:	648.47	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cilindro de material tierra (muestra 03).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:35
Carga en el punto de rotura (kg):	614.62
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.95
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.74
Carga máxima (kg):	1022.87
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	1.58

ENSAYO BRASILEÑO DE TRACCIÓN EN CILINDROS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cilindro N° 04

Procedencia: Yucay

Fecha: 15/07/2024

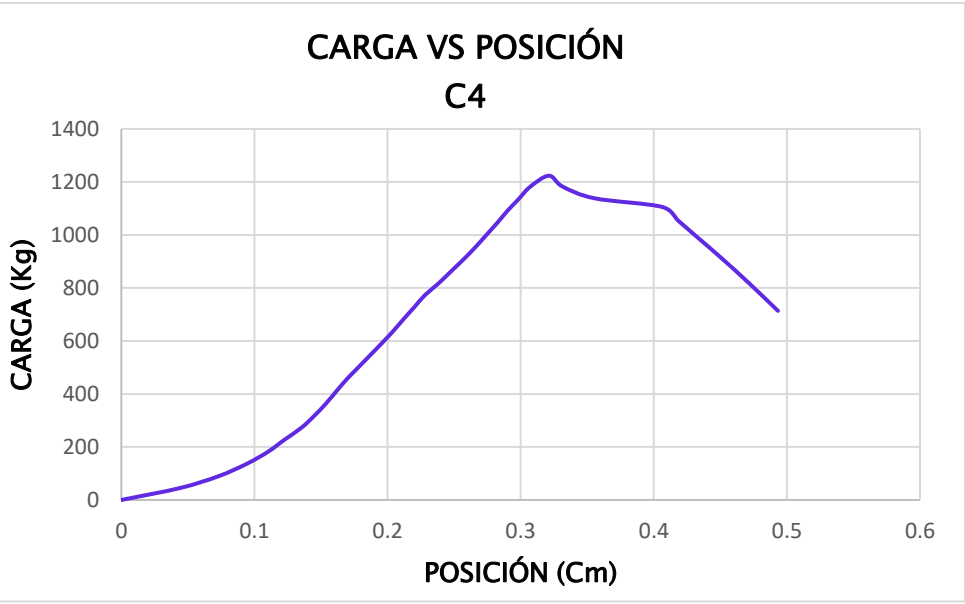
Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Altura (h):	28.56	cm
Diametro (D):	14.44	cm
Area:	647.81	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cilindro de material tierra (muestra 04).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:35
Carga en el punto de rotura (kg):	813.74
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	1.26
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.47
Carga máxima (kg):	1223.36
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	1.89

ENSAYO BRASILEÑO DE TRACCIÓN EN CILINDROS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cilindro N° 05

Procedencia: Yucay

Fecha: 15/07/2024

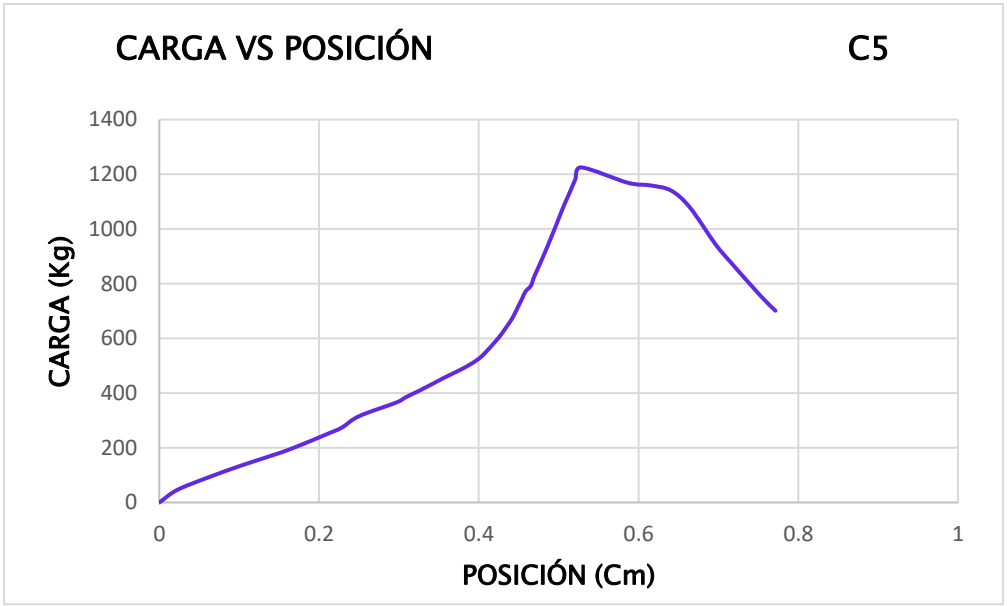
Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Altura (h):	28.52	cm
Diametro (D):	14.43	cm
Area:	646.45	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cilindro de material tierra (muestra 05).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:35
Carga en el punto de rotura (kg):	756.14
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	1.17
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.75
Carga máxima (kg):	1225.17
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	1.90

ENSAYO BRASILEÑO DE TRACCIÓN EN CILINDROS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Cilindro N° 06

Procedencia: Yucay

Fecha: 15/07/2024

Integrantes:

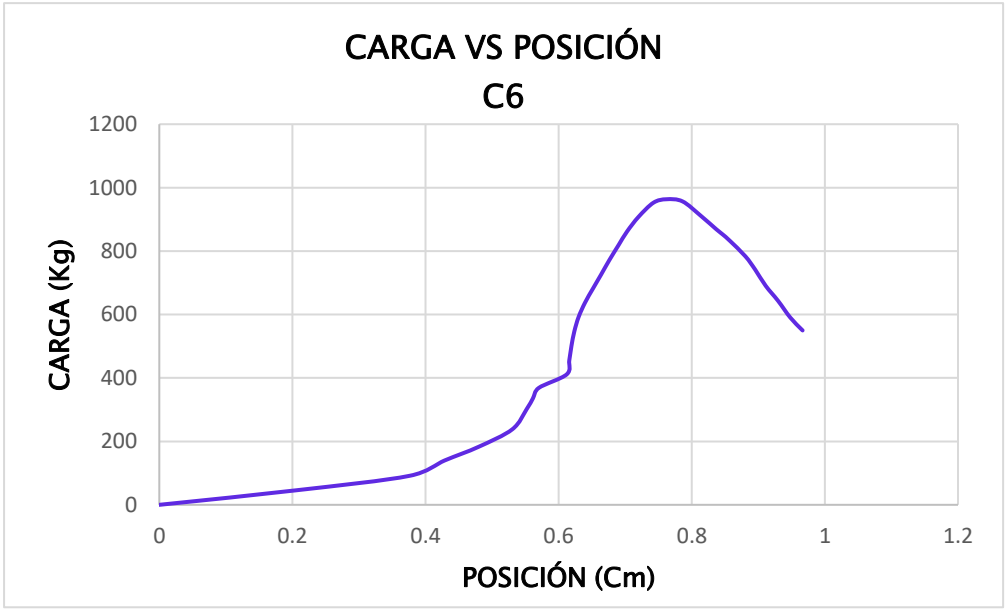
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Altura (h):	28.53	cm
Diametro (D):	14.40	cm
Area:	645.33	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla del cilindro de material tierra (muestra 06).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:00:32
Carga en el punto de rotura (kg):	590.58
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.92
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.95
Carga máxima (kg):	963.45
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	1.49

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

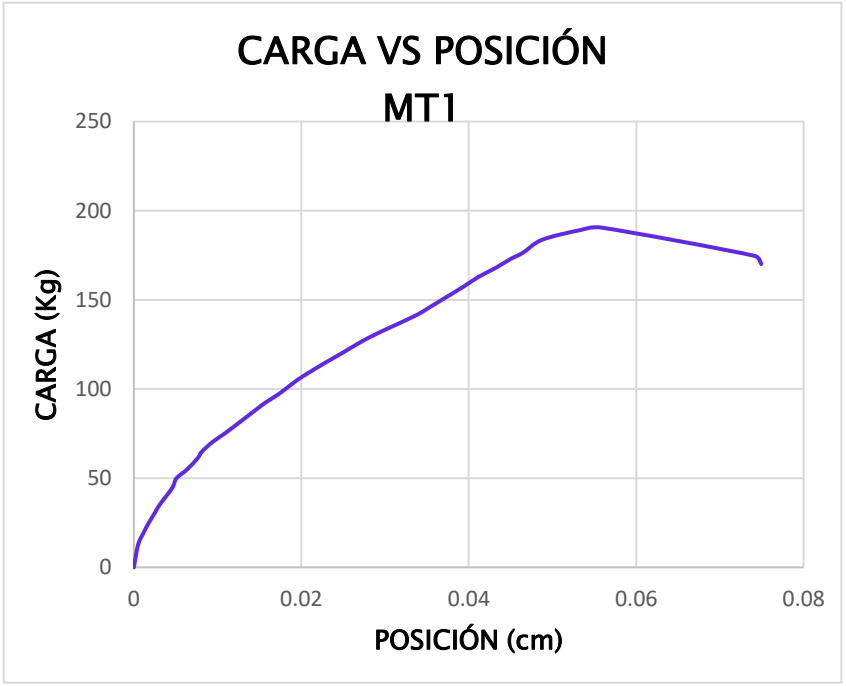
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Probetas de dos adobes N° 01
Procedencia: Yucay
Fecha: 11/07/2024

DATOS PARA EL ENSAYO		
Longitud (b):	32.4	cm
Ancho (a):	16.5	cm
Area:	534.60	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla de las probetas de dos adobes unidos por mortero de barro (muestra 01).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:33
Carga en el punto de rotura (kg):	170.10
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.16
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.07
Carga máxima (kg):	190.51
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	0.18

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

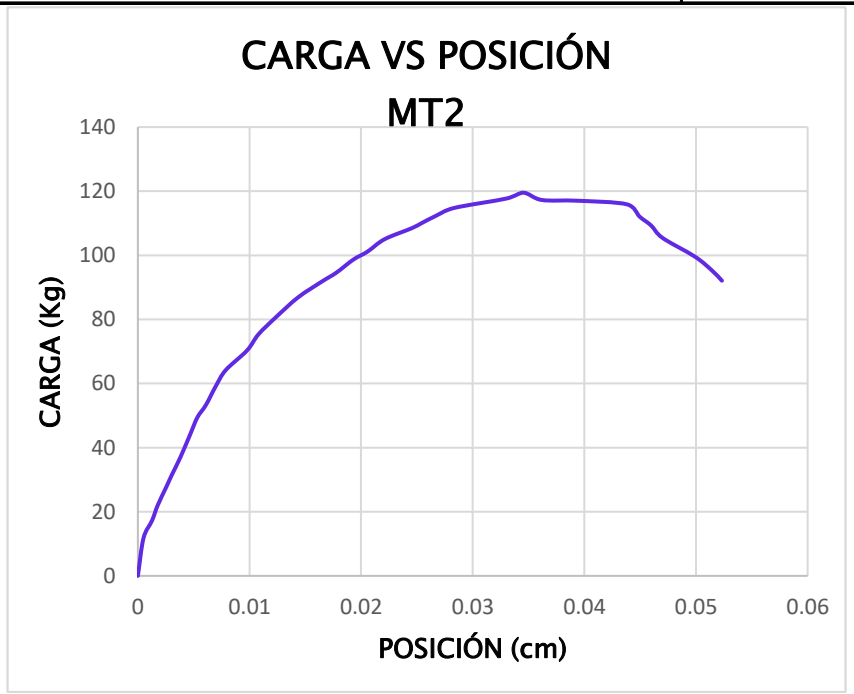
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Probetas de dos adobes N° 02
Procedencia: Yucay
Fecha: 11/07/2024

DATOS PARA EL ENSAYO		
Longitud (b):	31.8	cm
Ancho (a):	16.4	cm
Area:	521.52	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla de las probetas de dos adobes unidos por mortero de barro (muestra 02).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:32
Carga en el punto de rotura (kg):	92.08
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.09
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.05
Carga máxima (kg):	119.52
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	0.11

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

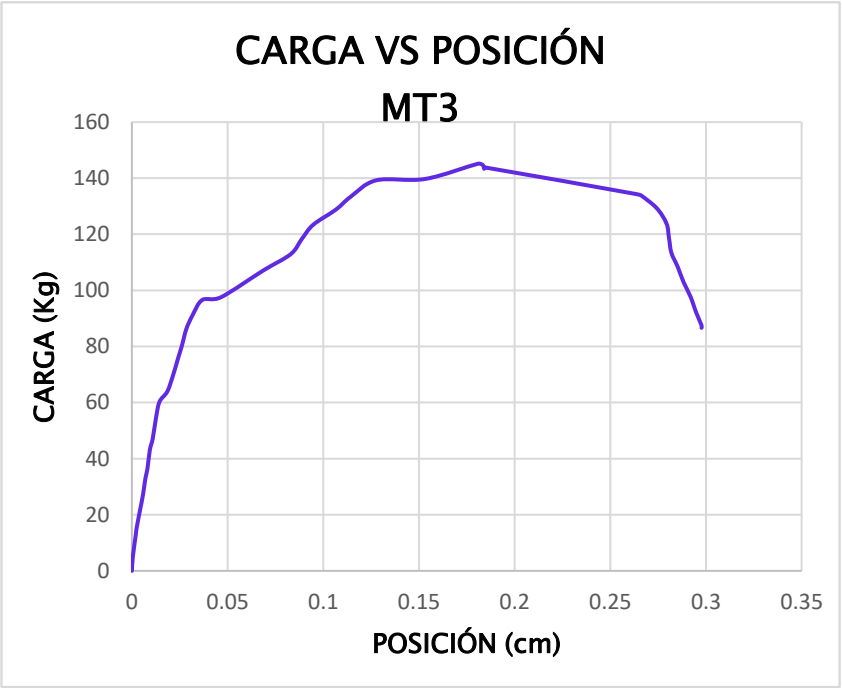
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Probetas de dos adobes N° 03
Procedencia: Yucay
Fecha: 11/07/2024

DATOS PARA EL ENSAYO		
Longitud (b):	32	cm
Ancho (a):	16.5	cm
Area:	528.00	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla de las probetas de dos adobes unidos por mortero de barro (muestra 03).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:58
Carga en el punto de rotura (kg):	87.54
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.08
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.30
Carga máxima (kg):	145.15
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	0.14

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

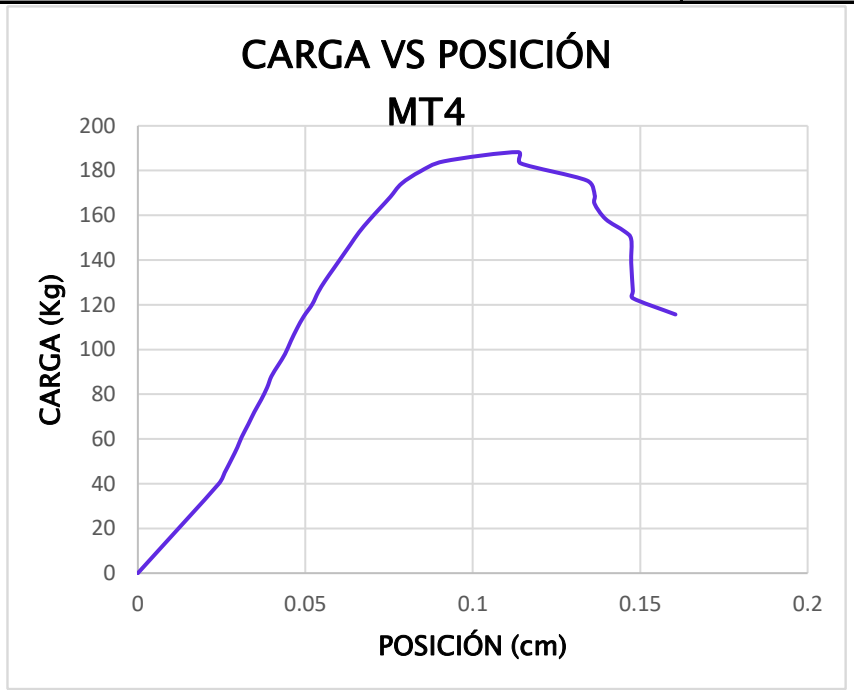
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Probetas de dos adobes N° 04
Procedencia: Yucay
Fecha: 11/07/2024

DATOS PARA EL ENSAYO		
Longitud (b):	32.7	cm
Ancho (a):	16.5	cm
Area:	539.55	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla de las probetas de dos adobes unidos por mortero de barro (muestra 04).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:00:58
Carga en el punto de rotura (kg):	113.85
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.11
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.16
Carga máxima (kg):	188.24
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	0.17

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

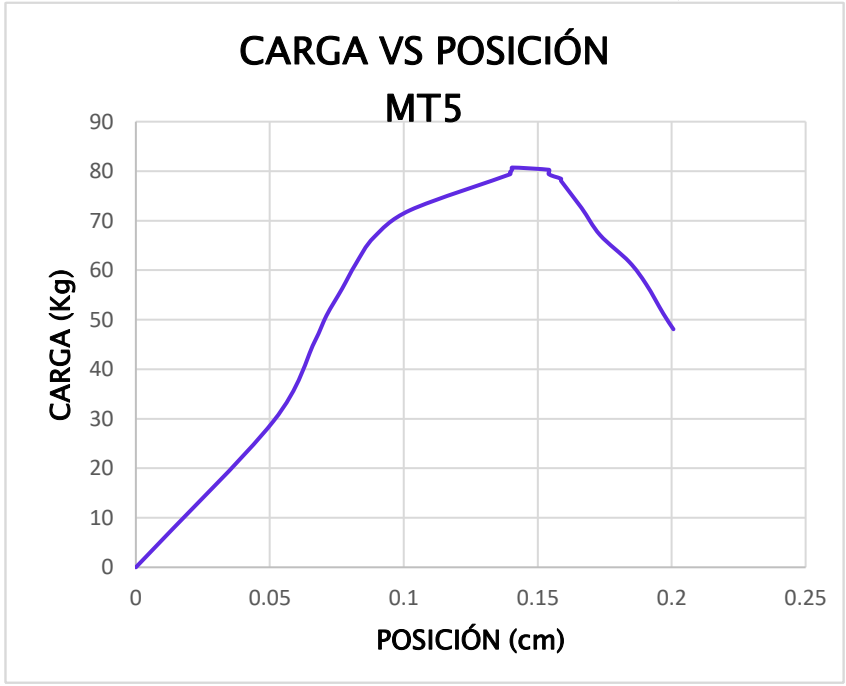
Referencia: E.080

Probetas de dos adobes N° 05
Procedencia: Yucay
Fecha: 11/07/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

Longitud (b):	32.7	cm
Ancho (a):	16.5	cm
Area:	539.55	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla de las probetas de dos adobes unidos por mortero de barro (muestra 05).



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo transcurrido (s):	00:02:41
Carga en el punto de rotura (kg):	48.08
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.04
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.20
Carga máxima (kg):	80.74
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	0.07

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

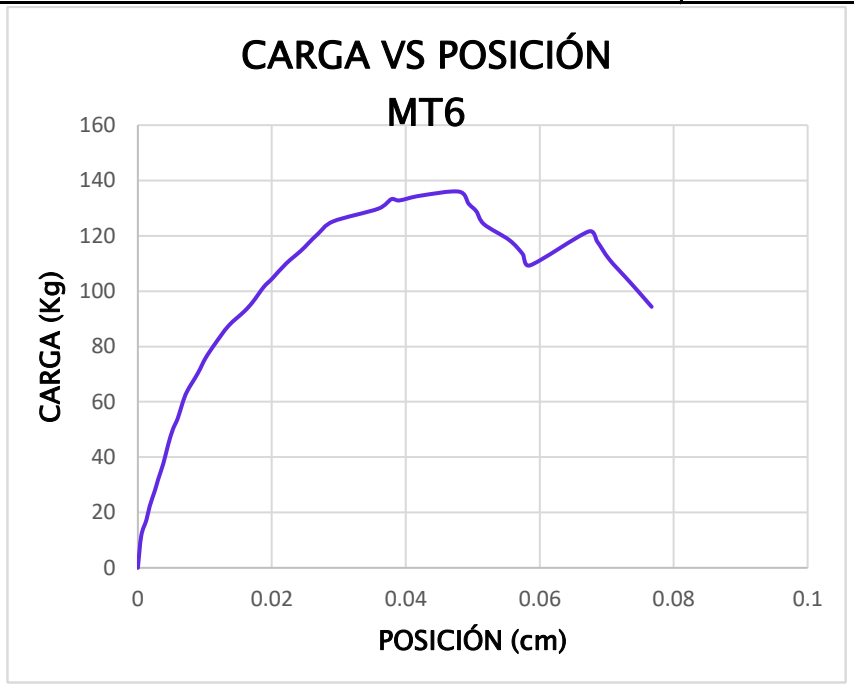
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Probetas de dos adobes N° 06
Procedencia: Yucay
Fecha: 11/07/2024

DATOS PARA EL ENSAYO		
Longitud (b):	32.6	cm
Ancho (a):	16.3	cm
Area:	531.38	cm2
Maquina:	Universal de ensayos	

Tipo de falla de las probetas de dos adobes unidos por mortero de barro (muestra 06).



RESULTADOS DEL ENSAYO	
Tiempo transcurrido (s):	00:01:01
Carga en el punto de rotura (kg):	94.35
Esfuerzo en el punto de rotura (kg/cm2):	0.09
Posisión en el punto de rotura(cm):	0.08
Carga máxima (kg):	135.96
Esfuerzo máximo (kg/cm2):	0.13

MODULO DE POISSON

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM C469-02

Cilindro N°: C1

Procedencia: Yucay

Fecha: 13/08/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:

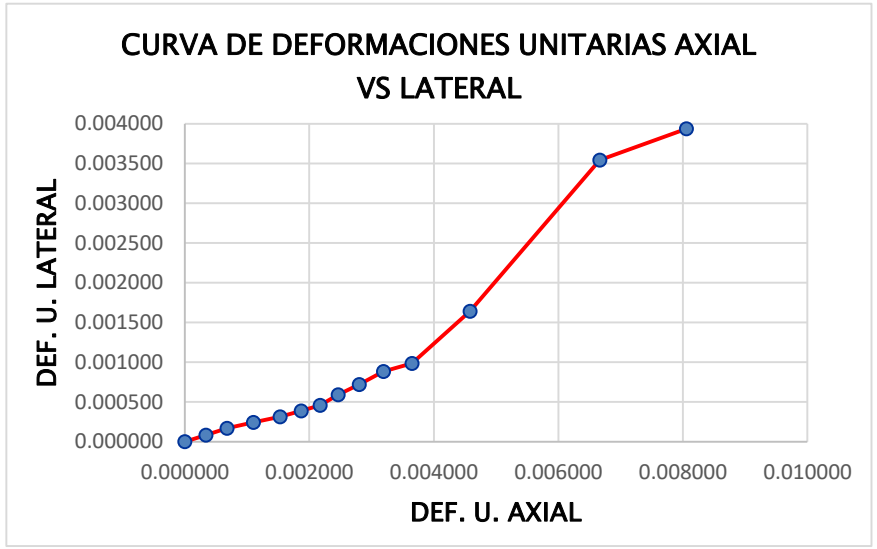
Diametro (mm) 76.2

Altura (mm) 149.75

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Carga (kg)	Deformacion unitaria lateral (mm)	Deformacion unitaria axial (mm)
0	0.000000	0.000000
100	0.000085	0.000339
200	0.000171	0.000678
300	0.000243	0.001103
400	0.000315	0.001527
500	0.000387	0.001866
600	0.000459	0.002171
700	0.000591	0.002459
800	0.000722	0.002799
900	0.000886	0.003189
1000	0.000984	0.003647
1100	0.001640	0.004580
1150	0.003543	0.006666
1000	0.003937	0.008057

P max	1150.00	kg
P40%	460.00	kg
εa2	0.001730	
εl1	0.000013	
εl2	0.000358	
v	0.2058	



P max: Carga Maxima

P 40%: Carga al 40 % de la carga máxima.

εa2: Deformacion unitaria axial producida por P40%

εl1: Deformacion unitaria lateral para una deformacion unitaria axial de 0.000050

εl2: Deformacion unitaria lateral producida por P40%

v: Modulo de Poisson

MODULO DE POISSON

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM C469-02

Cilindro N°: C2
Procedencia: Yucay
Fecha: 13/08/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

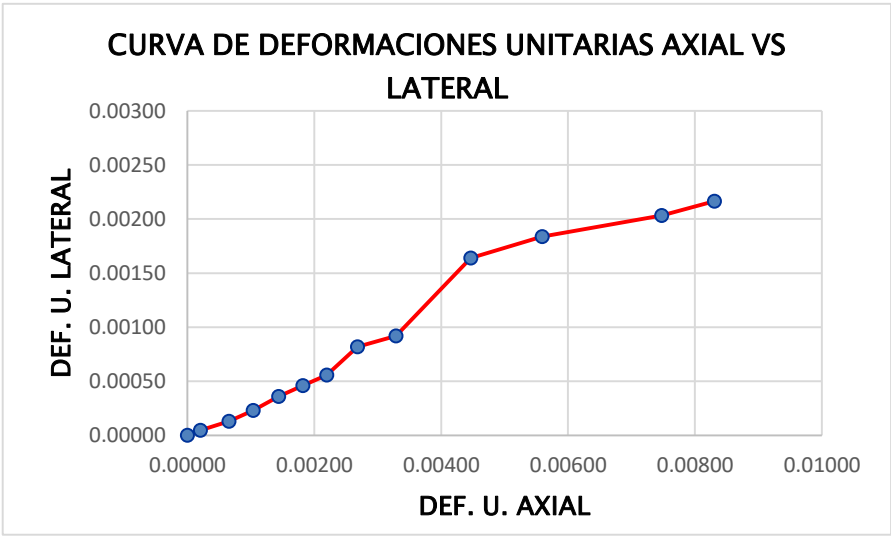
Dimensiones de la pila:

Diametro (mm)	76.2
Altura (mm)	146.75

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Carga (kg)	Deformacion unitaria lateral (mm)	Deformacion unitaria axial (mm)
0	0.00000	0.00000
100	0.00005	0.00021
200	0.00013	0.00066
300	0.00023	0.00104
400	0.00036	0.00144
500	0.00046	0.00182
600	0.00056	0.00220
700	0.00082	0.00268
800	0.00092	0.00329
900	0.00164	0.00447
950	0.00184	0.00559
944	0.00203	0.00748
850	0.00217	0.00831

P max	950.00	kg
P40%	380.00	kg
εa2	0.001357	
εl1	0.000011	
εl2	0.000335	
v	0.2476	



P max: Carga Maxima
P 40%: Carga al 40 % de la carga máxima.
εa2: Deformacion unitaria axial producida por P40%
εl1: Deformacion unitaria lateral para una deformacion unitaria axial de 0.000050
εl2: Deformacion unitaria lateral producida por P40%
v: Modulo de Poisson

MODULO DE POISSON

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM C469-02

Cilindro N°: C3

Procedencia: Yucay

Fecha: 13/08/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:

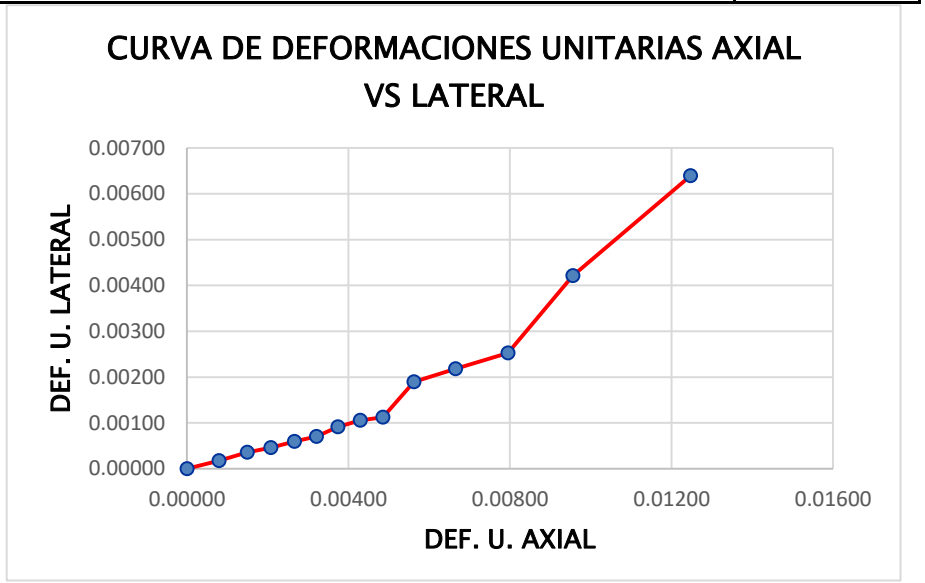
Diametro (mm) 71.2

Altura (mm) 152.75

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Carga (kg)	Deformacion unitaria lateral (mm)	Deformacion unitaria axial (mm)
0	0.00000	0.00000
100	0.00018	0.00080
200	0.00036	0.00150
300	0.00046	0.00208
400	0.00060	0.00266
500	0.00070	0.00321
600	0.00091	0.00374
700	0.00105	0.00429
800	0.00112	0.00486
900	0.00190	0.00562
960	0.00218	0.00665
1000	0.00253	0.00795
1100	0.00421	0.00956
1150	0.00639	0.01247

P max	1150.00	kg
P40%	460.00	kg
εa2	0.002990	
εl1	0.000011	
εl2	0.000660	
v	0.2208	



P max: Carga Maxima

P 40%: Carga al 40 % de la carga máxima.

εa2: Deformacion unitaria axial producida por P40%

εl1: Deformacion unitaria lateral para una deformacion unitaria axial de 0.000050

εl2: Deformacion unitaria lateral producida por P40%

v: Modulo de Poisson

MODULO DE POISSON

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM C469-02

Cilindro N°: C4

Procedencia: Yucay

Fecha: 13/08/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:

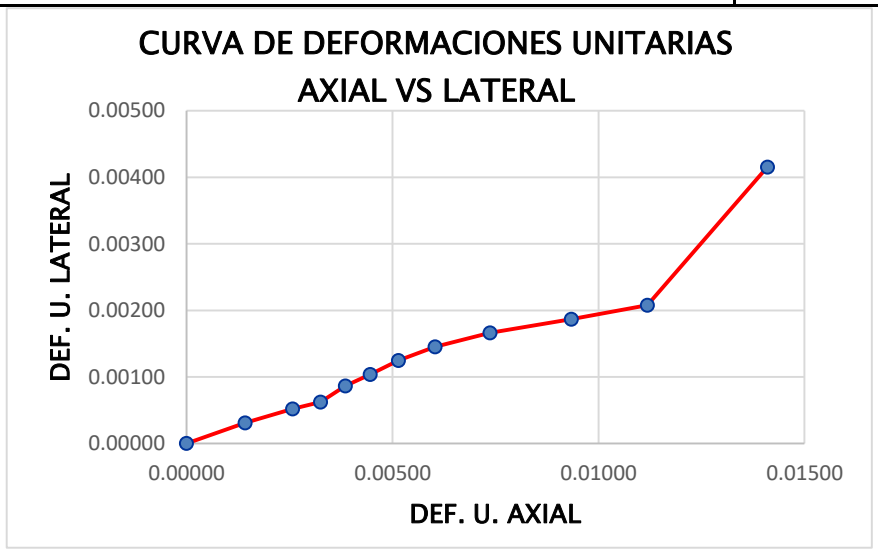
Diametro (mm) 72.2

Altura (mm) 148.25

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Carga (kg)	Deformacion unitaria lateral (mm)	Deformacion unitaria axial (mm)
0	0.00000	0.00000
100	0.00031	0.00142
200	0.00052	0.00257
300	0.00062	0.00326
400	0.00087	0.00385
500	0.00104	0.00445
600	0.00125	0.00514
700	0.00145	0.00603
800	0.00166	0.00737
900	0.00187	0.00934
940	0.00208	0.01119
900	0.00416	0.01410

P max	940.00	kg
P40%	376.00	kg
εa2	0.003711	
εl1	0.000011	
εl2	0.000824	
v	0.2221	



P max: Carga Maxima
P 40%: Carga al 40 % de la carga máxima.
εa2: Deformacion unitaria axial producida por P40%
εl1: Deformacion unitaria lateral para una deformacion unitaria axial de 0.000050
εl2: Deformacion unitaria lateral producida por P40%
v: Modulo de Poisson

MODULO DE POISSON

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM C469-02

Cilindro N°: C5

Procedencia: Yucay

Fecha: 13/08/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

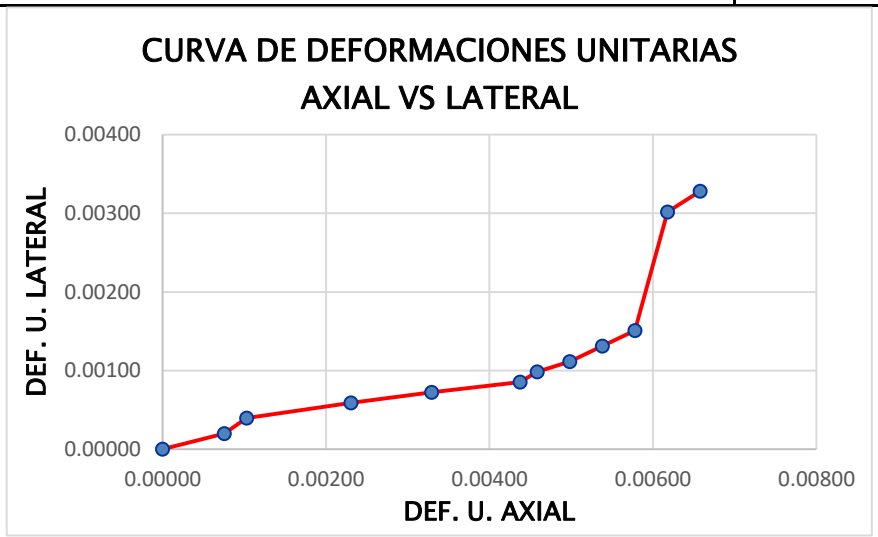
Dimensiones de la pila:

Diametro (mm)	76.2
Altura (mm)	159.25

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Carga (kg)	Deformacion unitaria lateral (mm)	Deformacion unitaria axial (mm)
0	0.00000	0.00000
100	0.00020	0.00076
200	0.00039	0.00103
300	0.00059	0.00230
400	0.00072	0.00329
500	0.00085	0.00438
600	0.00098	0.00458
700	0.00112	0.00498
800	0.00131	0.00538
900	0.00151	0.00578
970	0.00302	0.00618
850	0.00328	0.00658

P max	970.00	kg
P40%	388.00	kg
εa2	0.003161	
εl1	0.000013	
εl2	0.000706	
v	0.2227	



P max: Carga Maxima
P 40%: Carga al 40 % de la carga máxima.
εa2: Deformacion unitaria axial producida por P40%
εl1: Deformacion unitaria lateral para una deformacion unitaria axial de 0.000050
εl2: Deformacion unitaria lateral producida por P40%
v: Modulo de Poisson

MODULO DE POISSON

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: ASTM C469-02

Cilindro N°: C6

Procedencia: Yucay

Fecha: 13/08/2024

DATOS PARA EL ENSAYO

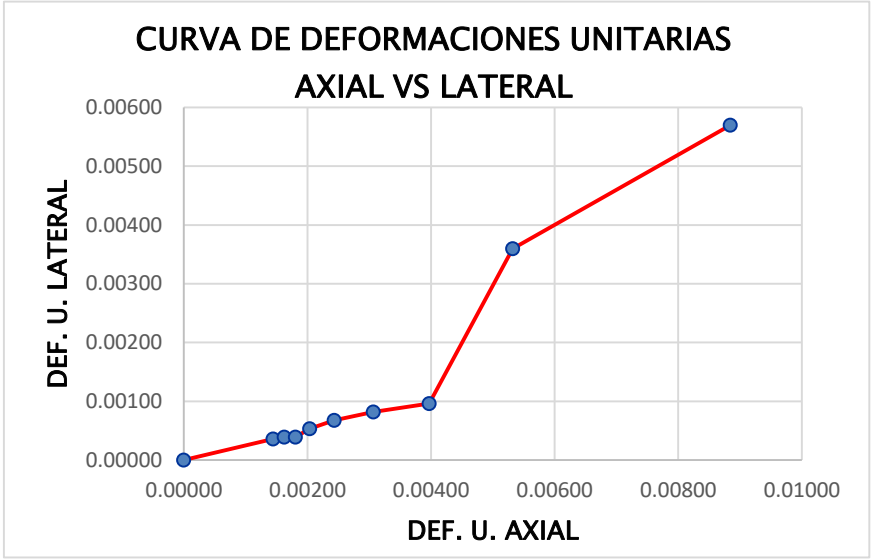
Dimensiones de la pila:

Diametro (mm)	70.2
Altura (mm)	140.75

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Carga (kg)	Deformacion unitaria lateral (mm)	Deformacion unitaria axial (mm)
0	0.00000	0.00000
100	0.00036	0.00144
200	0.00039	0.00162
300	0.00039	0.00180
400	0.00053	0.00204
500	0.00068	0.00244
600	0.00082	0.00307
700	0.00096	0.00397
750	0.00360	0.00532
600	0.00570	0.00884

P max	750.00	kg
P40%	300.00	kg
εa2	0.001642	
εl1	0.000012	
εl2	0.000392	
v	0.2383	



P max: Carga Maxima
P 40%: Carga al 40 % de la carga máxima.
εa2: Deformacion unitaria axial producida por P40%
εl1: Deformacion unitaria lateral para una deformacion unitaria axial de 0.000050
εl2: Deformacion unitaria lateral producida por P40%
v: Modulo de Poisson

ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS DE ADOBE

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Pila N°: P1
Procedencia: Yucay
Fecha: 3/06/2024

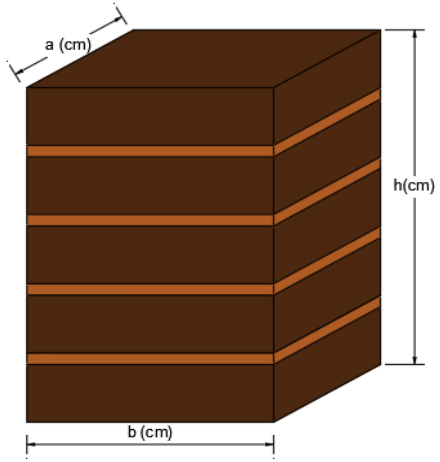
Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:	a (cm)	16	b (cm)	32	h (cm)	50.6
Distancia entre topes:	L (cm)	44.2				

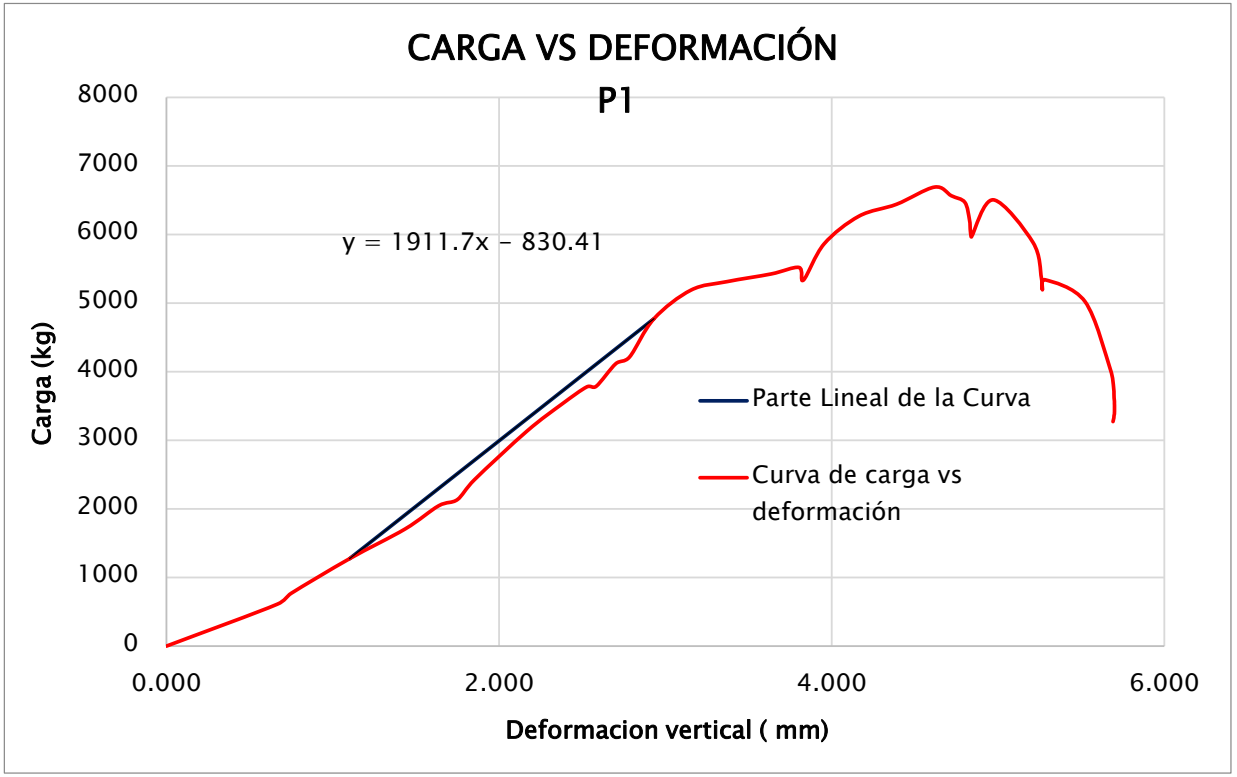
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0.000	0.000	0
0.667	611.388	5994
0.750	768.468	7534
1.101	1273.980	12490
1.436	1708.398	16749
1.636	2044.896	20048
1.750	2137.716	20958
1.852	2426.580	23790
2.169	3136.704	30752
2.380	3531.546	34623
2.527	3778.794	37047
2.584	3788.586	37143
2.702	4117.026	40363
2.785	4215.864	41332
2.932	4773.906	46803
3.154	5190.474	50887
3.372	5314.506	52103
3.636	5425.584	53192
3.803	5520.852	54126
3.830	5337.660	52330
3.954	5864.286	57493
4.164	6268.002	61451
4.390	6442.218	63159
4.618	6692.526	65613



FALLA EN LA PILA N° 1

4.720	6566.148	64374
4.800	6470.676	63438
4.828	6216.084	60942
4.833	6069.306	59503
4.837	5987.706	58703
4.840	5967.510	58505
4.972	6506.580	63790
5.210	5884.788	57694
5.261	5363.160	52580
5.267	5194.350	50925
5.283	5341.128	52364
5.523	5022.888	49244
5.676	4030.122	39511
5.695	3776.244	37022
5.697	3677.100	36050
5.698	3616.410	35455
5.700	3572.856	35028
5.700	3539.400	34700
5.700	3511.758	34429
5.700	3488.502	34201
5.700	3472.284	34042
5.700	3453.516	33858
5.700	3436.278	33689
5.700	3418.734	33517
5.700	3399.864	33332
5.700	3381.912	33156
5.698	3364.980	32990
5.697	3349.272	32836
5.697	3334.380	32690
5.696	3319.896	32548
5.694	3306.024	32412
5.693	3292.050	32275
5.691	3273.486	32093



RESULTADOS OBTENIDOS

P max	6692.53	kg
Area	512.00	cm2
f'm	13.07	kg/cm2

P max	6692.53	**D**	4.62
P(20 %)	1338.51	**D(20 %)**	1.13
P(60 %)	4015.52	**D(60 %)**	2.53

P max: Carga Maxima
D: Deformacion
f 'm: Esfuerzo de compresión admisible de la pila (kg/cm2)
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima.

ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Pila N°: P2
Procedencia: Yucay
Fecha: 3/06/2024

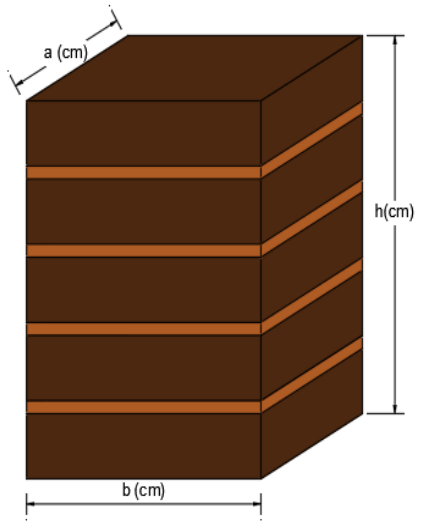
Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:	a (cm)	16.50	b (cm)	32	h (cm)	52.10
Distancia entre topes:	L (cm)	40.5				

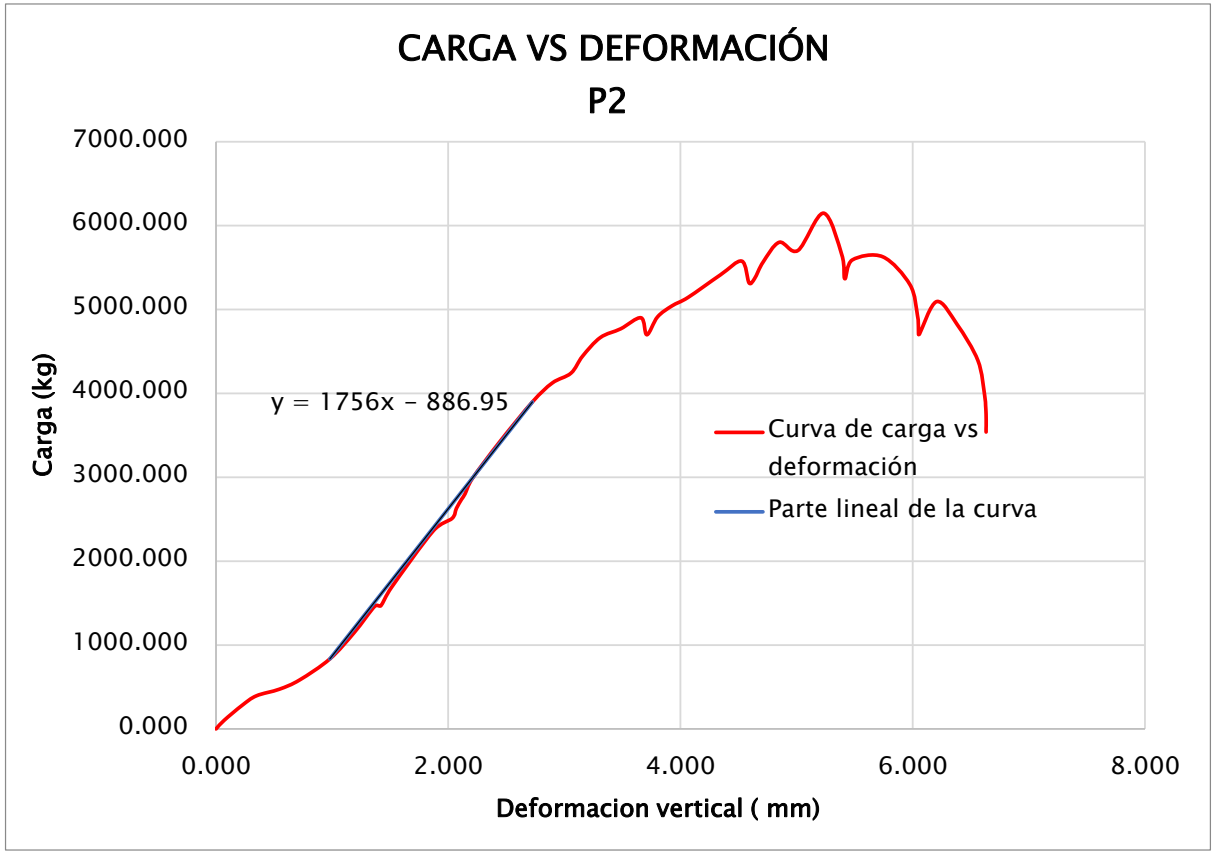
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0.000	0.000	0
0.071	103.224	1012
0.225	281.010	2755
0.348	394.842	3871
0.545	473.280	4640
0.720	583.644	5722
0.980	834.258	8179
1.191	1149.540	11270
1.369	1465.026	14363
1.420	1468.902	14401
1.511	1687.182	16541
1.873	2363.340	23170
2.033	2509.404	24602
2.070	2629.254	25777
2.114	2736.354	26827
2.144	2800.818	27459
2.207	2983.806	29253
2.444	3423.120	33560
2.725	3897.930	38215
2.896	4124.370	40435
3.058	4242.078	41589
3.156	4443.324	43562



FALLA EN LA PILA N° 2

3.309	4665.174	45737
3.485	4769.724	46762
3.660	4901.202	48051
3.710	4699.038	46069
3.802	4911.912	48156
3.926	5042.982	49441
4.065	5143.962	50431
4.343	5412.528	53064
4.528	5576.850	54675
4.591	5317.158	52129
4.638	5368.362	52631
4.711	5565.528	54564
4.850	5801.250	56875
5.012	5703.738	55919
5.232	6148.356	60278
5.390	5649.372	55386
5.415	5366.832	52616
5.480	5591.538	54819
5.742	5628.462	55181
5.977	5295.330	51915
6.041	4926.498	48299
6.049	4788.288	46944
6.050	4701.180	46090
6.058	4705.974	46137
6.207	5094.696	49948
6.382	4822.254	47277
6.562	4390.488	43044
6.619	3976.572	38986
6.628	3856.008	37804
6.631	3779.916	37058
6.632	3728.508	36554
6.632	3683.118	36109
6.632	3643.746	35723
6.632	3610.188	35394
6.632	3579.486	35093
6.632	3539.298	34699



RESULTADOS OBTENIDOS

P max	6148.36	kg
Area	528.00	cm2
fm	11.64	kg/cm2

P max	6148.36	**D**	5.23
P(20 %)	1229.67	**D(20 %)**	1.21
P(60 %)	3689.01	**D(60 %)**	2.61

P max: Carga Maxima
D: Deformacion
f 'm: Esfuerzo de compresión admisible de la pila (kg/cm2)
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Pila N°: P3

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

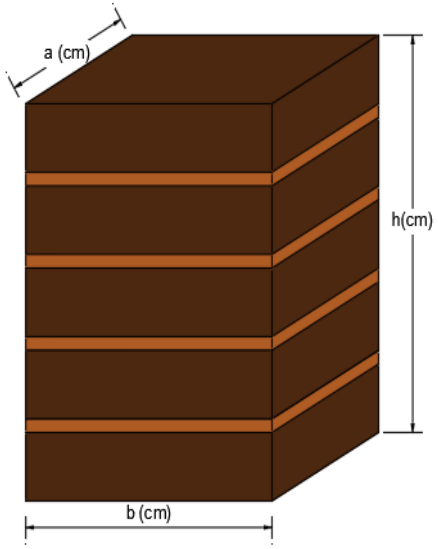
Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:	a (cm)	16.5	b (cm)	32.5	h (cm)	50.3
Distancia entre topes:	L (cm)	40.5				

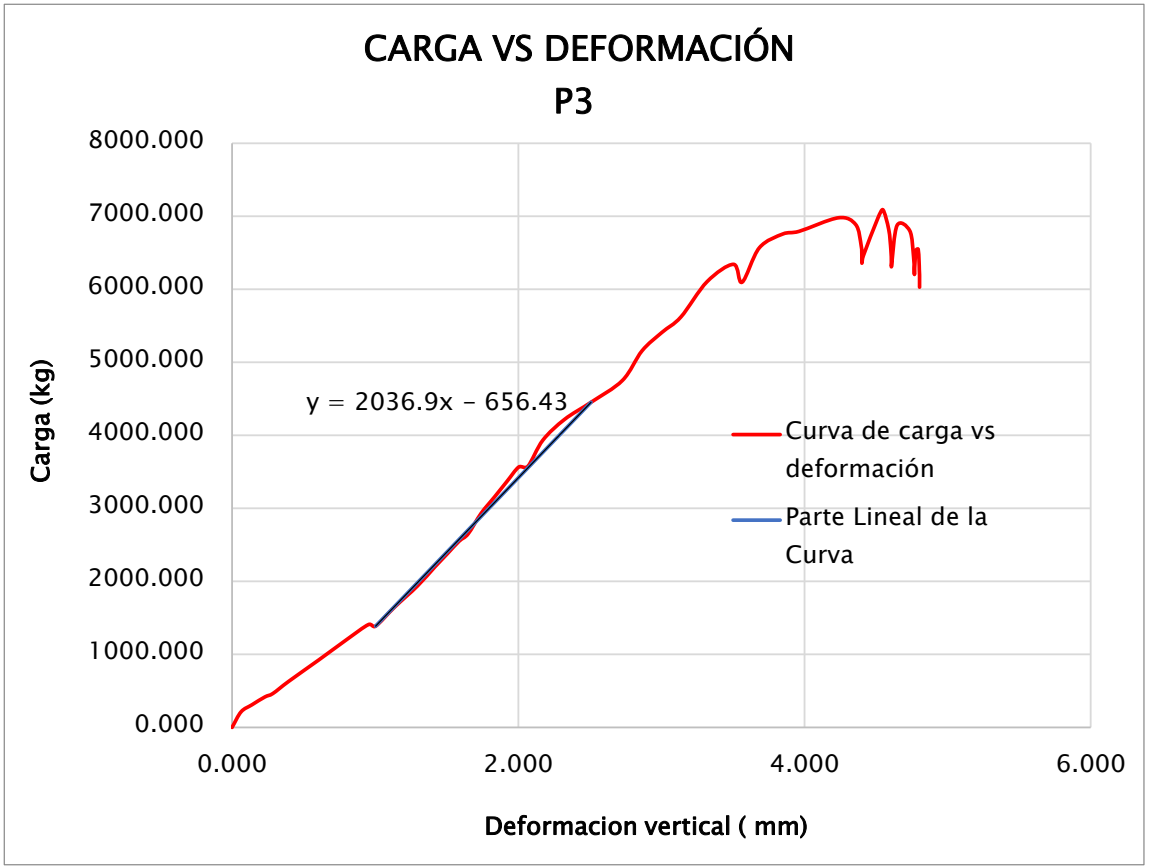
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0.000	0.000	0
0.063	214.098	2099
0.139	309.162	3031
0.230	417.690	4095
0.285	463.692	4546
0.396	631.482	6191
0.606	924.528	9064
0.802	1203.600	11800
0.954	1408.722	13811
1.003	1386.996	13598
1.138	1651.176	16188
1.295	1935.858	18979
1.417	2198.100	21550
1.506	2380.578	23339
1.587	2550.918	25009
1.650	2650.572	25986
1.740	2931.378	28739
1.835	3159.144	30972
1.921	3369.774	33037
2.004	3565.716	34958
2.068	3576.834	35067
2.172	3933.936	38568
2.323	4218.312	41356
2.508	4453.116	43658
2.728	4752.996	46598



FALLA EN LA PILA N° 3

2.865	5157.834	50567
3.004	5409.876	53038
3.137	5621.424	55112
3.320	6105.720	59860
3.504	6342.258	62179
3.564	6097.662	59781
3.685	6569.514	64407
3.850	6758.520	66260
3.961	6793.506	66603
4.238	6980.064	68432
4.358	6885.816	67508
4.396	6600.420	64710
4.401	6443.238	63169
4.401	6357.660	62330
4.411	6458.946	63323
4.514	6981.492	68446
4.548	7089.408	69504
4.589	6819.516	66858
4.604	6538.404	64102
4.607	6391.218	62659
4.607	6307.986	61843
4.608	6315.534	61917
4.647	6875.718	67409
4.736	6801.360	66680
4.762	6449.052	63226
4.766	6288.300	61650
4.769	6203.334	60817
4.770	6304.008	61804
4.780	6533.406	64053
4.795	6549.522	64211
4.801	6383.058	62579
4.803	6271.062	61481
4.804	6198.744	60772
4.804	6144.684	60242
4.804	6101.436	59818
4.804	6064.104	59452
4.804	6029.424	59112



RESULTADOS OBTENIDOS

P max	7089.41	kg	P max: Carga Maxima
Area	536.25	cm2	D: Deformacion
fm	13.22	kg/cm2	f 'm: Esfuerzo de compresión admisible de la pila (kg/cm2)
			P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P max	7089.41	**D** 4.55	P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
P(20 %)	1417.88	**D(20 %)** 1.02	D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %)	4253.64	**D(60 %)** 2.41	D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS DE ADOBE

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Pila N°: P4

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

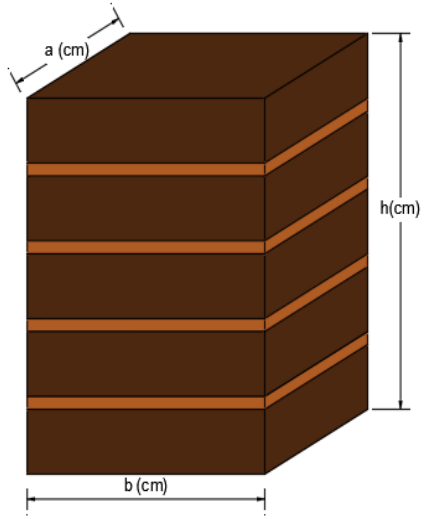
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:	a (cm)	16.5	b (cm)	31.6	h (cm)	50
Distancia entre topes:	L (cm)	41				

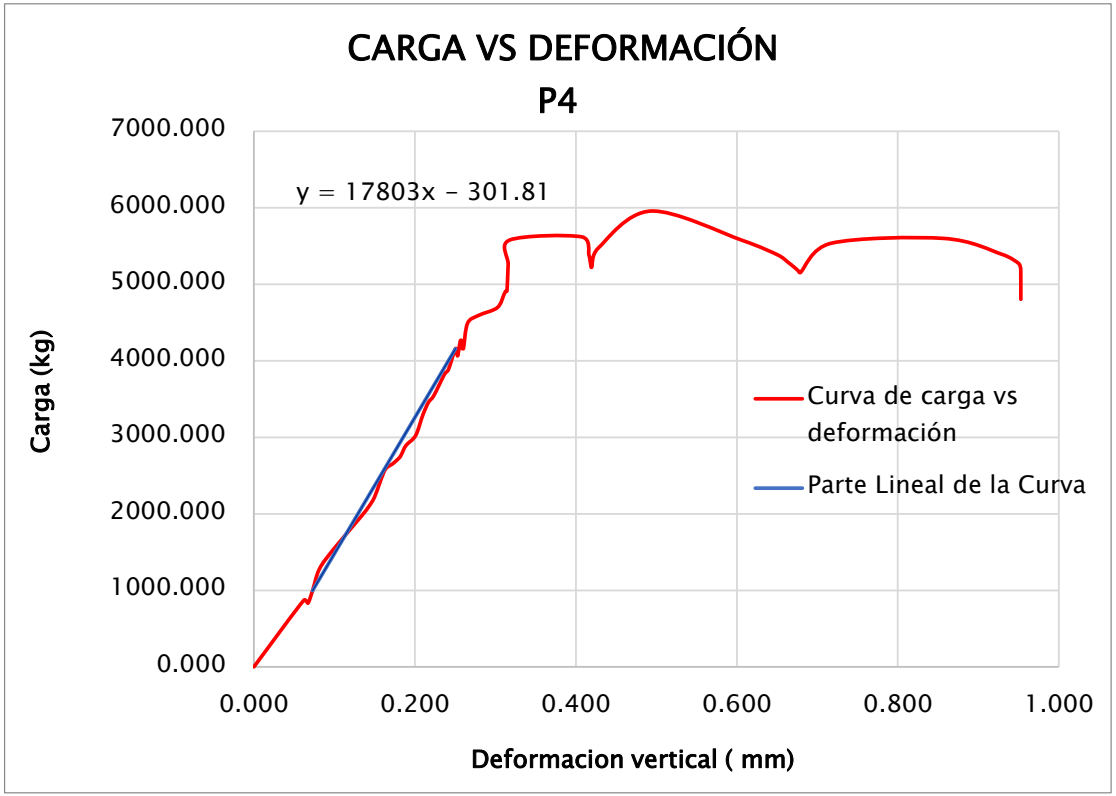
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0.000	0.000	0
0.062	871.568	6584
0.067	831.646	7173
0.073	996.212	7806
0.081	1279.036	8618
0.099	1539.992	10196
0.134	1971.288	13444
0.143	2097.564	14682
0.150	2224.860	15930
0.163	2570.374	18337
0.173	2654.892	20146
0.181	2730.678	20889
0.184	2781.882	21391
0.189	2894.286	22493
0.201	3024.704	24752
0.210	3289.088	27344
0.217	3457.694	28997
0.223	3542.660	29830
0.237	3823.160	32580
0.242	3886.604	33202
0.250	4157.414	35857
0.253	4064.514	36907



FALLA EN LA PILA N° 4

0.254	4134.690	37595
0.257	4262.190	38845
0.258	4266.944	39872
0.259	4159.152	40776
0.260	4160.988	40794
0.265	4489.428	44014
0.279	4591.428	45014
0.302	4694.856	46028
0.311	4871.520	47760
0.313	4908.546	48123
0.314	4914.564	48182
0.316	5257.488	51544
0.318	5580.012	54706
0.407	5619.588	55094
0.416	5383.866	52783
0.418	5281.866	51783
0.420	5226.786	51243
0.428	5471.892	53646
0.493	5957.106	58403
0.607	5571.648	54624
0.651	5380.398	52749
0.663	5289.822	51861
0.671	5221.992	51196
0.676	5177.928	50764
0.679	5154.468	50534
0.717	5536.152	54276
0.857	5599.698	54899
0.930	5389.272	52836
0.950	5277.378	51739
0.952	5215.158	51129
0.953	5172.114	50707
0.953	4804.302	47101



RESULTADOS OBTENIDOS

P max	5957.11	kg		P max: Carga Maxima
Area	521.40	cm2		D: Deformacion
fm	11.43	kg/cm2		f 'm: Esfuerzo de compresión admisible de la pila (kg/cm2)
				P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P max	5957.11	**D**	0.49	P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
P(20 %)	1191.42	**D(20 %)**	0.08	D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %)	3574.26	**D(60 %)**	0.22	D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS DE ADOBE

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: E.080

Pila N°: P5

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

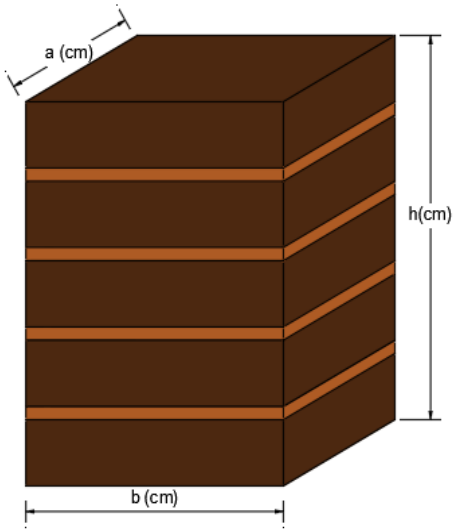
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:	a (cm)	16.6	b (cm)	32.3	h (cm)	50.5
Distancia entre topes:	L (cm)	40.5				

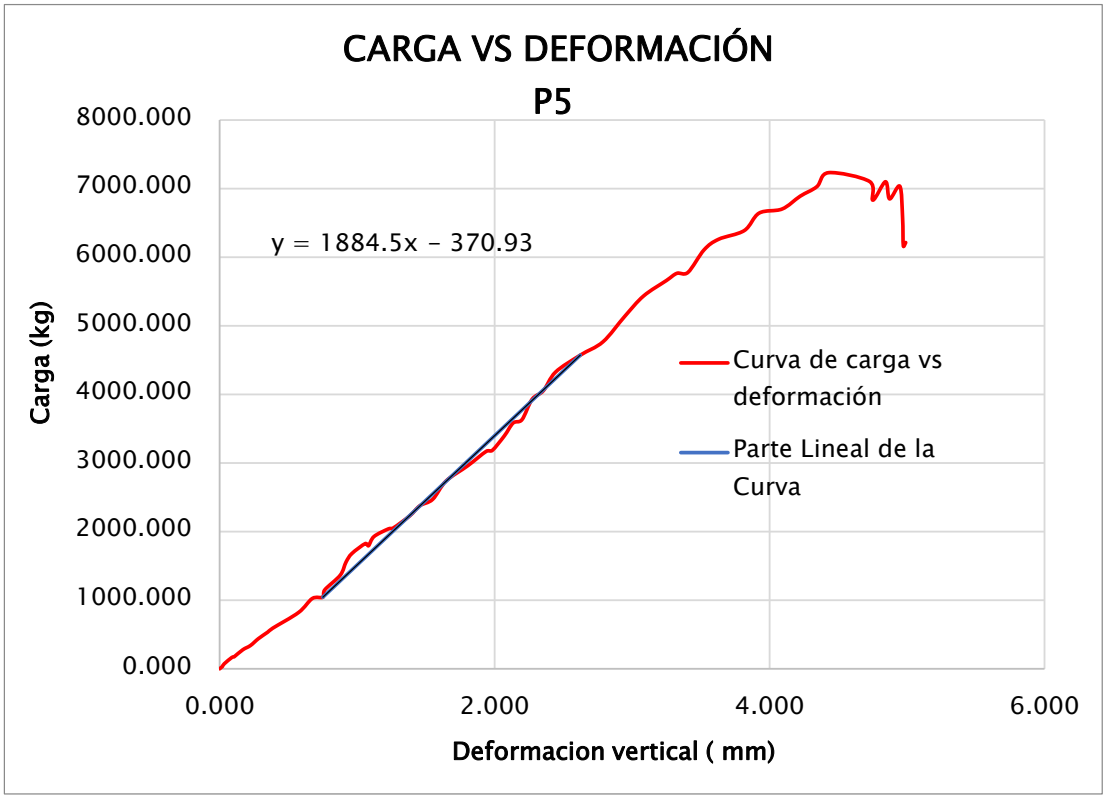
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0.000	0.000	0
0.020	34.068	334
0.021	36.108	354
0.034	73.236	718
0.089	165.444	1622
0.102	174.216	1708
0.106	174.930	1715
0.169	278.358	2729
0.224	339.252	3326
0.282	439.314	4307
0.349	533.256	5228
0.386	592.314	5807
0.575	822.120	8060
0.674	1025.140	9070
0.751	1044.418	9259
0.765	1151.660	9330
0.878	1365.860	11430
0.920	1556.884	11342
0.962	1680.610	12555
1.060	1825.858	13979
1.083	1794.238	13669
1.123	1928.368	14984
1.227	2039.344	16072



FALLA EN LA PILA N° 5

1.265	2055.358	16229
1.382	2228.350	17925
1.457	2377.372	19386
1.550	2470.702	20301
1.647	2736.922	22911
1.805	2961.220	25110
1.939	3170.116	27158
1.983	3184.600	27300
2.070	3394.210	29355
2.135	3583.522	31211
2.199	3631.972	31686
2.273	3928.894	34597
2.355	4054.456	35828
2.443	4324.634	38967
2.623	4572.230	42865
2.788	4766.766	46733
2.947	5138.046	50373
3.084	5434.968	53284
3.250	5660.898	55499
3.326	5765.448	56524
3.406	5778.504	56652
3.524	6108.678	59889
3.629	6261.984	61392
3.817	6389.484	62642
3.924	6643.566	65133
4.091	6703.134	65717
4.222	6889.284	67542
4.344	7028.820	68910
4.430	7232.820	70910
4.728	7104.504	69652
4.752	6832.674	66987
4.844	7100.628	69614
4.873	6850.320	67160
4.948	7034.634	68967
4.968	6573.288	64444
4.973	6163.656	60428
4.990	6214.860	60930



RESULTADOS OBTENIDOS

P max	7232.82	kg			P max: Carga Maxima
Area	536.18	cm2			D: Deformacion
fm	13.49	kg/cm2			f 'm: Esfuerzo de compresión admisible de la pila (kg/cm2)
					P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P max	7232.82		**D**	4.43	P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
P(20 %)	1446.56		**D(20 %)**	0.96	D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %)	4339.69		**D(60 %)**	2.50	D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Pila N°: P6

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

Integrantes:

Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose

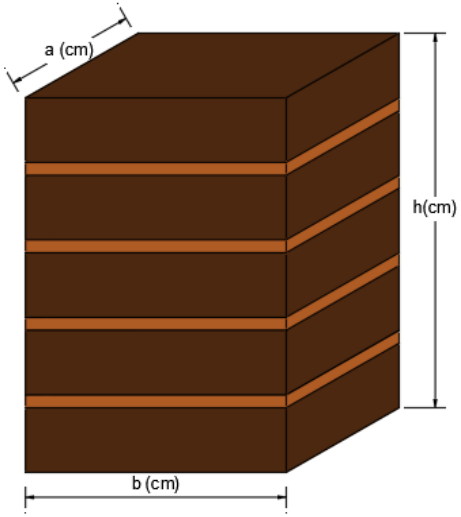
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO

Dimensiones de la pila:	a (cm)	16.3	b (cm)	32.4	h (cm)	51.2
Distancia entre topes:	L (cm)	40.6				

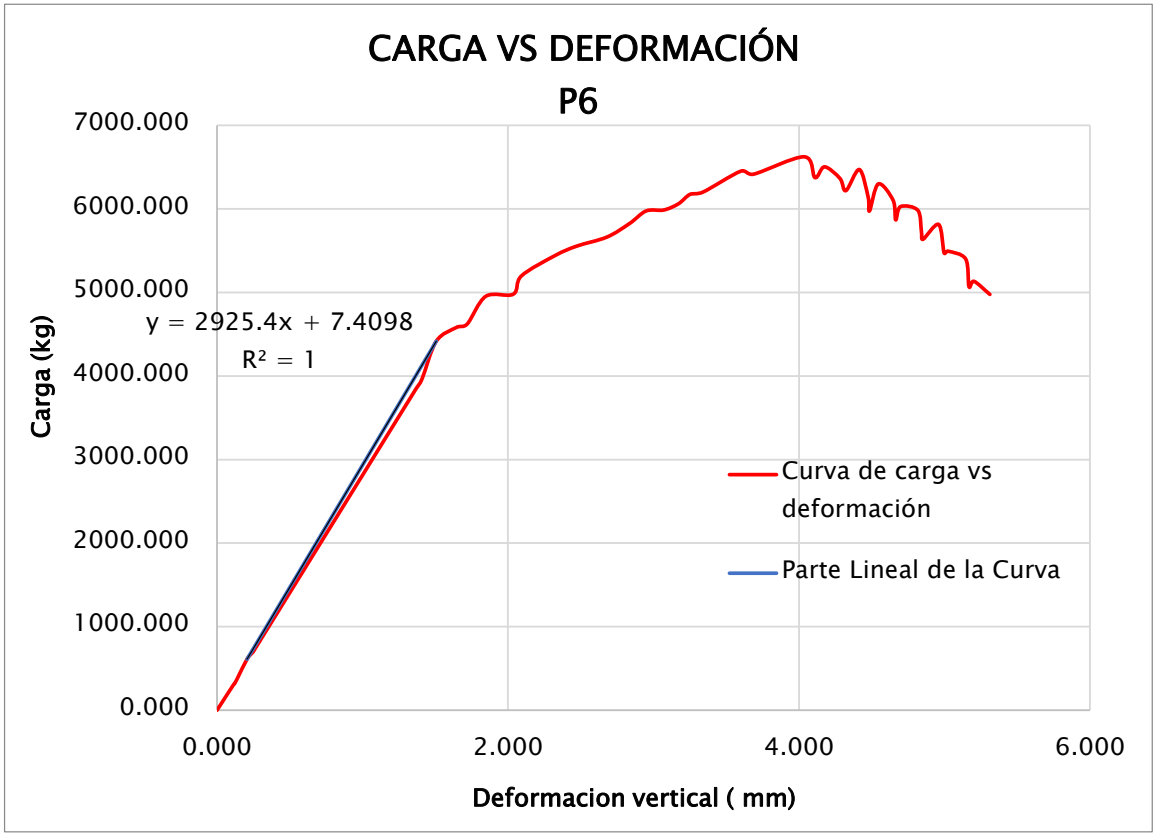
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0.000	0.000	0
0.116	311.610	3055
0.120	314.568	3084
0.140	382.704	3752
0.206	610.266	5983
0.248	698.400	7404
0.252	710.100	7433
0.254	713.700	7446
0.305	858.600	9787
0.368	1034.100	12588
0.377	1059.300	12786
0.423	1190.700	15739
0.478	1343.700	18509
0.526	1479.600	20829
0.595	1672.200	22508
0.687	1932.300	25418
0.784	2205.000	27703
0.839	2359.800	28525
0.932	2621.700	31124
1.001	2816.100	31311
1.116	3138.300	34780
1.261	3547.800	38069
1.366	3841.200	39318
1.408	3960.900	39846



FALLA EN LA PILA N° 6

1.507	4416.498	43299
1.645	4581.126	44913
1.720	4622.130	45315
1.848	4954.140	48570
2.036	4979.436	48818
2.093	5199.246	50973
2.324	5441.904	53352
2.471	5553.492	54446
2.681	5663.754	55527
2.837	5826.954	57127
2.950	5975.772	58586
3.071	5986.890	58695
3.172	6061.554	59427
3.251	6173.856	60528
3.340	6201.396	60798
3.601	6452.316	63258
3.688	6415.800	62900
4.036	6623.574	64937
4.110	6375.204	62502
4.176	6503.622	63761
4.282	6365.004	62402
4.323	6219.042	60971
4.415	6471.084	63442
4.476	6141.828	60214
4.485	5976.384	58592
4.546	6299.520	61760
4.647	6103.374	59837
4.665	5868.570	57535
4.698	6027.792	59096
4.817	5982.402	58651
4.842	5726.586	56143
4.852	5636.316	55258
4.960	5814.102	57001
4.998	5472.606	53653
5.024	5494.026	53863
5.146	5400.390	52945
5.169	5068.482	49691
5.203	5133.048	50324
5.312	4976.376	48788



RESULTADOS OBTENIDOS

P max	6623.57	kg
Area	528.12	cm2
fm	12.54	kg/cm2

P max	6623.57	**D**	4.04
P(20 %)	1324.71	**D(20 %)**	0.45
P(60 %)	3974.14	**D(60 %)**	1.36

P max: Carga Maxima
D: Deformacion
f 'm: Esfuerzo de compresión admisible de la pila (kg/cm2)
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 399.621 y E.080

Murete N°:	M1
Procedencia:	Yucay
Fecha:	3/06/2024

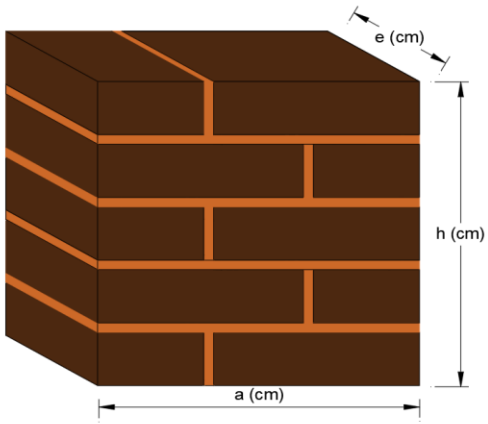
DATOS PARA EL ENSAYO

ensiones de la pila:

a	50.2	cm
e	15.8	cm
h	50.3	cm

Distancia entre topes:

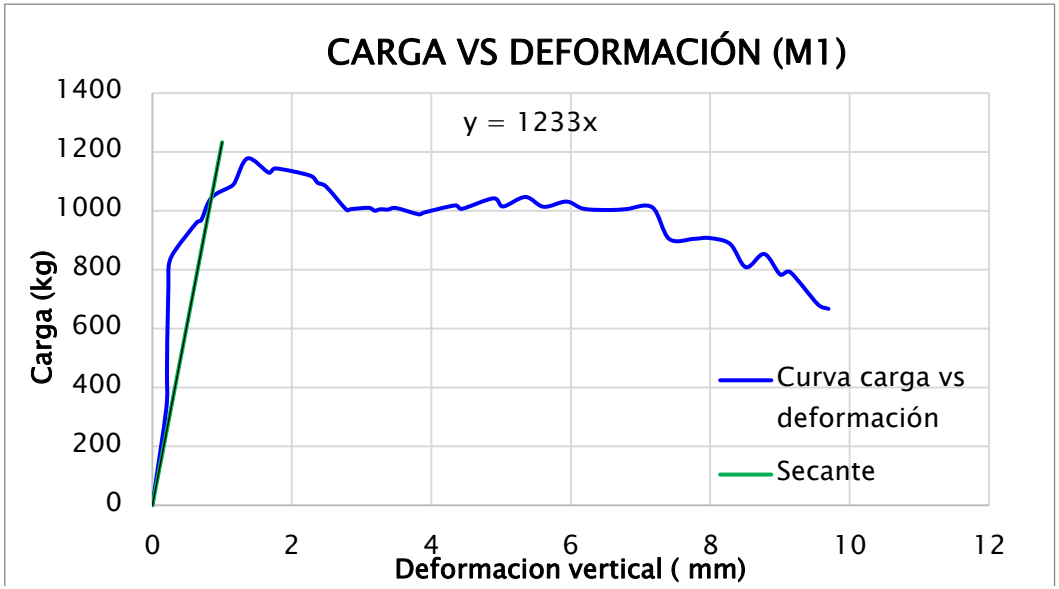
l	30	cm



Falla del Murete N°1

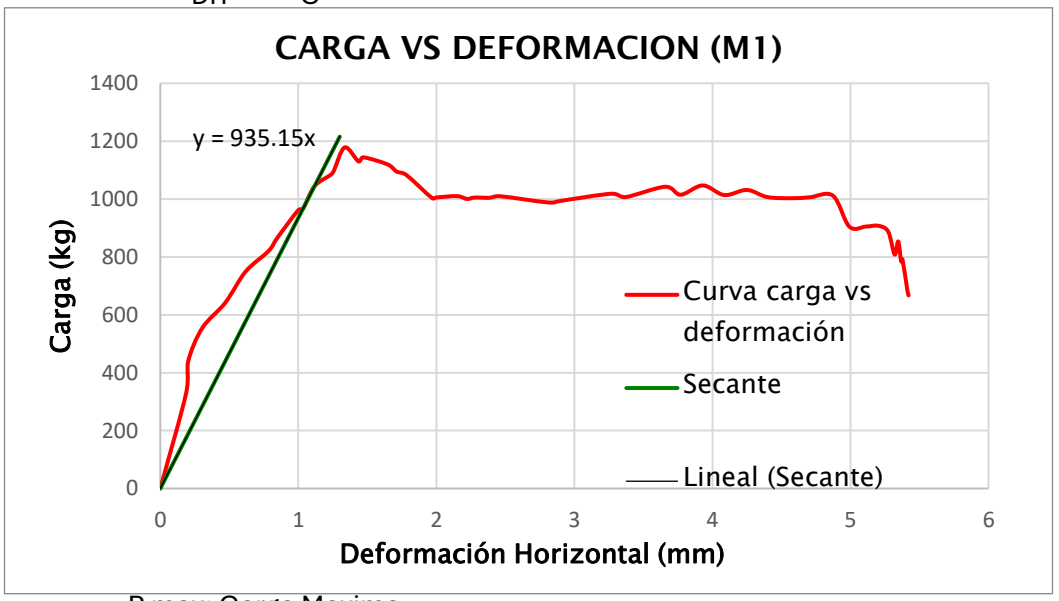
DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Deformacion Horizontal (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0	0	0	0
0.2	0.187	329.256	3228
0.209	0.202	439.496	2348
0.213	0.304	554.45	3475
0.221	0.471	641.966	4333
0.23	0.618	749.372	5386
0.239	0.784	820.466	6083
0.334	0.851	868.304	6552
0.638	0.998	960.818	7459
0.701	1.036	968.366	7533
0.847	1.117	1044.56	8280
1.134	1.235	1083.83	8665
1.185	1.257	1097.6	8800
1.367	1.336	1178.486	9593
1.669	1.436	1129.934	9117
1.769	1.473	1144.112	9256
2.265	1.647	1119.53	9015



2.371	1.712	1094.948	8774
2.488	1.782	1083.32	8660
2.785	1.969	1003.352	7876
2.84	2.001	1005.596	7898
3.104	2.15	1010.186	7943
3.188	2.222	1000.496	7848
3.266	2.277	1005.29	7895
3.38	2.386	1004.474	7887
3.488	2.459	1009.982	7941
3.823	2.813	988.154	7727
3.9	2.911	994.58	7790
4.342	3.268	1018.448	8024
4.44	3.372	1006.922	7911
4.893	3.658	1042.52	8260
5.029	3.77	1014.98	7990
5.349	3.93	1047.11	8305
5.612	4.086	1013.858	7979
5.939	4.25	1031.504	8152
6.186	4.396	1007.024	7912
6.577	4.578	1002.944	7872
6.803	4.706	1006.208	7904
7.171	4.873	1011.716	7958
7.412	4.992	904.616	6908
7.765	5.111	904.922	6911
7.987	5.201	907.676	6938
8.285	5.273	887.684	6742
8.512	5.32	808.43	5965
8.775	5.346	853.514	6407
9.004	5.367	783.644	5722
9.149	5.377	791.498	5799
9.546	5.413	681.848	4724
9.696	5.421	667.262	4581

DH C



P max: Carga Maxima
D: Deformacion
ft: Esfuerzo de corte
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

RESULTADOS OBTENIDOS

P max	1178.486	Kg
Area(cm2)	1587.58	cm2
ft(kg/cm2)	0.74	kg/cm2

Deformacion vertical

P max	1178.49	D	1.37
P(20 %)	235.70	D(20 %)	0.19
P(60 %)	707.09	D(60 %)	0.57

Deformacion horizontal

P max	1178.49	D	1.34
P(20 %)	235.70	D(20 %)	0.25
P(60 %)	707.09	D(60 %)	0.76

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

eferencia: E.080

Murete N°: M2

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

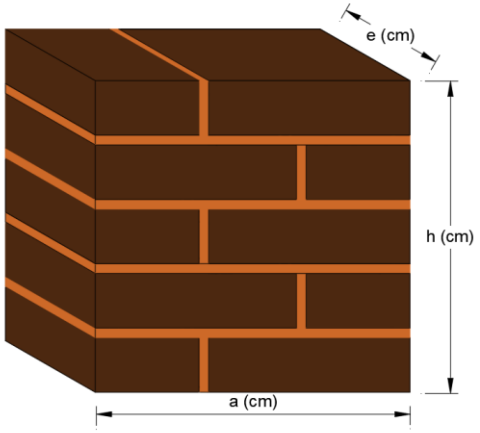
DATOS PARA EL ENSAYO

ensiones de la pila:

a	50.3	cm
e	16.4	cm
h	50.7	cm

tancia entre topes:

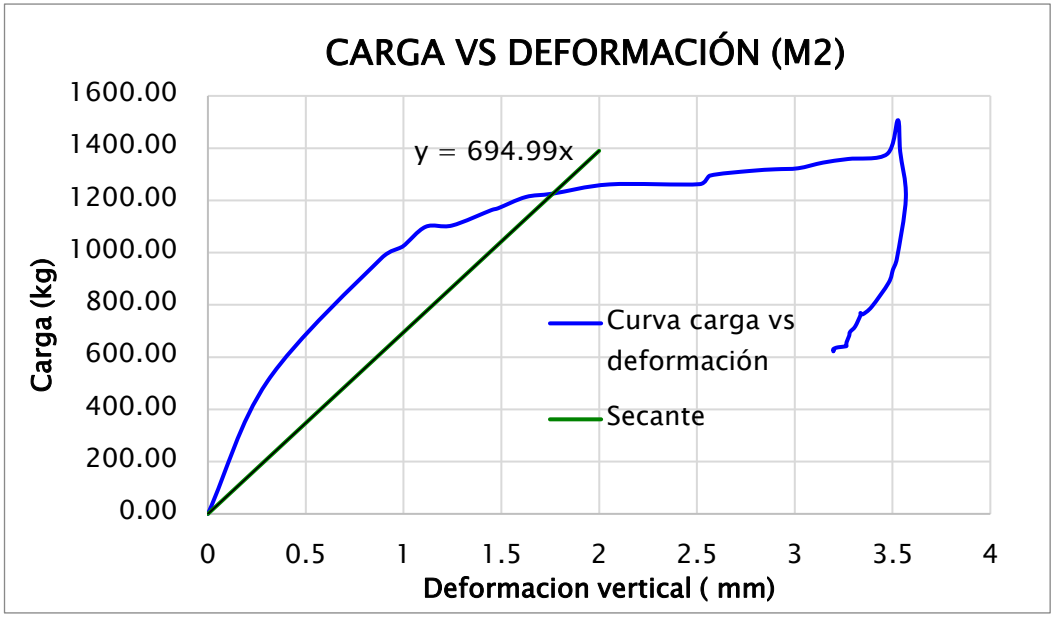
l	30	cm



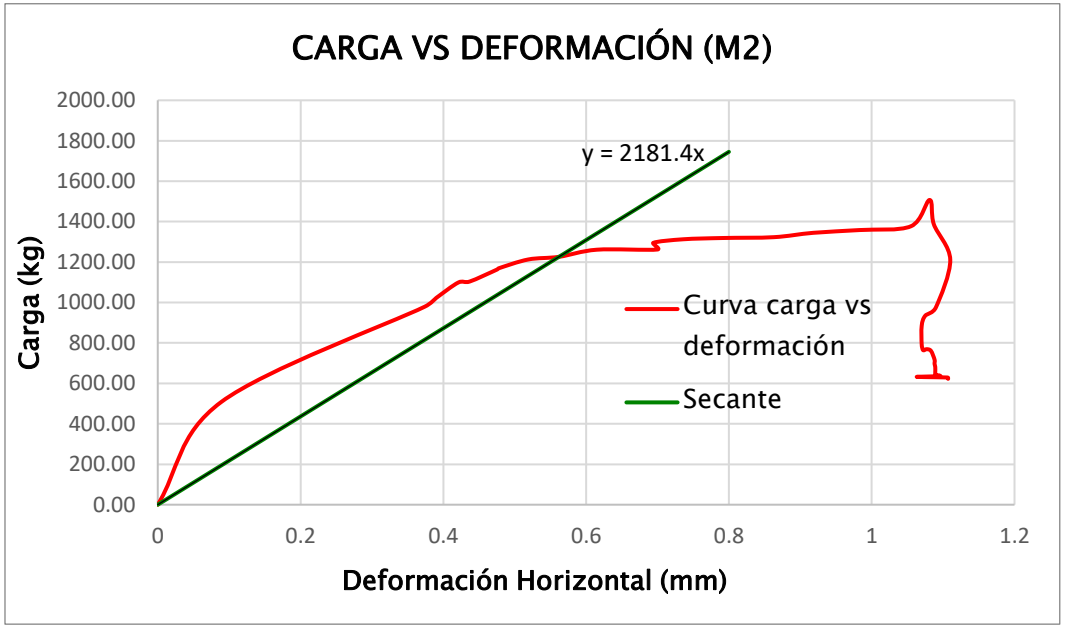
Falla del Murete N°2

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Deformacion Horizontal (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0	0	0.00	0
0.305	0.089	508.12	962
0.888	0.374	979.46	5779
0.994	0.39	1022.50	6201
1.113	0.421	1098.88	7342
1.248	0.437	1103.78	7390
1.449	0.475	1162.74	7968
1.483	0.478	1169.67	8036
1.625	0.519	1212.90	8950
1.764	0.562	1225.96	9078
2.053	0.615	1261.15	9423
2.514	0.7	1262.17	9433
2.567	0.694	1294.91	9754
2.77	0.736	1312.66	9928
2.902	0.792	1319.08	9991
3.018	0.863	1323.06	10030
3.145	0.918	1344.68	10242



3.272	0.983	1358.35	10376
3.472	1.055	1377.22	10561
3.527	1.081	1507.05	9873
3.539	1.087	1386.85	9675
3.568	1.11	1211.17	8933
3.522	1.09	976.46	6632
3.502	1.075	934.85	6224
3.48	1.07	884.77	5733
3.393	1.07	792.35	4827
3.348	1.072	764.20	4551
3.336	1.077	769.10	4599
3.336	1.083	760.63	4516
3.309	1.088	717.38	4092
3.283	1.088	696.47	3887
3.278	1.089	681.17	3737
3.265	1.089	657.00	3500
3.264	1.089	646.60	3398
3.263	1.089	641.70	3350
3.222	1.096	637.72	3311
3.207	1.086	634.66	3281
3.2	1.063	632.21	3257
3.197	1.089	630.38	3239
3.197	1.106	629.05	3226
3.198	1.107	627.73	3213
3.198	1.107	626.40	3200
3.198	1.107	625.79	3194
3.197	1.107	625.79	3194
3.198	1.107	624.36	3180
3.198	1.107	622.52	3162
3.197	1.107	622.42	3161



P max: Carga Maxima
D: Deformacion
ft: Esfuerzo de corte
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

RESULTADOS OBTENIDOS

P max	1507.05	Kg
Area(cm2)	1649.03	cm2
ft(kg/cm2)	0.91	kg/cm2

Deformacion vertical

P max	1507.05	D	3.53
P(20 %)	301.41	D(20 %)	0.43
P(60 %)	904.23	D(60 %)	1.30

Deformacion horizontal

P max	1507.05	D	1.08
P(20 %)	301.41	D(20 %)	0.14
P(60 %)	904.23	D(60 %)	0.41

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

eferencia: E.080

Murete N°: M3

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

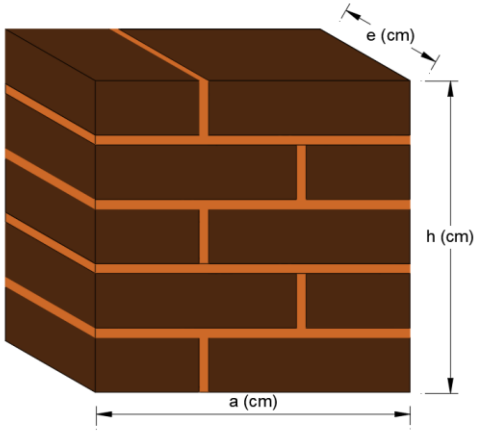
DATOS PARA EL ENSAYO

ensiones de la pila:

a	50.1	cm
e	16.7	cm
h	50.4	cm

tancia entre topes:

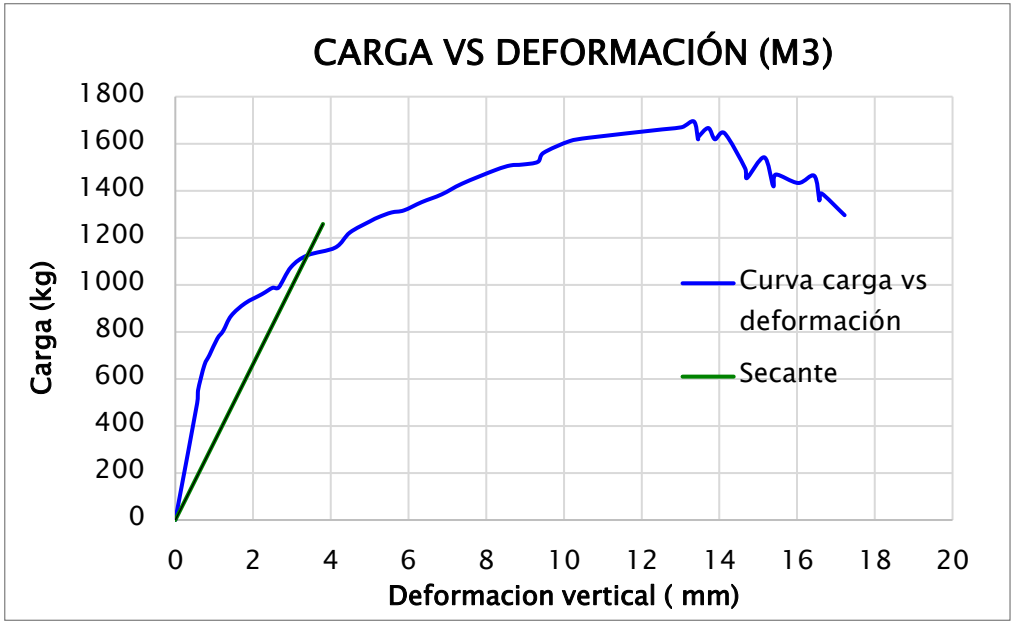
l	30	cm



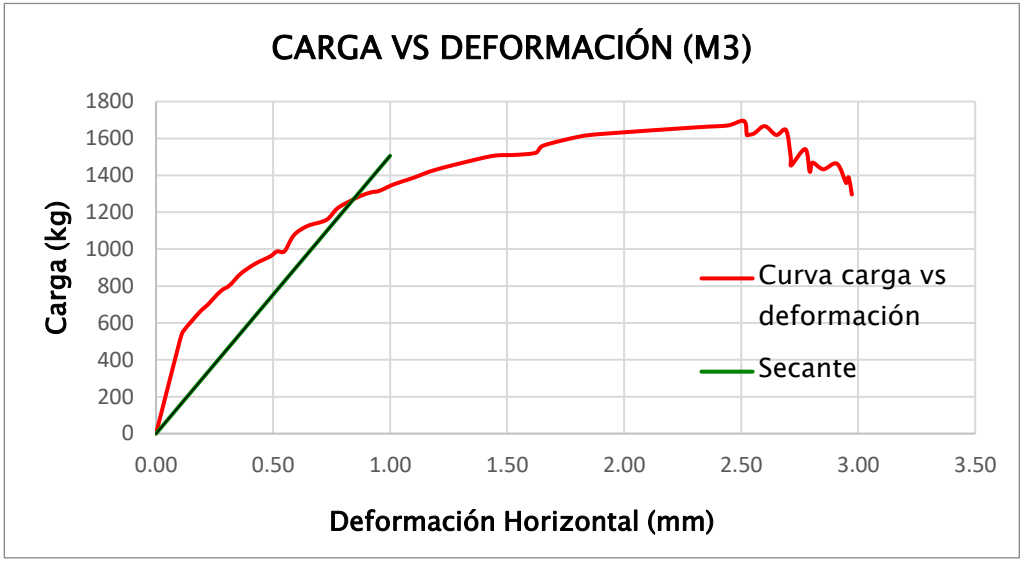
Falla del Murete N°3

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Deformacion Horizontal (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0	0.00	0	0
0.561	0.10	495.924	4862
0.584	0.11	550.596	5398
0.747	0.19	658.104	6452
0.88	0.22	701.658	6879
1.08	0.28	771.12	7560
1.233	0.32	804.474	7887
1.436	0.36	868.122	8511
1.798	0.43	921.672	9036
2.228	0.49	960.126	9413
2.505	0.52	987.462	9681
2.661	0.55	988.788	9694
2.978	0.59	1075.692	10546
3.397	0.65	1125.366	11033
4.119	0.73	1158.618	11359
4.491	0.78	1222.266	11983
5.006	0.84	1269.594	12447
5.235	0.87	1288.056	12628



5.564	0.92	1307.742	12821
5.881	0.96	1316.412	12906
6.339	1.02	1351.5	13250
6.856	1.10	1384.65	13575
7.384	1.20	1430.55	14025
8.243	1.38	1488.486	14593
8.621	1.45	1507.662	14781
8.929	1.54	1511.334	14817
9.332	1.62	1523.064	14932
9.472	1.65	1560.906	15303
10.154	1.81	1611.396	15798
10.632	1.91	1625.268	15934
12.533	2.32	1660.866	16283
13.029	2.44	1670.046	16373
13.346	2.51	1694.526	16613
13.448	2.52	1619.25	15875
13.456	2.53	1618.842	15871
13.457	2.56	1627.92	15960
13.715	2.60	1666.68	16340
13.886	2.65	1618.842	15871
14.132	2.69	1644.954	16127
14.66	2.71	1496.238	14669
14.706	2.71	1453.602	14251
15.157	2.77	1542.24	15120
15.385	2.79	1420.146	13923
15.454	2.81	1468.902	14401
16.03	2.85	1432.998	14049
16.441	2.91	1463.7	14350
16.572	2.95	1358.742	13321
16.581	2.95	1362.618	13359
16.636	2.96	1387.914	13607
17.222	2.97	1296.012	12706



P max: Carga Maxima
D: Deformacion
ft: Esfuerzo de corte
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

RESULTADOS OBTENIDOS

P max	1694.526	Kg
Area(cm2)	1673.88	cm2
ft(kg/cm2)	1.01	kg/cm2

Deformacion vertical

P max	1694.53	D	13.346
P(20 %)	338.91	D(20 %)	1.023
P(60 %)	1016.72	D(60 %)	3.069

Deformacion horizontal

P max	1694.53	D	2.512
P(20 %)	338.91	D(20 %)	0.225
P(60 %)	1016.72	D(60 %)	0.675

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

eferencia: E.080

Murete N°: M4

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

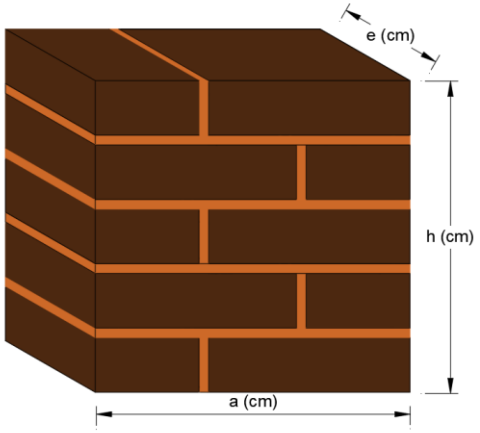
DATOS PARA EL ENSAYO

ensiones de la pila:

a	50.4	cm
e	16.5	cm
h	50.5	cm

tancia entre topes:

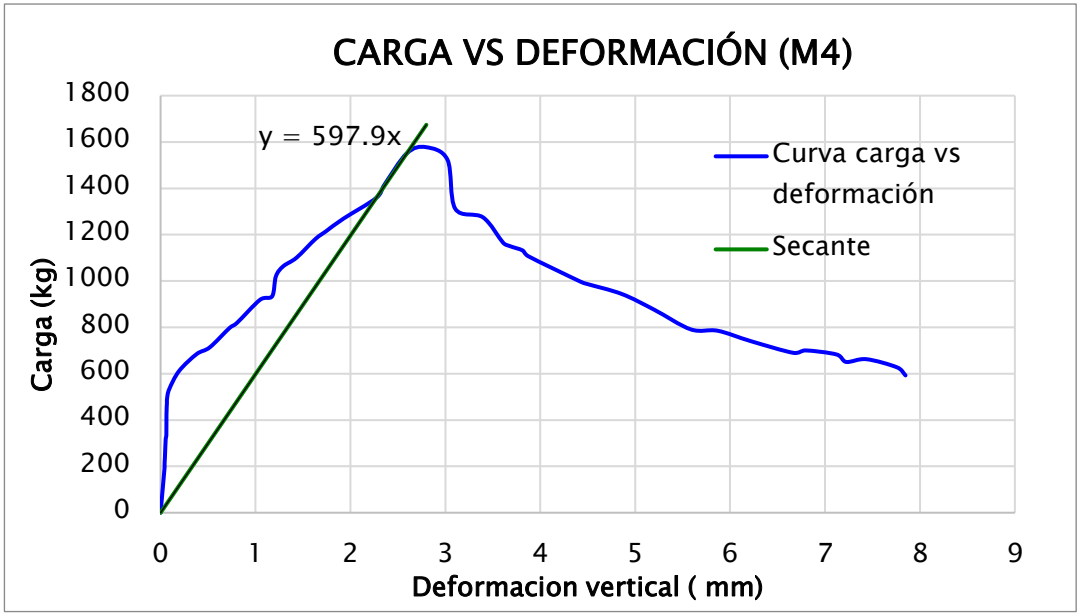
l	30.0	cm



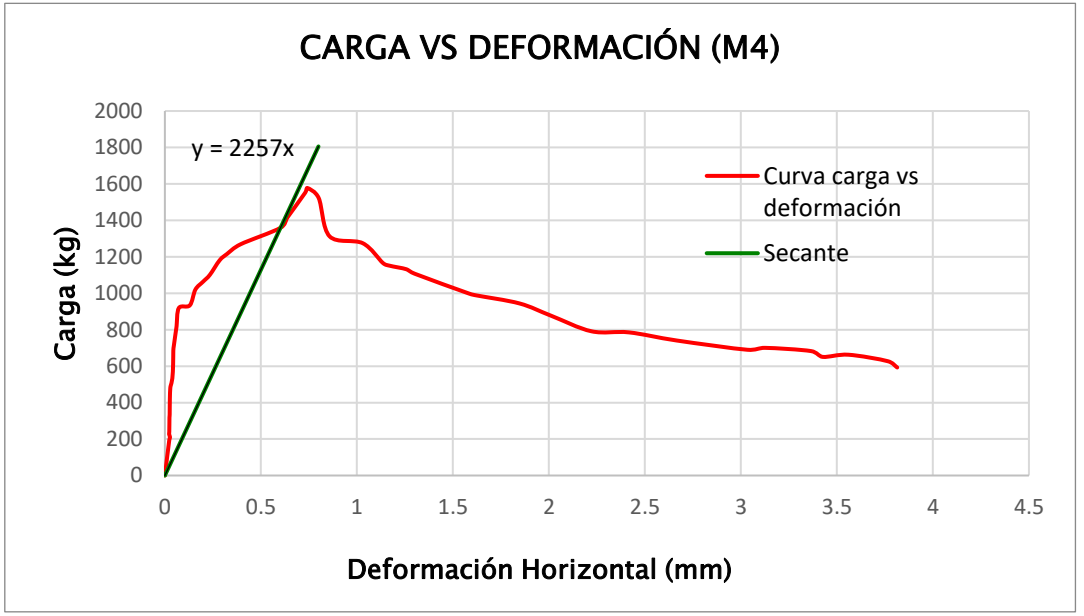
Falla del Murete N°4

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Deformacion Horizontal (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0	0	0	0
0.042	0.023	194.688	144
0.042	0.027	209.07	285
0.044	0.022	226.716	458
0.046	0.023	240.792	596
0.054	0.024	318.414	1357
0.061	0.025	334.632	1516
0.062	0.026	422.352	2376
0.067	0.028	475.596	2898
0.068	0.03	491.406	3053
0.091	0.039	533.022	3461
0.195	0.043	611.664	4232
0.379	0.044	684.39	4945
0.519	0.047	714.072	5236
0.725	0.058	796.794	6047
0.805	0.061	819.438	6269
1.049	0.073	919.398	7249
1.175	0.13	933.882	7391
1.215	0.159	1020.276	8238



1.292	0.199	1063.626	8663
1.432	0.234	1100.652	9026
1.629	0.285	1180.62	9810
1.744	0.323	1215.096	10148
1.924	0.394	1268.646	10673
2.273	0.602	1359.038	11069
2.363	0.64	1418.626	11163
2.596	0.731	1551.878	11489
2.797	0.742	1577.684	11742
3.023	0.801	1522.91	11205
3.104	0.858	1312.2	11100
3.398	1.031	1274.46	10730
3.608	1.136	1165.728	9664
3.677	1.171	1151.142	9521
3.816	1.258	1131.66	9330
3.873	1.301	1107.18	9090
4.418	1.584	998.346	8023
4.488	1.624	987.942	7921
4.859	1.847	944.082	7491
5.195	2.01	877.374	6837
5.586	2.222	791.286	5993
5.87	2.417	785.37	5935
6.217	2.666	740.694	5497
6.667	3.034	690	5000
6.796	3.125	700.506	5103
7.123	3.365	682.758	4929
7.223	3.426	650.832	4616
7.436	3.56	662.664	4732
7.76	3.765	627.168	4384
7.848	3.814	592.59	4045



P max: Carga Maxima
D: Deformacion
ft: Esfuerzo de corte
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

RESULTADOS OBTENIDOS

P max	1577.684	Kg
Area(cm2)	1662.58	cm2
ft(kg/cm2)	0.95	kg/cm2

formacion vertical

P max	1577.68	D	2.80
P(20 %)	315.54	D(20 %)	0.53
P(60 %)	946.61	D(60 %)	1.58

Deformacion horizontal

P max	1577.68	D	0.742
P(20 %)	315.54	D(20 %)	0.140
P(60 %)	946.61	D(60 %)	0.419

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: E.080

Murete N°: M5

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

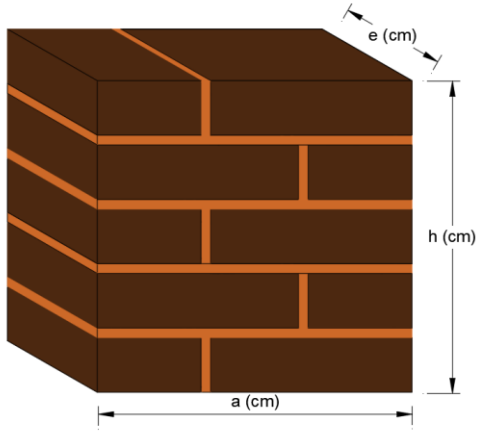
DATOS PARA EL ENSAYO

ensiones de la pila:

a	50.5	cm
e	16.6	cm
h	50.3	cm

tancia entre topes:

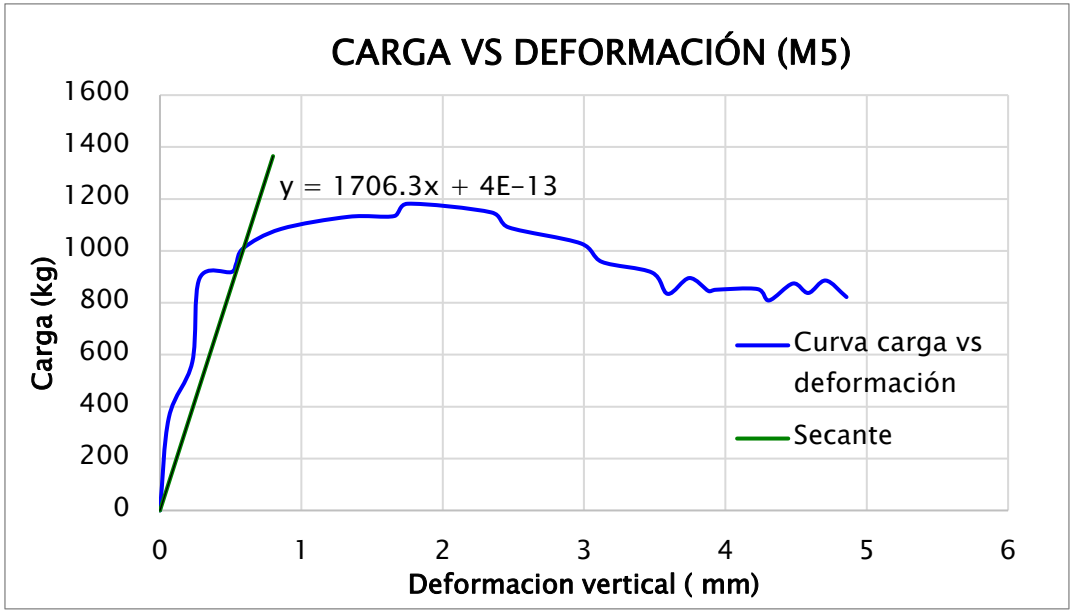
l	30	cm



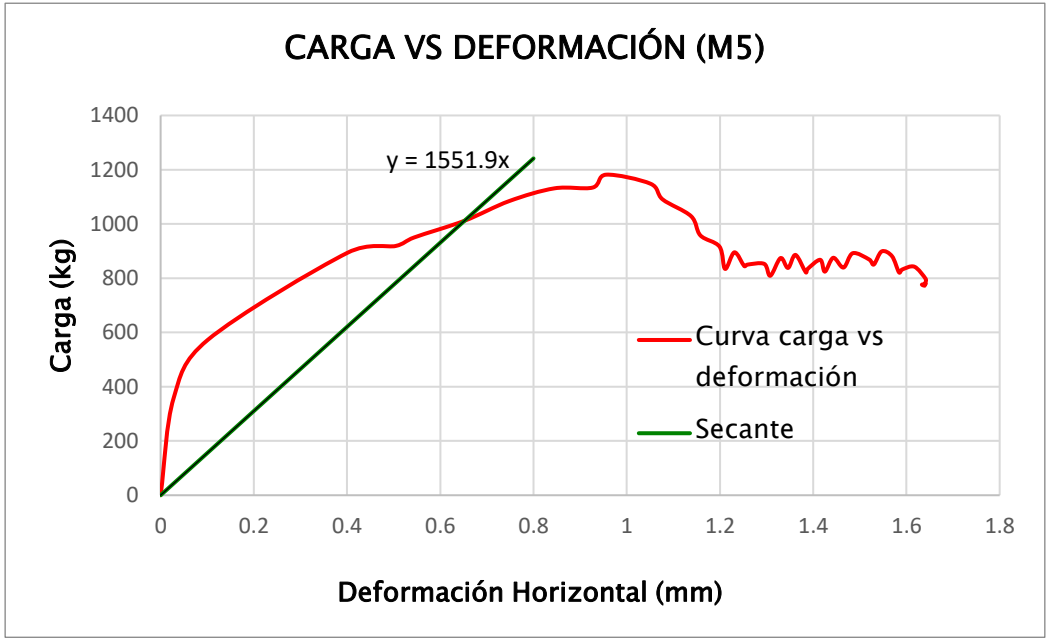
Falla del Murete N°5

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Deformacion Horizontal (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0	0	0	0
0.063	0.028	358.092	1746
0.229	0.101	572.394	3847
0.28	0.401	893.796	6998
0.507	0.504	918.684	7242
0.539	0.544	950.304	7552
0.593	0.652	1011.81	8155
0.856	0.748	1084.434	8867
1.335	0.845	1131.354	9327
1.658	0.927	1134.21	9355
1.752	0.956	1181.64	9820
2.344	1.051	1148.184	9492
2.467	1.077	1090.452	8926
2.978	1.138	1028.64	8320
3.126	1.158	957.75	7625
3.481	1.199	916.44	7220
3.593	1.211	834.228	6414
3.745	1.231	895.428	7014
3.882	1.252	844.938	6519



3.931	1.259	850.14	6570
4.228	1.295	852.792	6596
4.309	1.308	809.136	6168
4.478	1.33	874.314	6807
4.587	1.346	837.9	6450
4.71	1.362	885.84	6920
4.857	1.384	821.988	6294
4.908	1.388	834.126	6413
5.197	1.415	867.786	6743
5.274	1.425	824.334	6317
5.397	1.443	875.232	6816
5.551	1.465	839.43	6465
5.663	1.485	892.266	6983
5.905	1.52	869.112	6756
5.947	1.53	850.446	6573
6.084	1.547	898.896	7048
6.262	1.569	881.25	6875
6.361	1.584	821.682	6291
6.389	1.591	832.086	6393
6.668	1.617	842.388	6494
6.758	1.641	798.222	6061
6.765	1.641	784.656	5928
6.766	1.641	778.842	5871
6.746	1.633	776.19	5845
6.915	1.639	772.212	5806



P max: Carga Maxima
D: Deformacion
ft: Esfuerzo de corte
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

RESULTADOS OBTENIDOS

P max	1181.64	Kg
Area(cm2)	1676.42	cm2
ft(kg/cm2)	0.70	kg/cm2

Deformacion vertical

P max	1181.64	D	1.752
P(20 %)	236.33	D(20 %)	0.139
P(60 %)	708.98	D(60 %)	0.416

Deformacion horizontal

P max	1181.64	D	0.956
P(20 %)	236.33	D(20 %)	0.152
P(60 %)	708.98	D(60 %)	0.457

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

eferencia: E.080

Murete N°: M6

Procedencia: Yucay

Fecha: 3/06/2024

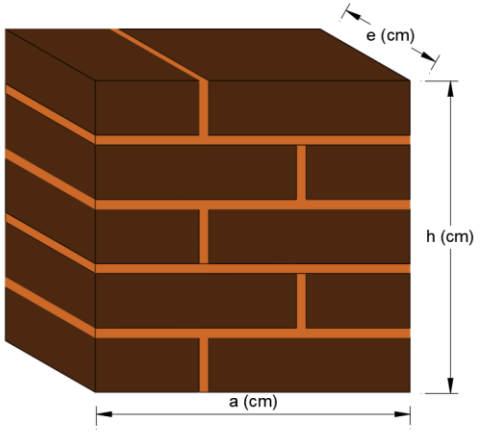
DATOS PARA EL ENSAYO

ensiones de la pila:

a	50.7	cm
e	16.5	cm
h	50.3	cm

tancia entre topes:

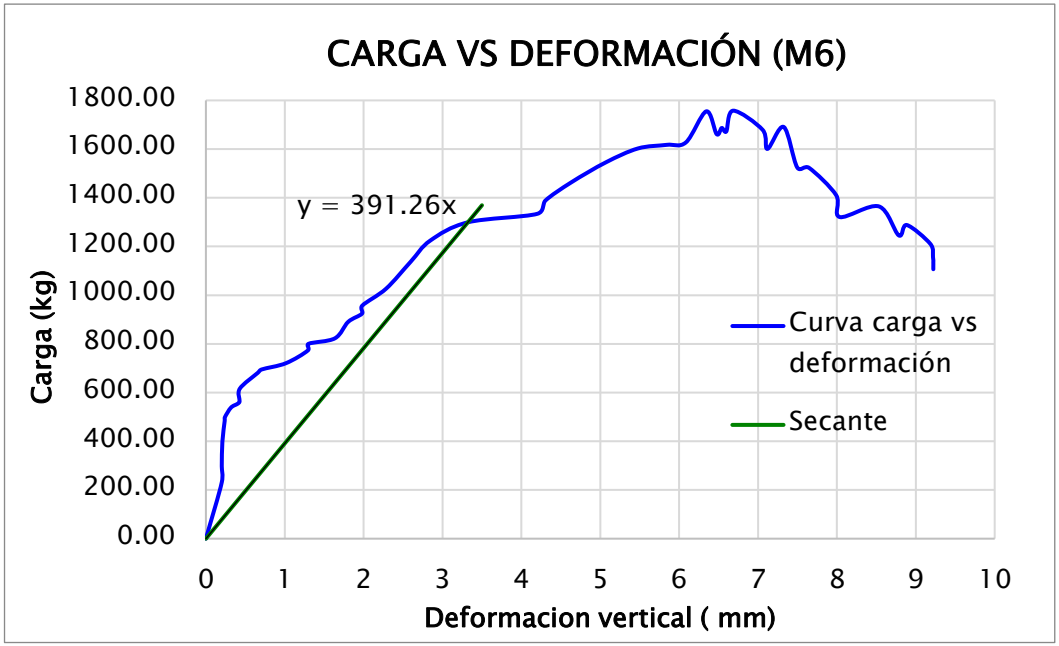
l	30	cm



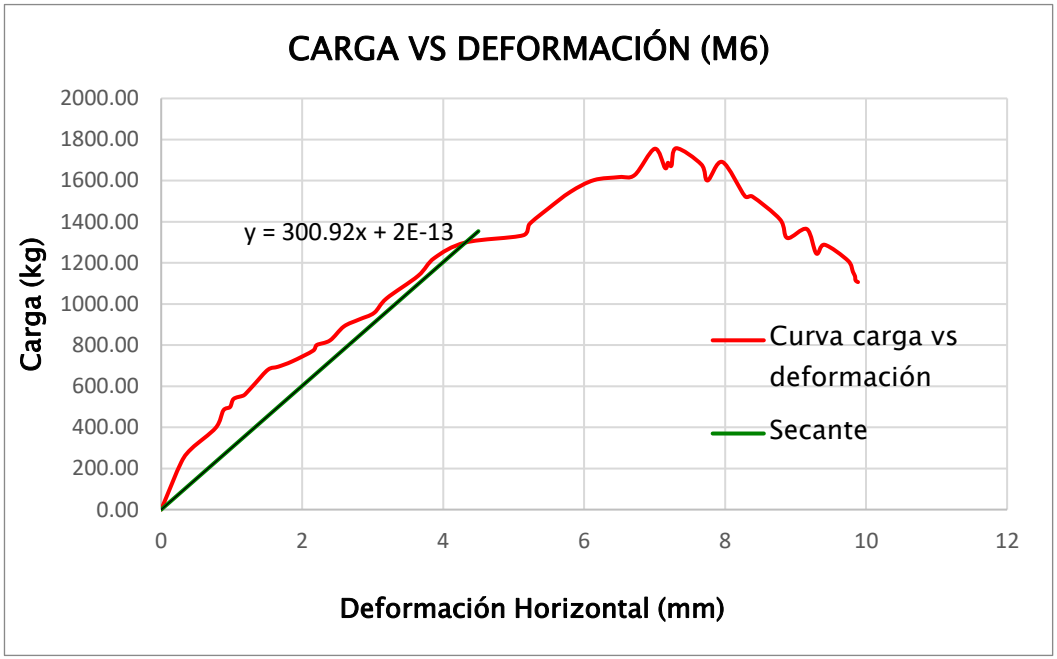
Falla del Murete N°6

DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO

Deformacion Vertical (mm)	Deformacion Horizontal (mm)	Carga (Kg)	Carga (N)
0	0	0.00	0
0.201	0.286	231.34	2268
0.201	0.433	297.53	2917
0.209	0.775	398.51	3907
0.238	0.883	483.07	4736
0.241	0.977	498.98	4892
0.318	1.027	538.36	5278
0.402	1.161	554.06	5432
0.427	1.2	563.96	5529
0.43	1.339	616.18	6041
0.657	1.517	681.05	6677
0.708	1.659	695.03	6814
1.017	1.858	720.94	7068
1.293	2.156	773.26	7581
1.302	2.206	800.39	7847
1.636	2.395	822.94	8068
1.804	2.591	890.56	8731
1.98	2.807	924.63	9065
1.982	3.021	957.07	9383



2.285	3.196	1026.94	10068
2.596	3.646	1137.40	11151
2.844	3.878	1224.31	12003
3.321	4.318	1299.38	12739
4.202	5.135	1334.36	13082
4.304	5.224	1388.63	13614
4.63	5.486	1462.99	14343
5.071	5.806	1545.71	15154
5.477	6.138	1602.62	15712
5.84	6.496	1617.41	15857
6.086	6.718	1627.72	15958
6.344	7.001	1755.11	17207
6.475	7.148	1661.58	16290
6.54	7.189	1686.98	16539
6.597	7.238	1672.49	16397
6.685	7.307	1757.87	17234
7.058	7.662	1679.12	16462
7.119	7.75	1600.89	15695
7.326	7.962	1690.85	16577
7.497	8.281	1524.49	14946
7.648	8.387	1522.76	14929
7.99	8.78	1410.86	13832
8.036	8.883	1321.00	12951
8.532	9.158	1364.66	13379
8.784	9.294	1245.62	12212
8.887	9.412	1288.16	12629
9.184	9.743	1210.74	11870
9.218	9.813	1156.58	11339
9.222	9.843	1134.55	11123
9.222	9.846	1120.78	10988
9.222	9.857	1112.21	10904
9.222	9.885	1106.60	10849



P max: Carga Maxima
D: Deformacion
ft: Esfuerzo de corte
P(20 %) Veinte por ciento de la carga maxima
P(60 %) Sesenta por ciento de la carga maxima
D(20 %) Deformacion al veinte por ciento de la carga maxima
D(60 %) Deformacion al sesenta por ciento de la carga maxima

RESULTADOS OBTENIDOS

P max	1757.868	Kg
Area(cm2)	1673.09	cm2
ft(kg/cm2)	1.05	kg/cm2

Deformacion vertical

P max	1757.87	D	6.69
P(20 %)	351.57	D(20 %)	0.90
P(60 %)	1054.72	D(60 %)	2.70

Deformacion horizontal

P max	1757.87	D	7.31
P(20 %)	351.57	D(20 %)	1.17
P(60 %)	1054.72	D(60 %)	3.50

Concreto

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Muros de concreto

Muro 1

Dato	Valor		
#1	36		26
#2	40		28
#3	35		32
#4	36		34
#5	38		35
#6	32		36
#7	28		36
#8	34		38
#9	26		38
#10	38		40
Mínimo	28		30
Promedio	34		36
Máximo	40		42

Muro 2

Dato	Valor		
#1	28		20
#2	34		22
#3	30		24
#4	32		24
#5	24		28
#6	28		28
#7	20		30
#8	22		32
#9	24		32
#10	32		34
Mínimo	21		22
Promedio	27		27.5
Máximo	33		34

Muro 3

Dato	Valor		
#1	32		28
#2	31		30
#3	38		31
#4	32		32
#5	28		32
#6	40		34
#7	34		34
#8	30		36
#9	36		38
#10	34		40
Mínimo	28		28
Promedio	34		33.5
Máximo	40		40

Muro 4

Dato	Valor		
#1	31		31
#2	40		34
#3	42		36
#4	38		36
#5	36		37
#6	36		38
#7	42		38
#8	38		40
#9	54		40
#10	37		42
#11	34		42
#12	40		54
Mínimo	33		32
Promedio	39		38.3
Máximo	45		44

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Muros de concreto

Muro 5

Dato	Valor		
#1	34	27	
#2	39	29	
#3	36	30	
#4	38	32	
#5	37	34	
#6	30	36	
#7	29	36	
#8	32	37	
#9	27	38	
#10	36	39	
Mínimo	36	36	
Promedio	42	42.3	
Máximo	36	0	

Muro 6

Dato	Valor		
#1	33	27	
#2	32	28	
#3	39	32	
#4	33	32	
#5	27	33	
#6	39	33	
#7	32	33	
#8	28	34	
#9	34	39	
#10	33	39	
Mínimo	25	27	
Promedio	31	33	
Máximo	37	39	

Muro 7

Dato	Valor		
#1	33	30	
#2	31	31	
#3	38	32	
#4	33	33	
#5	30	33	
#6	39	34	
#7	34	34	
#8	32	37	
#9	37	38	
#10	34	39	
Mínimo	28	25	
Promedio	34	31	
Máximo	40	37	

Muro 8

Dato	Valor		
#1	33	33	
#2	41	36	
#3	44	36	
#4	40	37	
#5	36	37	
#6	36	38	
#7	38	40	
#8	37	41	
#9	54	44	
#10	37	54	
Mínimo	34	30	
Promedio	40	36	
Máximo	46	42	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Muros de concreto

Muro 9

Dato	Valor		
#1	37	27	
#2	40	29	
#3	35	30	
#4	37	35	
#5	38	35	
#6	30	36	
#7	29	37	
#8	35	37	
#9	27	38	
#10	36	40	
Mínimo	28	26	
Promedio	34	32	
Máximo	40	38	

Muro 10

Dato	Valor		
#1	27	22	
#2	33	24	
#3	30	25	
#4	32	27	
#5	27	27	
#6	28	28	
#7	25	30	
#8	22	32	
#9	24	33	
#10	33	33	
Mínimo	22	20	
Promedio	28	26	
Máximo	34	32	

Muro 11

Dato	Valor		
#1	30	30	
#2	32	30	
#3	36	30	
#4	34	32	
#5	30	32	
#6	39	32	
#7	32	34	
#8	30	36	
#9	36	36	
#10	32	39	
Mínimo	27	24	
Promedio	33	30	
Máximo	39	36	

Muro 12

Dato	Valor		
#1	32	32	
#2	36	32	
#3	43	34	
#4	37	36	
#5	34	36	
#6	32	37	
#7	40	38	
#8	36	40	
#9	43	43	
#10	38	43	
Mínimo	31	28	
Promedio	37	34	
Máximo	43	40	

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Muros de concreto

Muro 13

Dato	Valor		
#1	32		26
#2	32		31
#3	36		32
#4	34		32
#5	26		32
#6	42		33
#7	35		34
#8	31		35
#9	32		36
#10	33		42
Mínimo	27		25
Promedio	33		31
Máximo	39		37

Muro 14

Dato	Valor		
#1	33		33
#2	41		34
#3	41		37
#4	40		38
#5	38		38
#6	34		40
#7	40		40
#8	38		41
#9	45		41
#10	37		45
Mínimo	33		29
Promedio	39		35
Máximo	45		41

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Vigas de concreto

Viga 01

Dato	Valor		
#1	30		27
#2	38		28
#3	38		30
#4	34		30
#5	32		32
#6	34		33
#7	30		34
#8	27		34
#9	28		38
#10	33		38
Mínimo	26		26
Promedio	32		32
Máximo	38		38

Viga 02

Dato	Valor		
#1	24		24
#2	32		28
#3	28		28
#4	28		28
#5	30		30
#6	28		30
#7	32		30
#8	30		32
#9	30		32
#10	38		38
Mínimo	24		23
Promedio	30		29
Máximo	36		35

Viga 03

Dato	Valor		
#1	34		32
#2	40		34
#3	32		34
#4	42		34
#5	39		34
#6	36		36
#7	38		36
#8	34		38
#9	34		39
#10	34		40
Mínimo	30		30
Promedio	36		36
Máximo	42		42

Viga 04

Dato	Valor		
#1	32		26
#2	35		26
#3	34		29
#4	32		31
#5	38		32
#6	37		32
#7	31		34
#8	26		35
#9	29		37
#10	26		38
Mínimo	26		26
Promedio	32		32
Máximo	38		38

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Vigas de concreto

Viga 05

Dato	Valor		
#1	30		25
#2	37		27
#3	40		28
#4	36		28
#5	31		30
#6	34		31
#7	28		34
#8	25		36
#9	28		37
#10	27		40
Mínimo	26		25
Promedio	32		31
Máximo	38		37

Viga 06

Dato	Valor		
#1	25		25
#2	32		27
#3	27		28
#4	30		28
#5	28		28
#6	29		29
#7	32		30
#8	28		32
#9	28		32
#10	39		39
Mínimo	24		24
Promedio	30		30
Máximo	36		36

Viga 07

Dato	Valor		
#1	32		30
#2	41		32
#3	30		32
#4	43		36
#5	37		36
#6	36		36
#7	40		37
#8	32		40
#9	36		41
#10	36		43
Mínimo	30		31
Promedio	36		37
Máximo	42		43

Viga 08

Dato	Valor		
#1	32		24
#2	34		25
#3	36		28
#4	32		31
#5	37		32
#6	38		32
#7	31		34
#8	25		36
#9	28		37
#10	24		38
Mínimo	26		28
Promedio	32		34
Máximo	38		40

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Vigas de concreto

Viga 09

Dato	Valor		
#1	28		25
#2	38		26
#3	36		26
#4	37		28
#5	33		29
#6	33		33
#7	29		33
#8	26		36
#9	26		37
#10	25		38
Mínimo	25		26
Promedio	31		32
Máximo	37		38

Viga 10

Dato	Valor		
#1	23		23
#2	33		26
#3	28		27
#4	32		28
#5	30		29
#6	27		30
#7	33		32
#8	26		33
#9	29		33
#10	38		38
Mínimo	24		24
Promedio	30		30
Máximo	36		36

Viga 11

Dato	Valor		
#1	34		30
#2	41		31
#3	30		34
#4	39		35
#5	38		35
#6	36		36
#7	40		38
#8	31		39
#9	35		40
#10	35		41
Mínimo	30		30
Promedio	36		36
Máximo	42		42

Viga 12

Dato	Valor		
#1	32		23
#2	34		27
#3	36		28
#4	31		31
#5	38		32
#6	36		33
#7	33		34
#8	27		36
#9	28		36
#10	23		38
Mínimo	26		27
Promedio	32		33
Máximo	38		39

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Vigas de concreto

Viga 13

Dato	Valor		
#1	27		26
#2	39		26
#3	41		27
#4	38		27
#5	31		29
#6	33		31
#7	29		33
#8	26		38
#9	27		39
#10	26		41
Mínimo	26		24
Promedio	32		30
Máximo	38		36

Viga 14

Dato	Valor		
#1	24		24
#2	32		27
#3	28		28
#4	32		28
#5	31		30
#6	28		31
#7	34		32
#8	27		32
#9	30		34
#10	38		38
Mínimo	24		25
Promedio	30		31
Máximo	36		37

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Columna de concreto

Columna 01

Dato	Valor	
#1	20	20
#2	26	23
#3	26	25
#4	28	26
#5	26	26
#6	23	26
#7	29	26
#8	28	28
#9	25	28
#10	26	29
Mínimo	20	20
Promedio	26	26
Máximo	32	32

Columna 02

Dato	Valor	
#1	34	26
#2	33	27
#3	36	30
#4	30	30
#5	31	31
#6	36	33
#7	35	34
#8	30	35
#9	26	36
#10	27	36
Mínimo	26	26
Promedio	32	32
Máximo	38	38

Columna 03

Dato	Valor	
#1	35	30
#2	36	30
#3	40	35
#4	30	35
#5	36	36
#6	41	36
#7	30	36
#8	35	38
#9	38	40
#10	36	41
Mínimo	30	30
Promedio	36	36
Máximo	42	42

Columna 04

Dato	Valor	
#1	31	28
#2	30	28
#3	32	30
#4	32	30
#5	28	31
#6	34	31
#7	31	32
#8	30	32
#9	33	33
#10	28	34
Mínimo	25	25
Promedio	31	31
Máximo	37	37

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** a de concreto

Columna 05

Dato	Valor		
#1	18		18
#2	26		21
#3	24		24
#4	27		24
#5	25		25
#6	21		26
#7	30		27
#8	30		28
#9	24		30
#10	28		30
Mínimo	19		19
Promedio	25		25
Máximo	31		31

Columna 06

Dato	Valor		
#1	36		24
#2	35		26
#3	36		28
#4	30		30
#5	33		33
#6	34		34
#7	35		35
#8	28		35
#9	24		36
#10	26		36
Mínimo	26		26
Promedio	32		32
Máximo	38		38

Columna 07

Dato	Valor		
#1	34		28
#2	38		32
#3	39		34
#4	32		35
#5	36		36
#6	43		37
#7	28		38
#8	35		39
#9	39		39
#10	37		43
Mínimo	30		30
Promedio	36		36
Máximo	42		42

Columna 08

Dato	Valor		
#1	31		29
#2	31		29
#3	33		31
#4	31		31
#5	29		31
#6	32		32
#7	33		32
#8	32		32
#9	32		33
#10	29		33
Mínimo	25		25
Promedio	31		31
Máximo	37		37

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Columna de concreto

Columna 09

Dato	Valor	
#1	18	18
#2	26	23
#3	24	23
#4	28	24
#5	26	26
#6	23	26
#7	28	28
#8	31	28
#9	23	30
#10	30	31
Mínimo	20	20
Promedio	26	26
Máximo	32	32

Columna 10

Dato	Valor	
#1	38	23
#2	33	26
#3	37	30
#4	32	32
#5	32	32
#6	33	33
#7	33	33
#8	30	33
#9	23	37
#10	26	38
Mínimo	26	26
Promedio	32	32
Máximo	38	38

Columna 11

Dato	Valor	
#1	33	29
#2	39	31
#3	39	31
#4	31	33
#5	34	34
#6	31	34
#7	29	35
#8	34	39
#9	41	39
#10	35	41
Mínimo	29	29
Promedio	35	35
Máximo	41	41

Columna 12

Dato	Valor	
#1	31	27
#2	29	28
#3	30	29
#4	28	30
#5	32	31
#6	33	32
#7	34	32
#8	32	33
#9	33	33
#10	27	34
Mínimo	25	25
Promedio	31	31
Máximo	37	37

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"	

Referencia: NTP 339.181

Ubicación: Yucay **Fecha:** 24/03/2024 **Muestra:** Columna de concreto

Columna 13

Dato	Valor		
#1	19		19
#2	26		23
#3	23		24
#4	26		24
#5	24		25
#6	24		26
#7	26		26
#8	32		26
#9	25		28
#10	28		32
Mínimo	19		19
Promedio	25		25
Máximo	31		31

Columna 14

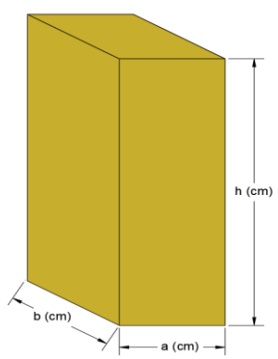
Dato	Valor		
#1	40		25
#2	34		28
#3	35		28
#4	32		32
#5	32		32
#6	33		33
#7	33		33
#8	28		34
#9	25		35
#10	28		40
Mínimo	26		26
Promedio	32		32
Máximo	38		38

Madera de la estructura existente

ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

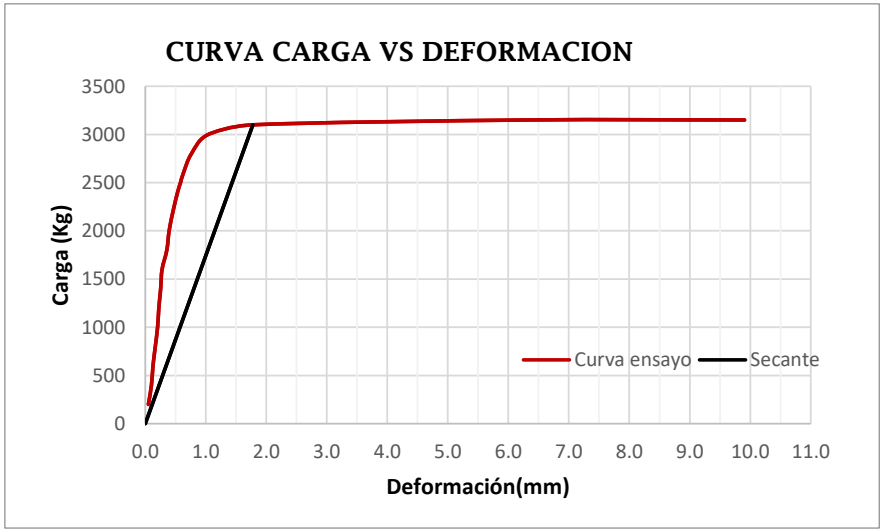


Falla de muestra de madera

DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-01	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6.06	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.24	
Densidad (gr/cm3):	0.54	

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.051
400	0.102
600	0.127
800	0.165
1000	0.203
1200	0.224
1400	0.254
1600	0.277
1800	0.356
2000	0.394
2200	0.457
2400	0.533
2500	0.582
2600	0.630
2800	0.762
3000	1.041
3100	1.778
3150	6.299
3150	9.906



Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3150
Deformación max (mm)	6.30
Carga al límite proporcional (Kg)	3100
Deformacion limite proporcional (mm)	1.78
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	775.00
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	43588.30

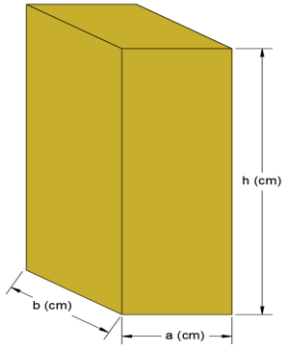
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

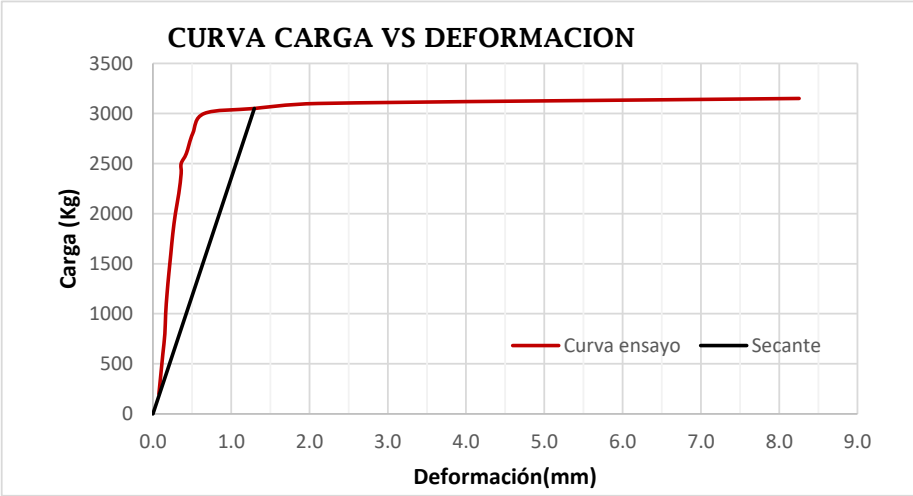
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-02	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	1.98	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6.08	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.08	
Densidad (gr/cm3):	0.54	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.08
400	0.10
600	0.13
800	0.15
1000	0.16
1200	0.18
1400	0.20
1600	0.23
1800	0.25
2000	0.29
2200	0.33
2400	0.36
2500	0.36
2600	0.43
2800	0.51
3000	0.66
3050	1.30
3100	2.11
3150	8.26



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	3100.00
Deformación max (mm)	2.11
Carga al límite proporcional (Kg)	3050.00
Deformacion limite proporcional (mm)	1.30
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	770.20
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	59456.69

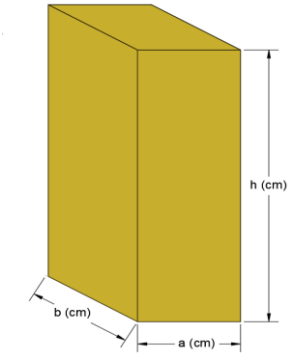
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

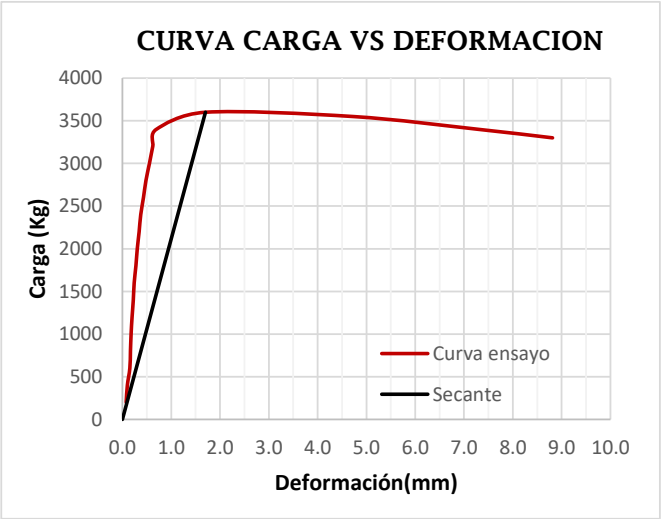
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-03	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.01	cm
Base (b)	2.01	cm
Largo (L)	5.89	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	23.8	
Densidad (gr/cm3):	0.55	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.08	3600	1.70
400	0.10	3550	4.72
600	0.15	3400	7.29
800	0.17	3300	8.81
1000	0.18		
1200	0.20		
1400	0.22		
1600	0.24		
1800	0.28		
2000	0.30		
2200	0.34		
2400	0.38		
2600	0.43		
2800	0.48		
3000	0.55		
3200	0.62		
3400	0.70		



Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3550
Deformación max (mm)	8.81
Carga al límite proporcional (Kg)	3600
Deformacion limite proporcional (mm)	1.70
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	891.1
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	52360

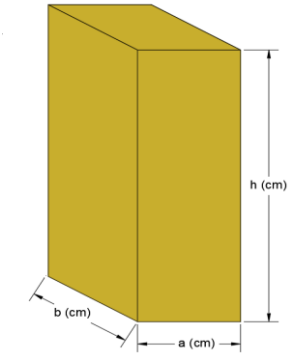
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

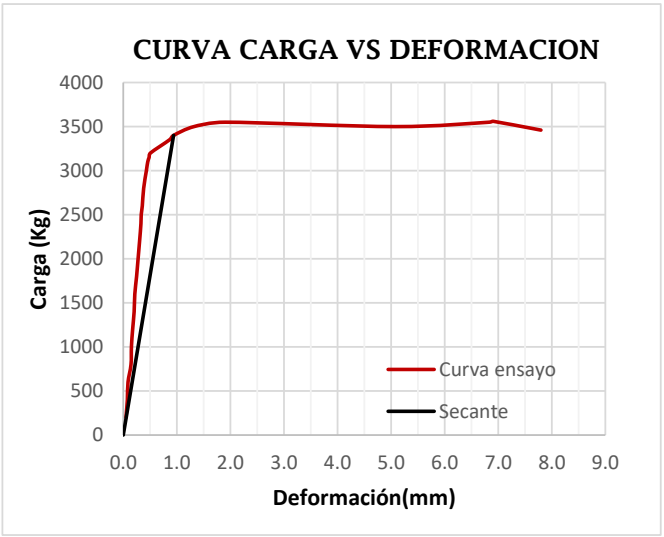
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-04	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.01	cm
Largo (L)	6.07	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.4	
Densidad (gr/cm3):	0.53	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.05	3150	0.48
400	0.08	3200	0.51
600	0.09	3350	0.86
800	0.14	3400	0.94
1000	0.15	3500	1.32
1200	0.18	3550	1.91
1400	0.20	3500	5.08
1600	0.22	3550	6.83
1800	0.25	3560	6.91
2000	0.28	3460	7.80
2200	0.30		
2400	0.33		
2500	0.34		
2600	0.36		
2800	0.38		
3000	0.43		
3100	0.46		

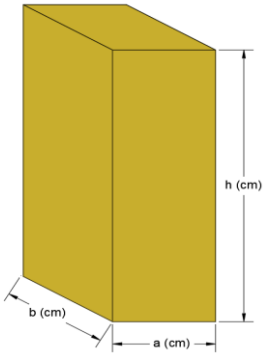


Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3560
Deformación max (mm)	7.80
Carga al límite proporcional (Kg)	3400
Deformacion limite proporcional (mm)	0.94
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	845.8
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	54627

ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

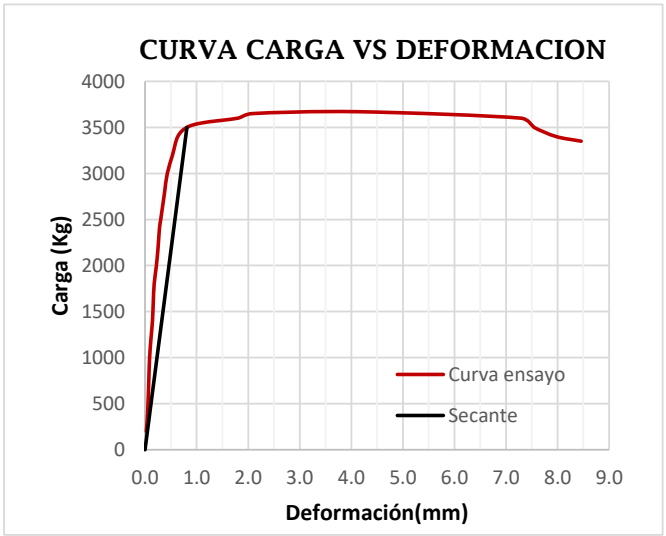


Falla de muestra de madera

DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-05	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.01	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6.06	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	14.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.36	
Densidad (gr/cm3):	0.57	

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.03	3500	0.81
400	0.05	3550	1.12
800	0.08	3600	1.80
1000	0.09	3650	2.08
1200	0.11	3670	4.14
1400	0.14	3600	7.29
1600	0.16	3500	7.54
1800	0.18	3400	7.98
2000	0.22	3350	8.46
2200	0.25		
2400	0.28		
2500	0.30		
2600	0.33		
2800	0.38		
3000	0.43		
3200	0.53		
3400	0.64		

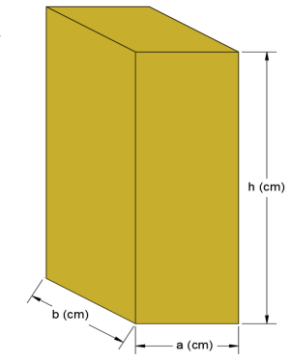


Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3670
Deformación max (mm)	8.46
Carga al límite proporcional (Kg)	3500
Deformacion limite proporcional (mm)	0.81
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	870.6
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	64913

ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

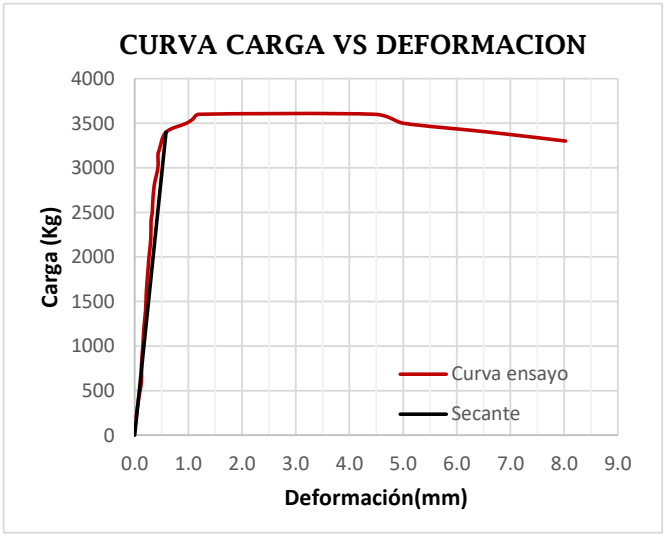


Falla de muestra de madera

DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-06	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.02	cm
Base (b)	2.02	cm
Largo (L)	6.07	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.77	
Densidad (gr/cm3):	0.52	

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.03	3400	0.58
400	0.07	3500	0.97
600	0.12	3550	1.09
800	0.13	3600	1.19
1000	0.15	3600	4.47
1200	0.17	3500	5.00
1400	0.20	3400	6.60
1600	0.22	3300	8.03
1800	0.24		
2000	0.27		
2200	0.30		
2400	0.30		
2500	0.33		
2600	0.34		
2800	0.36		
3000	0.43		
3150	0.43		
3200	0.46		

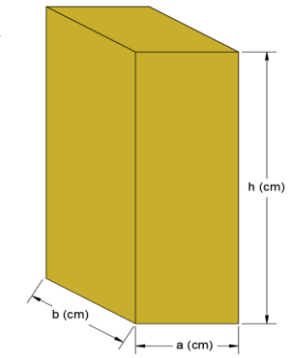


Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3600
Deformación max (mm)	8.03
Carga al límite proporcional (Kg)	3400
Deformacion limite proporcional (mm)	0.58
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	833.3
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	86577

ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

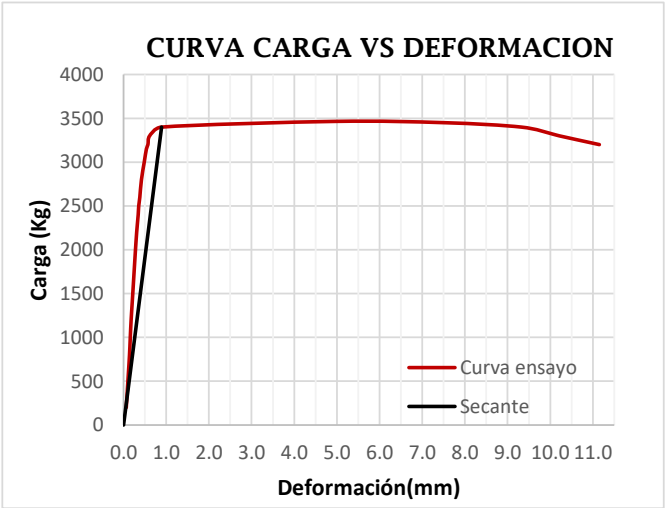


Falla de muestra de madera

DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-07	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6.05	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.2	
Densidad (gr/cm3):	0.54	

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
400	0.09	3400	0.89
600	0.11	3465	4.98
800	0.14	3450	7.52
1000	0.16	3400	9.32
1200	0.18	3320	10.06
1400	0.20	3300	10.21
1600	0.23	3200	11.15
1800	0.25		
2000	0.28		
2200	0.31		
2400	0.34		
2500	0.36		
2600	0.38		
2800	0.42		
3000	0.49		
3150	0.54		
3200	0.57		
3300	0.61		



Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3465
Deformación max (mm)	11.15
Carga al límite proporcional (Kg)	3400
Deformacion limite proporcional (mm)	0.89
Esfuero al límite proporcional (Kg/cm2)	850.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	57681

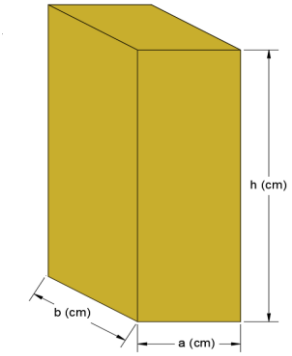
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

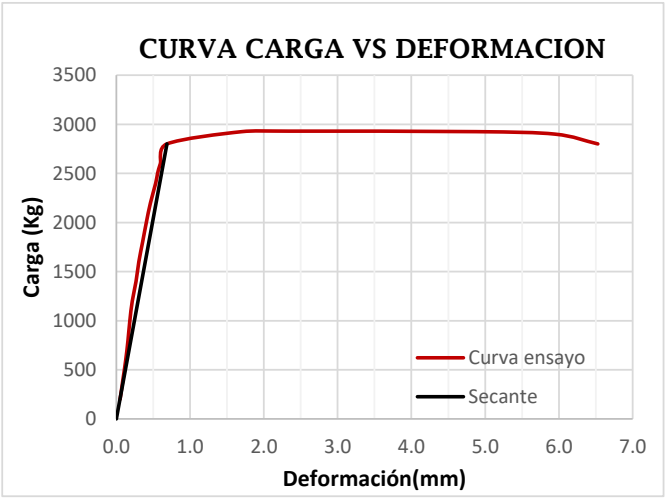
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-08	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6.06	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.24	
Densidad (gr/cm3):	0.54	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.05	2900	5.94
400	0.09	2800	6.53
600	0.13		
800	0.16		
1000	0.18		
1200	0.22		
1400	0.27		
1600	0.30		
1800	0.36		
2000	0.41		
2200	0.46		
2400	0.53		
2500	0.56		
2600	0.60		
2800	0.69		
2925	1.70		
2930	2.34		
2925	4.88		



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	2930
Deformación max (mm)	6.53
Carga al límite proporcional (Kg)	2800
Deformacion limite proporcional (mm)	0.69
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	700.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	61855

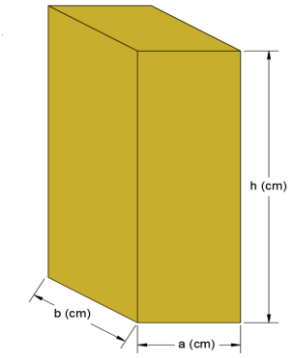
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

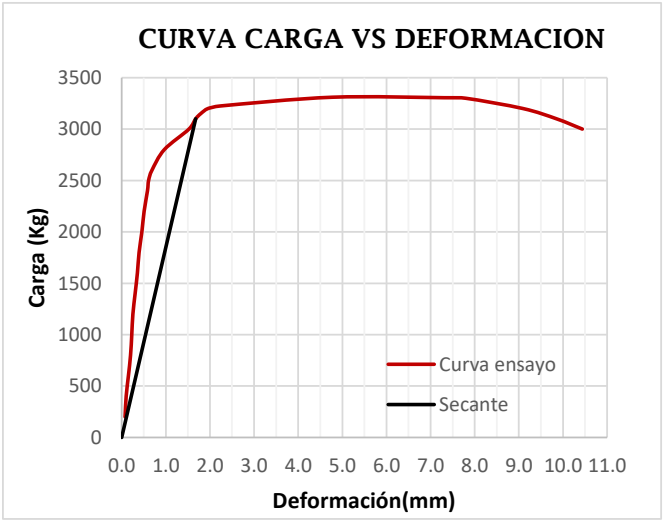
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-09	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.02	cm
Base (b)	2.02	cm
Largo (L)	6.08	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.81	
Densidad (gr/cm3):	0.52	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.08	3200	1.96
400	0.10	3225	2.24
600	0.15	3310	4.78
800	0.20	3305	7.32
1000	0.23	3300	7.80
1200	0.25	3200	9.09
1400	0.30	3100	9.86
1600	0.36	3000	10.44
1800	0.39		
2000	0.46		
2200	0.51		
2400	0.58		
2500	0.61		
2600	0.69		
2800	0.97		
3000	1.52		
3100	1.68		
3150	1.79		



Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3310
Deformación max (mm)	10.44
Carga al límite proporcional (Kg)	3100
Deformacion limite proporcional (mm)	1.68
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	759.7
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	45319

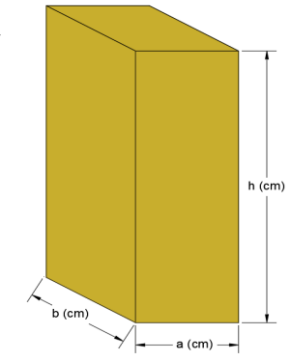
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

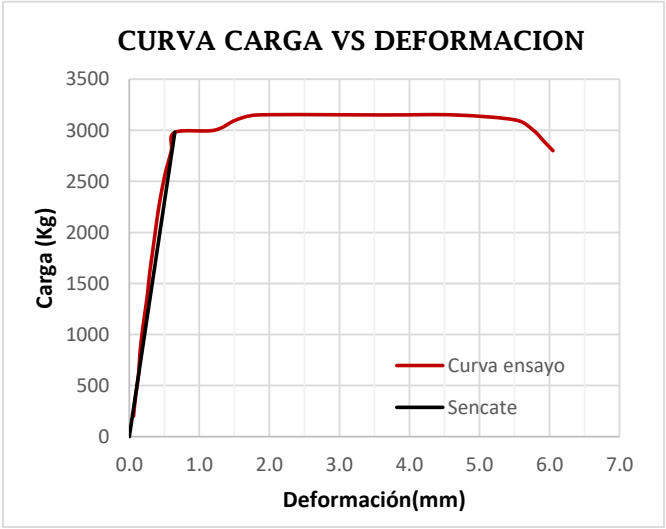
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-10	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.02	cm
Base (b)	2.02	cm
Largo (L)	6.06	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.73	
Densidad (gr/cm3):	0.54	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.06	3150	1.83
400	0.09	3150	3.65
600	0.13	3150	4.65
800	0.15	3100	5.52
1000	0.18	3000	5.77
1200	0.22	2900	5.91
1400	0.26	2800	6.05
1600	0.29		
1800	0.33		
2000	0.37		
2200	0.41		
2400	0.46		
2500	0.49		
2600	0.52		
2800	0.60		
2980	0.65		
3000	1.21		
3100	1.52		



Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	3150
Deformación max (mm)	6.05
Carga al límite proporcional (Kg)	2980
Deformacion limite proporcional (mm)	0.65
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	730.3
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	68088

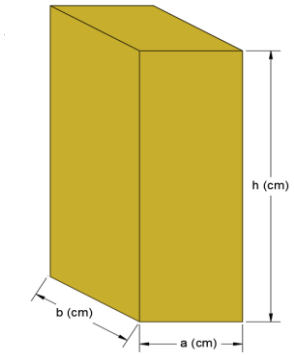
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

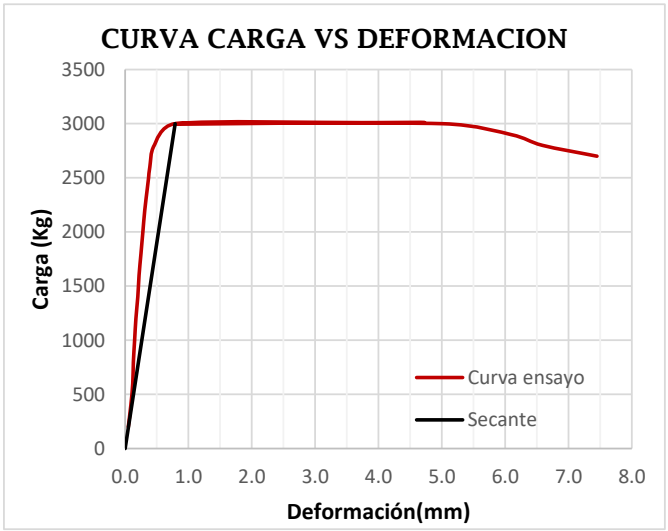
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-11	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.02	cm
Base (b)	2.02	cm
Largo (L)	6.11	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):	13.00	
Volumen de la probeta (cm3):	24.93	
Densidad (gr/cm3):	0.52	



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.05	3000	0.79
400	0.09	3000	5.02
600	0.12	2900	6.09
800	0.13	2800	6.59
1000	0.15	2700	7.45
1200	0.17		
1400	0.20		
1600	0.22		
1800	0.25		
2000	0.28		
2200	0.31		
2400	0.35		
2500	0.37		
2600	0.39		
2800	0.46		
3000	0.79		
3010	3.73		
3010	4.73		



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	3010
Deformación max (mm)	7.45
Carga al límite proporcional (Kg)	3000
Deformacion limite proporcional (mm)	0.79
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	735.2
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	56863

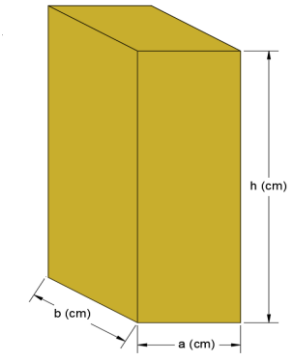
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Procedencia: Distrito de Yucay

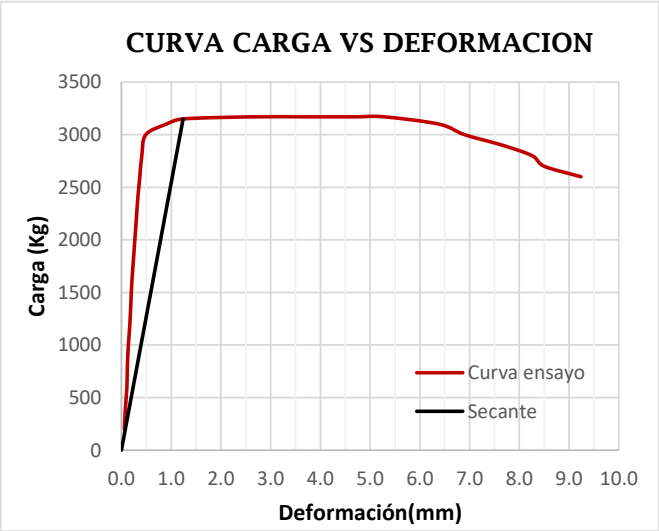
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-12	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.02	cm
Base (b)	2.02	cm
Largo (L)	6.07	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire (gr):		14.00
Volumen de la probeta (cm3):		24.77
Densidad (gr/cm3):		0.57



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)	Cargas (Kg)	Deformación (mm)
200	0.06	3170	2.68
400	0.08	3170	3.68
600	0.11	3170	4.68
800	0.12	3170	5.28
1000	0.14	3100	6.39
1200	0.17	3000	6.90
1400	0.19	2900	7.66
1600	0.21	2800	8.26
1800	0.24	2700	8.50
2000	0.27	2600	9.24
2200	0.30		
2400	0.33		
2500	0.35		
2600	0.37		
2800	0.41		
3000	0.49		
3100	0.90		
3150	1.24		



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	3170
Deformación max (mm)	9.24
Carga al límite proporcional (Kg)	3150
Deformacion limite proporcional (mm)	1.24
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	772.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	37790

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-01

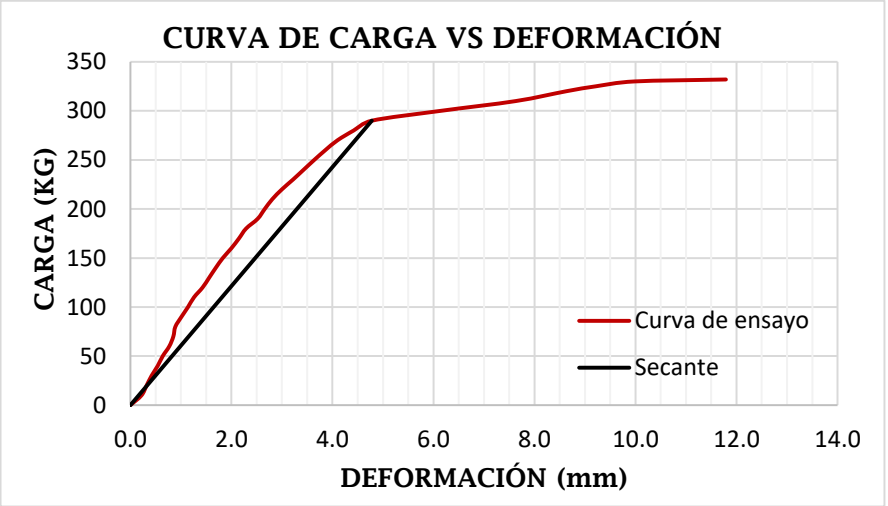
Datos de la probeta

Base	2.02	cm
Alto	2.02	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	

Falla de muestra de madera MF-01

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
10	0.22
20	0.32
30	0.42
40	0.54
50	0.64
60	0.77
70	0.85
80	0.89
90	1.01
100	1.14
110	1.26
120	1.43
130	1.56
140	1.69
150	1.83
160	2.00
170	2.15
180	2.29
190	2.52
200	2.66
210	2.81
220	3.00

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
230	3.22
240	3.43
250	3.64
250	3.64
260	3.86
270	4.10
280	4.42
290	4.78
300	6.14
310	7.63
320	8.63
325	9.21
330	9.98
332	11.79



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	332	Kg
Deformación max	11.79	mm
Carga al límite proporcional	290.00	Kg
Deformacion limite proporcional	4.78	mm
Esfuero al limite proporcional	627.04	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	125933	Kg/cm2

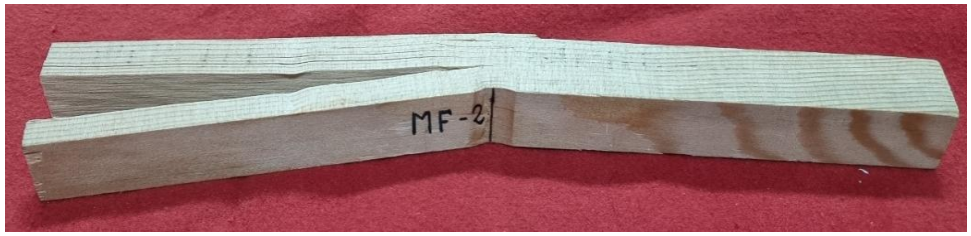
FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-02

Datos de la probeta

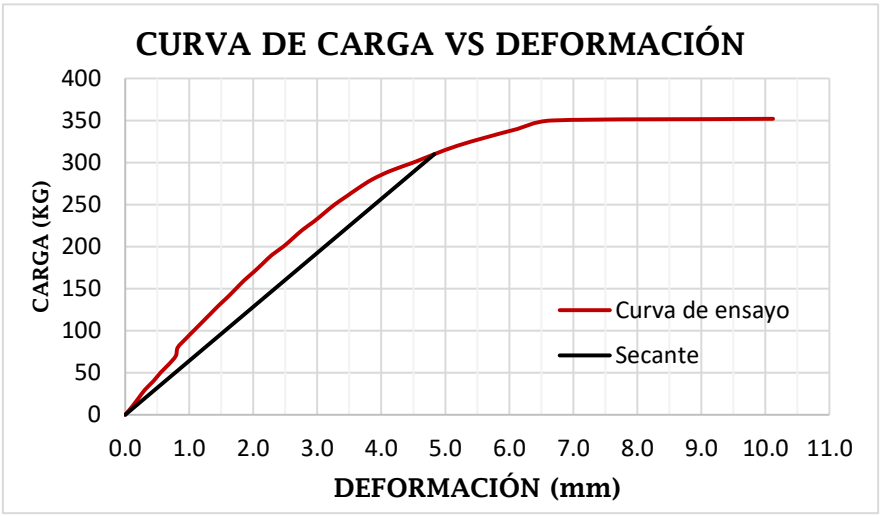
Base	2.02	cm
Alto	2.03	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	



Falla de muestra de madera MF-02

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.21
30.00	0.31
40.00	0.44
50.00	0.55
60.00	0.68
70.00	0.79
80.00	0.82
90.00	0.94
100.00	1.07
110.00	1.20
120.00	1.33
130.00	1.46
140.00	1.60
150.00	1.73
160.00	1.86
170.00	2.01
180.00	2.15
190.00	2.29
200.00	2.47
210.00	2.62
220.00	2.77
230.00	2.95

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
240.00	3.11
250.00	3.27
260.00	3.46
270.00	3.65
280.00	3.86
290.00	4.14
300.00	4.50
310.00	4.83
320.00	5.19
330.00	5.64
340.00	6.13
350.00	6.66
352.00	10.12



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	352	Kg
Deformación max	10.12	mm
Carga al límite proporcional	310.00	Kg
Deformacion limite proporcional	4.83	mm
Esfuero al limite proporcional	660.43	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	131265	Kg/cm2

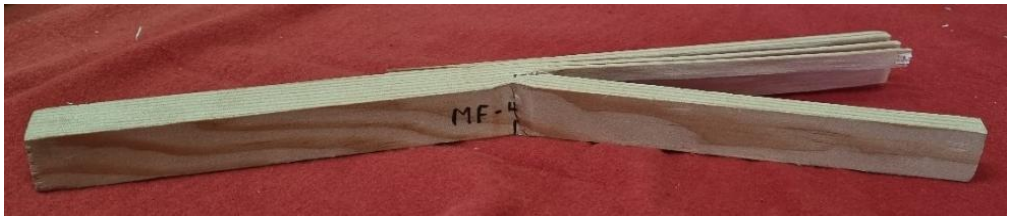
FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-04

Datos de la probeta

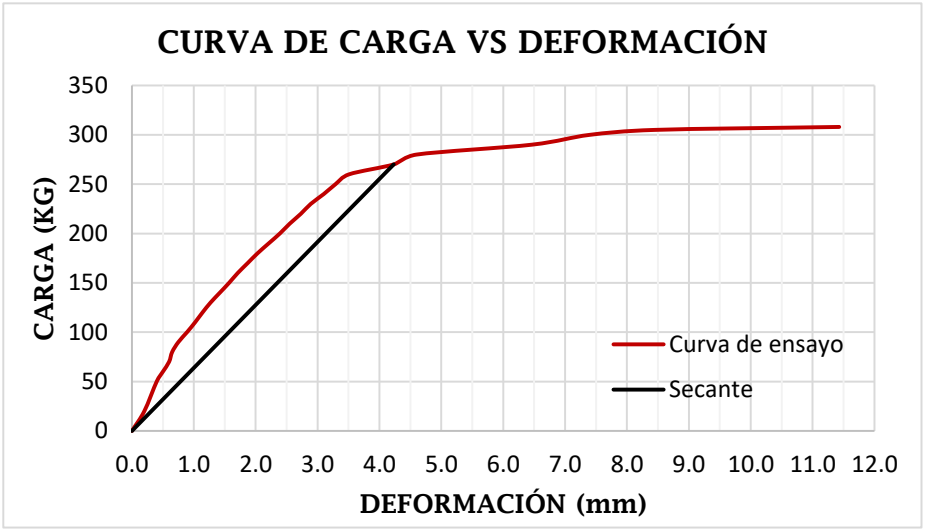
Base	2.03	cm
Alto	2.03	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	



Falla de muestra de madera MF-04

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
20.00	0.20
50.00	0.40
60.00	0.50
70.00	0.60
80.00	0.65
90.00	0.75
100.00	0.89
110.00	1.02
120.00	1.14
130.00	1.27
140.00	1.42
150.00	1.57
160.00	1.71
170.00	1.87
180.00	2.03
190.00	2.21
200.00	2.39
210.00	2.55
220.00	2.73
230.00	2.89
240.00	3.10
250.00	3.29
260.00	3.51

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
270.00	4.23
280.00	4.60
290.00	6.46
300.00	7.40
305.00	8.45
308.00	11.43



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	308	Kg
Deformación max	11.43	mm
Carga al límite proporcional	270.00	Kg
Deformacion limite proporcional	4.23	mm
Esfuero al limite proporcional	572.38	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	129901	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-05

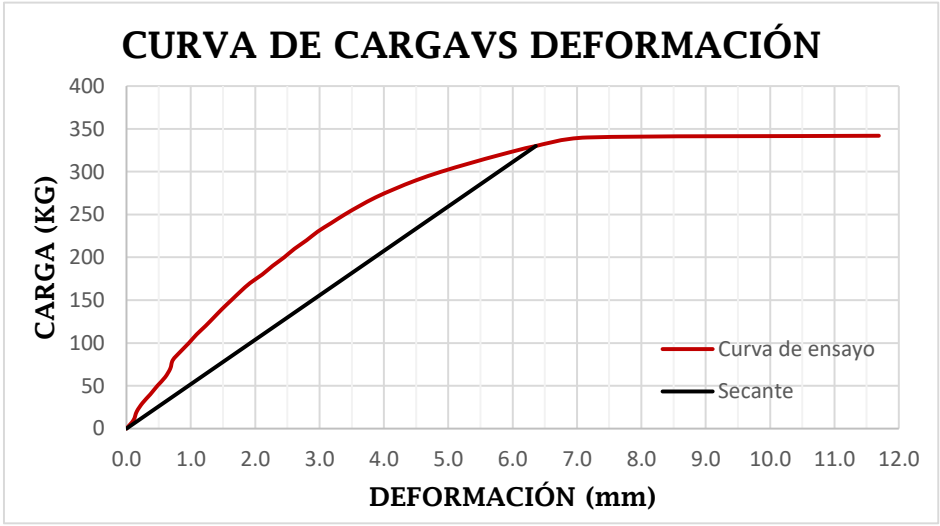
Datos de la probeta

Base	2.02	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	

Falla de muestra de madera MF-05

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.16
30.00	0.25
40.00	0.37
50.00	0.48
60.00	0.60
70.00	0.68
80.00	0.72
90.00	0.84
100.00	0.97
110.00	1.09
120.00	1.23
130.00	1.36
140.00	1.49
150.00	1.63
160.00	1.77
170.00	1.92
180.00	2.11
190.00	2.27
200.00	2.45
210.00	2.61
220.00	2.80
230.00	2.97

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
240.00	3.18
250.00	3.39
260.00	3.62
270.00	3.87
280.00	4.17
290.00	4.50
300.00	4.89
310.00	5.34
320.00	5.82
330.00	6.36
340.00	7.16
342.00	11.69



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	342	Kg
Deformación max	11.69	mm
Carga al límite proporcional	330.00	Kg
Deformacion limite proporcional	6.36	mm
Esfuero al limite proporcional	724.23	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	109318	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-06

Datos de la probeta

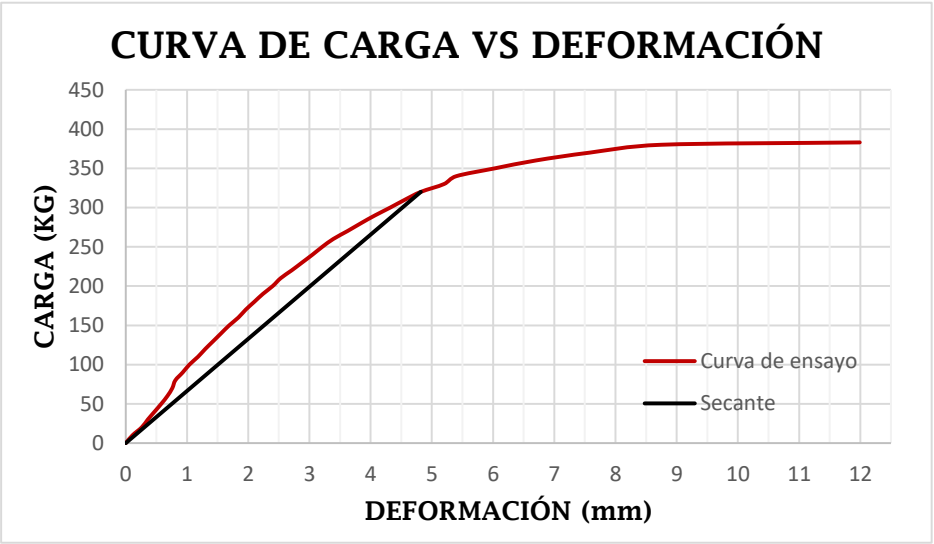
Base	2.02	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm

Procedencia: Distrito de yucay
Condición: Secada al aire

Falla de muestra de madera MF-06

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.26
30.00	0.36
40.00	0.47
50.00	0.58
60.00	0.68
70.00	0.76
80.00	0.81
90.00	0.93
100.00	1.04
110.00	1.18
120.00	1.30
130.00	1.43
140.00	1.56
150.00	1.69
160.00	1.84
170.00	1.96
180.00	2.10
190.00	2.24
200.00	2.40
210.00	2.53
220.00	2.71
230.00	2.88

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
240.00	3.05
250.00	3.21
260.00	3.39
270.00	3.62
280.00	3.84
290.00	4.07
300.00	4.32
310.00	4.56
320.00	4.82
330.00	5.20
340.00	5.40
350.00	6.03
360.00	6.70
370.00	7.58
380.00	8.75
383.00	11.99



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	383	Kg
Deformación max	11.99	mm
Carga al límite proporcional	320.00	Kg
Deformacion limite proporcional	4.82	mm
Esfuero al limite proporcional	702.28	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	139874	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-07

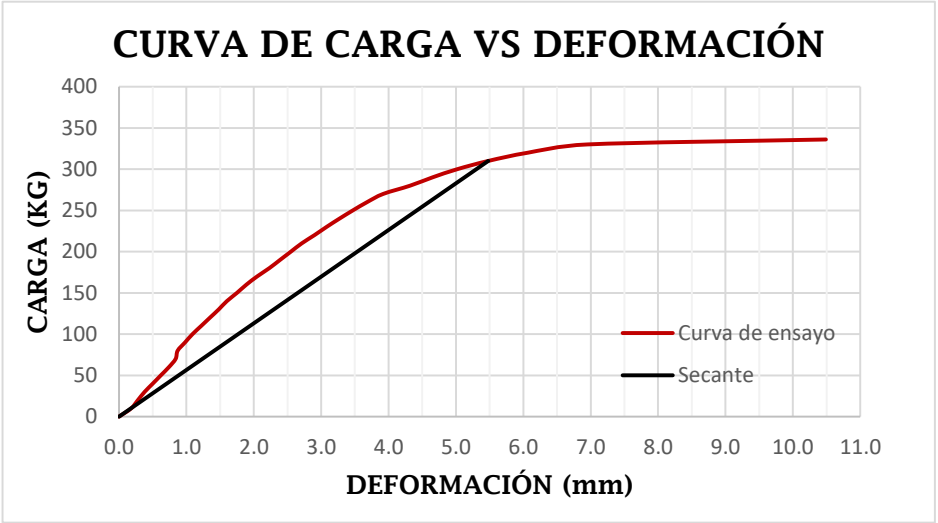
Datos de la probeta

Base	2.02	cm
Alto	2.02	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	

Falla de muestra de madera MF-07

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.18
20.00	0.28
30.00	0.38
40.00	0.50
50.00	0.62
60.00	0.74
70.00	0.84
80.00	0.87
90.00	0.98
100.00	1.09
110.00	1.22
120.00	1.35
130.00	1.48
140.00	1.60
150.00	1.75
160.00	1.89
170.00	2.05
180.00	2.23
190.00	2.39
200.00	2.55
210.00	2.71
220.00	2.90

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
230.00	3.08
240.00	3.27
250.00	3.47
260.00	3.68
270.00	3.92
280.00	4.32
290.00	4.65
300.00	5.02
310.00	5.48
320.00	6.07
330.00	6.95
336.00	10.49



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	336	Kg
Deformación max	10.49	mm
Carga al límite proporcional	310.00	Kg
Deformacion limite proporcional	5.48	mm
Esfuero al limite proporcional	670.28	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	117422	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-08

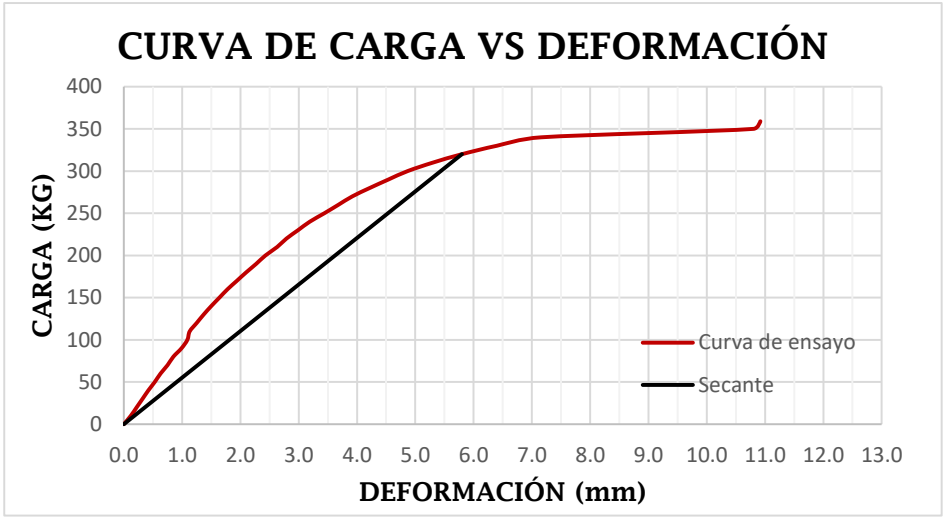
Datos de la probeta

Base	2.01	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	

Falla de muestra de madera MF-08

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.12
20.00	0.22
30.00	0.32
40.00	0.42
50.00	0.53
60.00	0.63
70.00	0.75
80.00	0.85
90.00	0.99
100.00	1.09
110.00	1.13
120.00	1.25
130.00	1.37
140.00	1.50
150.00	1.64
160.00	1.78
170.00	1.94
180.00	2.10
190.00	2.27
200.00	2.43
210.00	2.63
220.00	2.79
230.00	2.99

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
240.00	3.19
250.00	3.44
260.00	3.68
270.00	3.92
280.00	4.22
290.00	4.54
300.00	4.87
310.00	5.30
320.00	5.80
330.00	6.40
340.00	7.16
350.00	10.80
359.00	10.92



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	359	Kg
Deformación max	10.92	mm
Carga al límite proporcional	320.00	Kg
Deformacion limite proporcional	5.80	mm
Esfuero al limite proporcional	705.78	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	116818	Kg/cm2

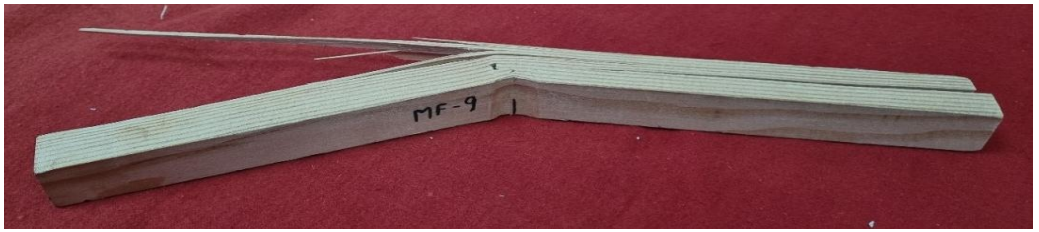
FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-09

Datos de la probeta

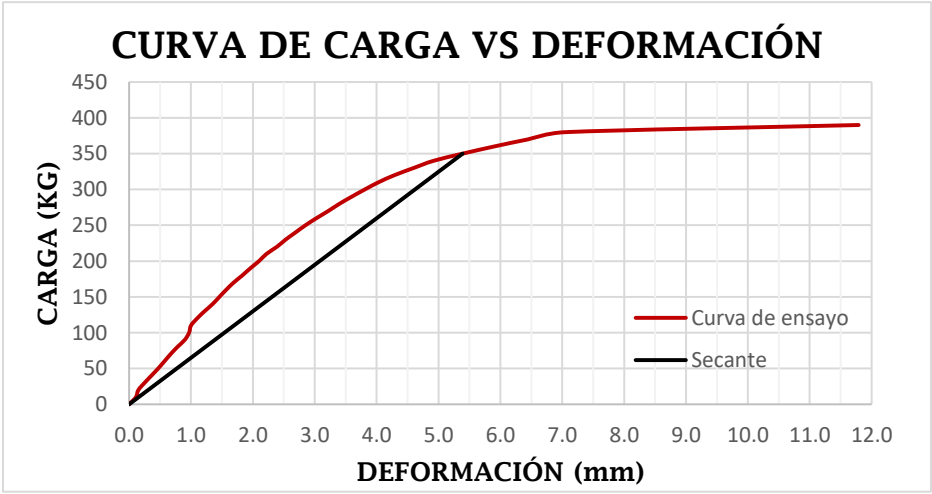
Base	2.02	cm
Alto	2.02	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	



Falla de muestra de madera MF-09

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.15
30.00	0.25
40.00	0.36
50.00	0.47
60.00	0.57
70.00	0.67
80.00	0.78
90.00	0.90
100.00	0.97
110.00	1.00
120.00	1.10
130.00	1.22
140.00	1.35
150.00	1.46
160.00	1.57
170.00	1.69
180.00	1.83
190.00	1.96
200.00	2.10
210.00	2.22
220.00	2.39

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
230.00	2.53
240.00	2.69
250.00	2.85
260.00	3.03
270.00	3.22
280.00	3.40
290.00	3.60
300.00	3.81
310.00	4.03
320.00	4.29
330.00	4.60
340.00	4.92
350.00	5.39
360.00	5.90
370.00	6.45
380.00	7.05
390.00	11.79



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	390	Kg
Deformación max	11.79	mm
Carga al límite proporcional	756.77	Kg
Deformacion limite proporcional	5.39	mm
Esfuero al limite proporcional	350.00	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	134787	Kg/cm2

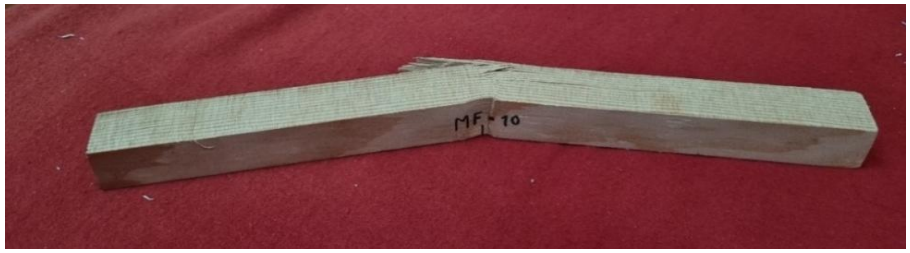
FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-10

Datos de la probeta

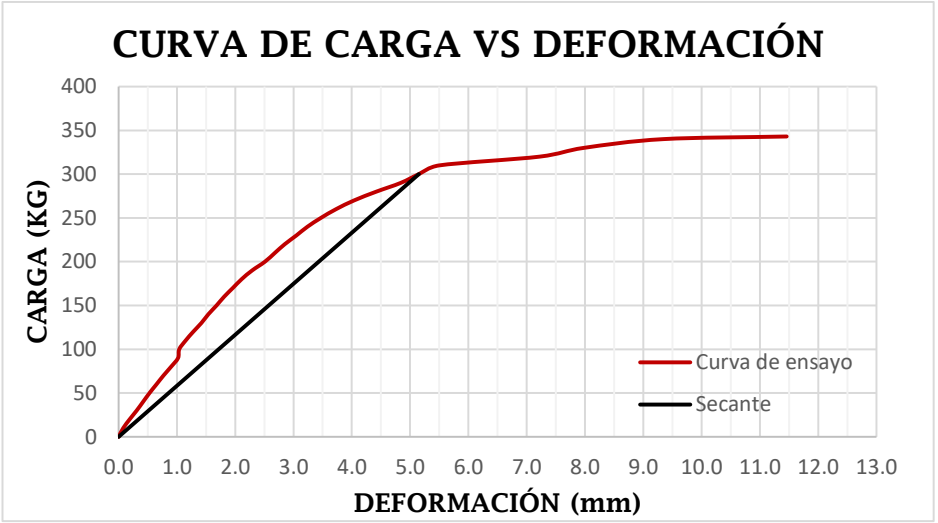
Base	2.01	cm
Alto	2.02	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	



Falla de muestra de madera MF-10

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.08
20.00	0.19
30.00	0.31
40.00	0.42
50.00	0.53
60.00	0.65
70.00	0.77
80.00	0.90
90.00	1.02
100.00	1.04
110.00	1.15
120.00	1.28
130.00	1.42
140.00	1.54
150.00	1.68
160.00	1.81
170.00	1.96
180.00	2.11
190.00	2.29
200.00	2.51
210.00	2.68
220.00	2.85

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
230.00	3.05
240.00	3.24
250.00	3.47
260.00	3.73
270.00	4.04
280.00	4.42
290.00	4.84
300.00	5.15
310.00	5.50
320.00	7.22
330.00	7.98
340.00	9.34
343.00	11.46



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	343	Kg
Deformación max	11.46	mm
Carga al límite proporcional	300.00	Kg
Deformacion limite proporcional	5.15	mm
Esfuero al limite proporcional	651.89	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	121517	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-11

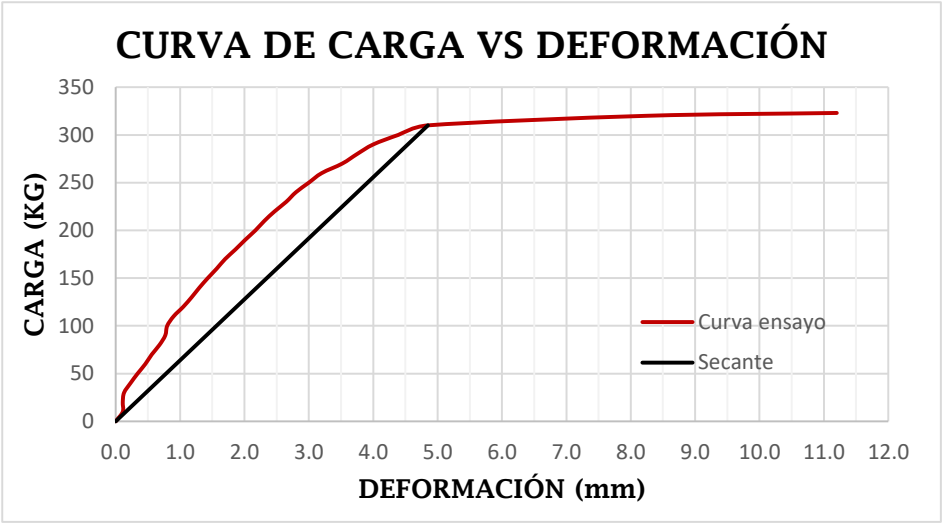
Datos de la probeta

Base	2.02	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	

Falla de muestra de madera MF-11

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.11
30.00	0.13
40.00	0.23
50.00	0.34
60.00	0.46
70.00	0.56
80.00	0.68
90.00	0.77
100.00	0.80
110.00	0.90
120.00	1.05
130.00	1.18
140.00	1.30
150.00	1.43
160.00	1.57
170.00	1.70
180.00	1.86
190.00	2.01
200.00	2.17
210.00	2.31
220.00	2.47

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
230.00	2.65
240.00	2.80
250.00	3.00
260.00	3.20
270.00	3.52
280.00	3.75
290.00	4.00
300.00	4.39
310.00	4.85
320.00	8.24
323.00	11.20



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	323	Kg
Deformación max	11.2	mm
Carga al límite proporcional	310.00	Kg
Deformacion limite proporcional	4.85	mm
Esfuero al limite proporcional	680.34	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	134665	Kg/cm2

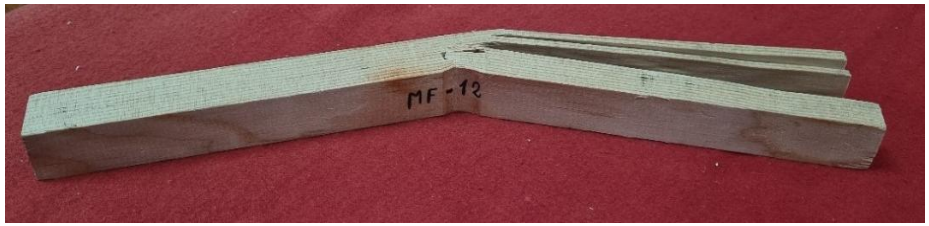
FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-12

Datos de la probeta

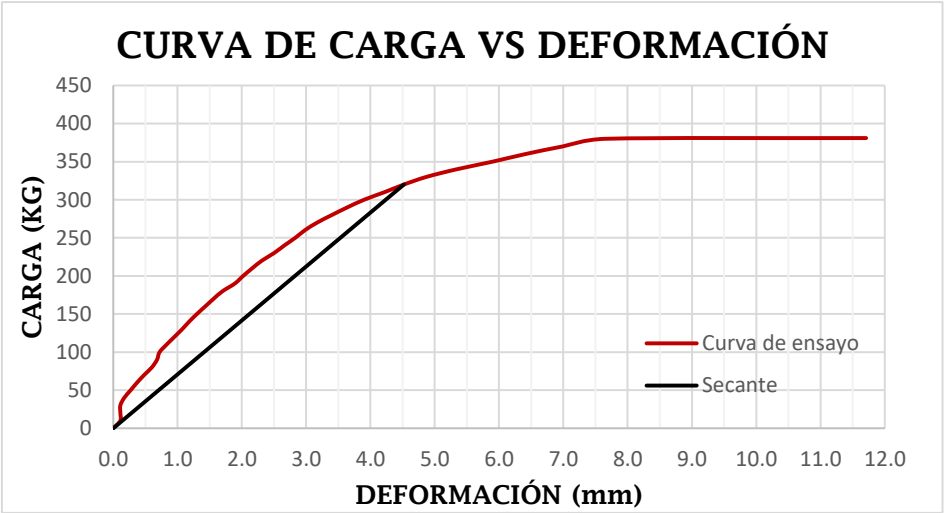
Base	2.02	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	



Falla de muestra de madera MF-12

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.11
30.00	0.11
40.00	0.17
50.00	0.27
60.00	0.37
70.00	0.48
80.00	0.60
90.00	0.68
100.00	0.72
110.00	0.83
120.00	0.95
130.00	1.07
140.00	1.18
150.00	1.30
160.00	1.43
170.00	1.56
180.00	1.70
190.00	1.89
200.00	2.02
210.00	2.16
220.00	2.31
230.00	2.50

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
240.00	2.66
250.00	2.83
260.00	2.98
270.00	3.17
280.00	3.40
290.00	3.64
300.00	3.90
310.00	4.22
320.00	4.52
330.00	4.87
340.00	5.34
350.00	5.90
360.00	6.41
370.00	6.99
380.00	7.65
381.00	11.71



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

Carga max	381	Kg
Deformación max	11.71	mm
Carga al límite proporcional	320.00	Kg
Deformacion limite proporcional	4.52	mm
Esfuero al limite proporcional	702.28	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	149158	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555 **Fecha:** 27/03/2024 **Muestra:** MF-13

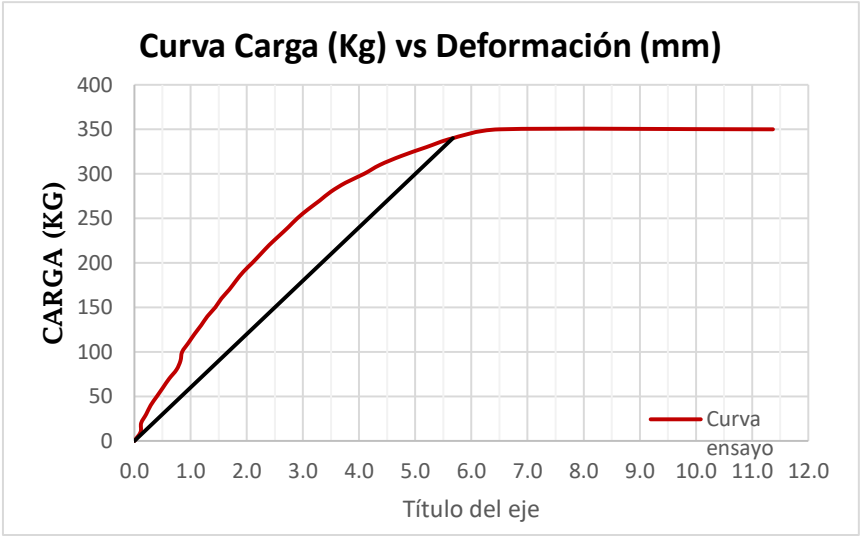
Datos de la probeta

Base	2.01	cm
Alto	2.02	cm
Largo	30	cm
Distancia entre soportes (Luz de probeta)		
L	24	cm
Procedencia:	Distrito de yucay	
Condición:	Secada al aire	

Falla de muestra de madera MF-13

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.00
10.00	0.11
20.00	0.12
30.00	0.21
40.00	0.29
50.00	0.40
60.00	0.51
70.00	0.62
80.00	0.75
90.00	0.82
100.00	0.85
110.00	0.96
120.00	1.07
130.00	1.19
140.00	1.30
150.00	1.44
160.00	1.55
170.00	1.69
180.00	1.81
190.00	1.94
200.00	2.10
210.00	2.25
220.00	2.40
230.00	2.57

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
240.00	2.74
250.00	2.90
260.00	3.09
270.00	3.30
280.00	3.50
290.00	3.76
300.00	4.09
310.00	4.37
320.00	4.75
330.00	5.20
340.00	5.67
350.00	6.50
350.00	11.37



RESULTADOS DEL ENSAYO EN LABORATORIO

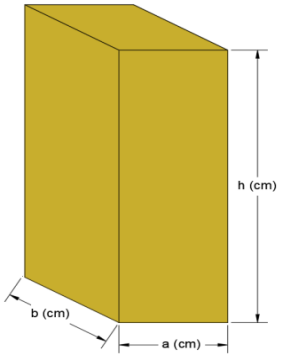
Carga max	350	Kg
Deformación max	11.37	mm
Carga al límite proporcional	340.00	Kg
Deformacion limite proporcional	5.67	mm
Esfuero al limite proporcional	738.81	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	125089	Kg/cm2

Madera para restauración

ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

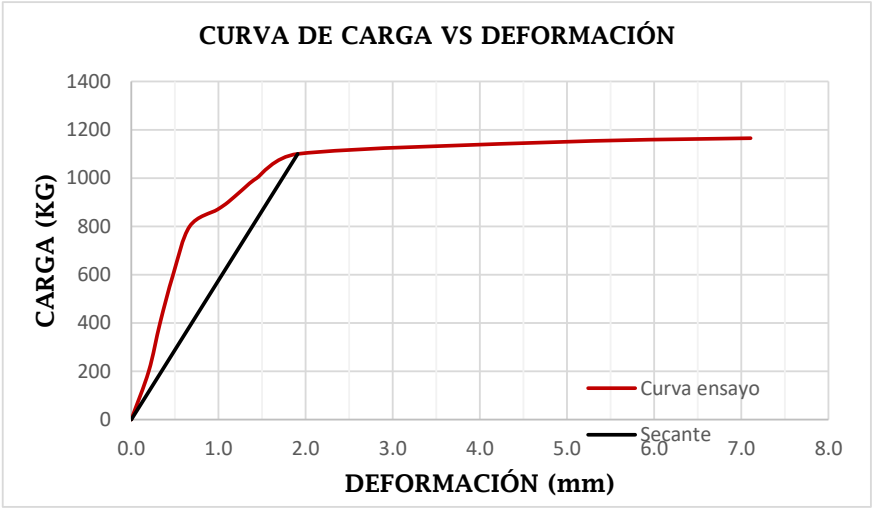


Falla de muestra de madera

DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-01	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	7.89	gr
Volumen de la probeta:	18.00	cm3
Densidad:	0.44	gr/cm3

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0.00	0.000
200.00	0.200
400.00	0.330
600.00	0.480
800.00	0.670
870.00	0.990
900.00	1.110
950.00	1.270
1000.00	1.440
1100.00	1.910
1150.00	4.970
1165.00	7.107



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1165
Deformación max (mm)	7.11
Carga al límite proporcional (Kg)	1100
Deformacion límite proporcional (mm)	1.91
Esfuero al límite proporcional (Kg/cm2)	275.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	14398

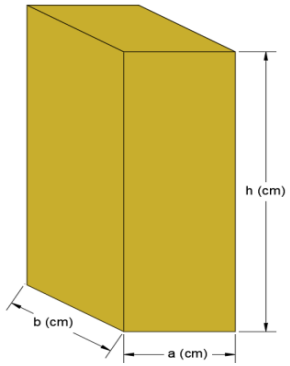
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

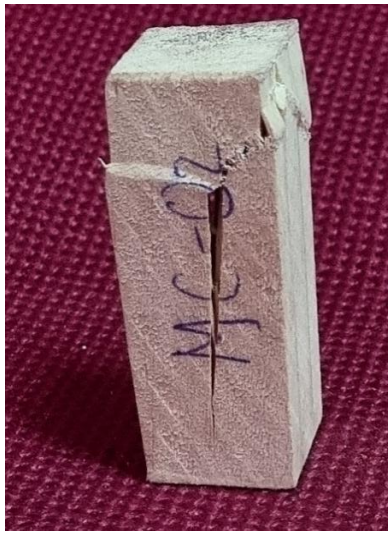
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

DATOS DE LA PROBETA

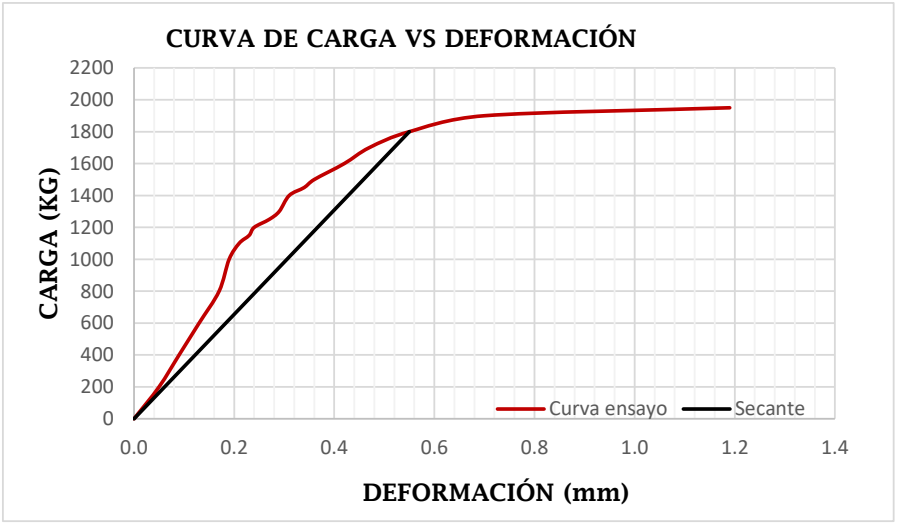
Muestra:	MC-02	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6.05	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.74	gr
Volumen de la probeta:	19.00	cm3
Densidad:	0.51	gr/cm3





Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
200	0.05
400	0.09
600	0.13
800	0.17
1000	0.19
1100	0.21
1150	0.23
1200	0.24
1300	0.29
1400	0.31
1450	0.34
1500	0.36
1600	0.42
1700	0.47
1800	0.55
1900	0.70
1950	1.19
1965	2.80



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1900
Deformación max (mm)	0.70
Carga al límite proporcional (Kg)	1800
Deformacion límite proporcional (mm)	0.55
Esfuero al límite proporcional (Kg/cm2)	450.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	81818

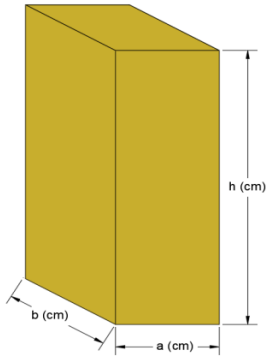
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

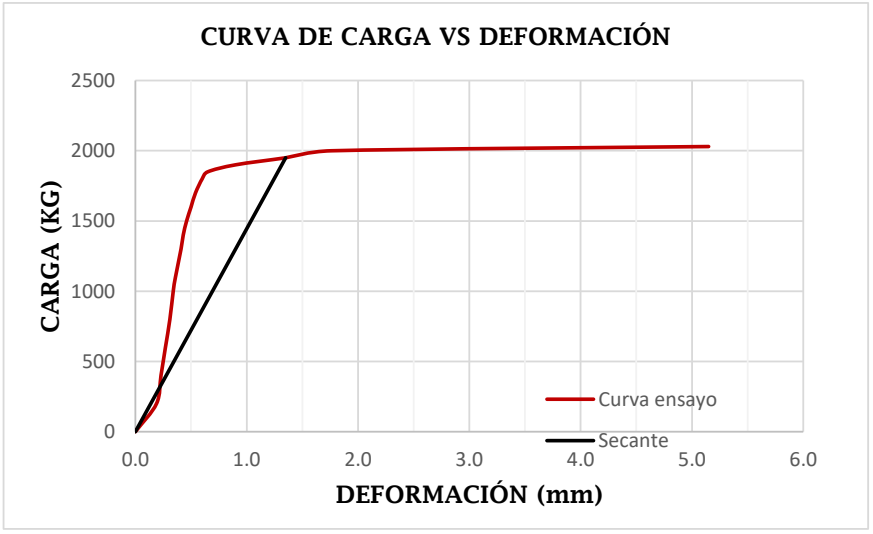
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-03	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.05	cm
Base (b)	2.10	cm
Largo (L)	6.1	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.69	gr
Volumen de la probeta:	18.00	cm3
Densidad:	0.54	gr/cm3



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
200	0.19
400	0.23
600	0.27
800	0.31
1000	0.34
1100	0.36
1300	0.41
1400	0.43
1500	0.46
1600	0.50
1700	0.54
1800	0.60
1850	0.65
1900	0.90
1950	1.35
2000	1.76
2030	5.15



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	2000
Deformación max (mm)	1.76
Carga al límite	1950
Deformacion limite	1.35
Esfuero al limite	453.0
Modulo de elasticidad	33553

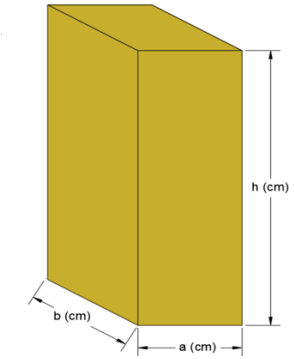
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

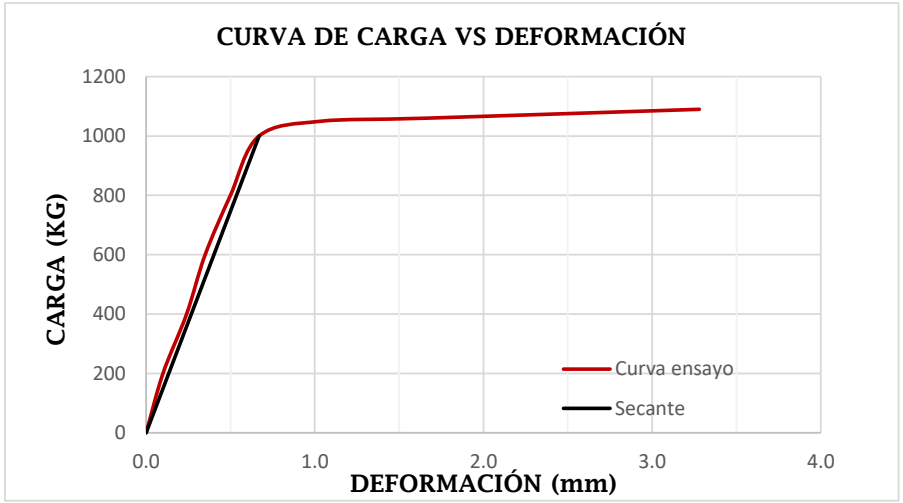
Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

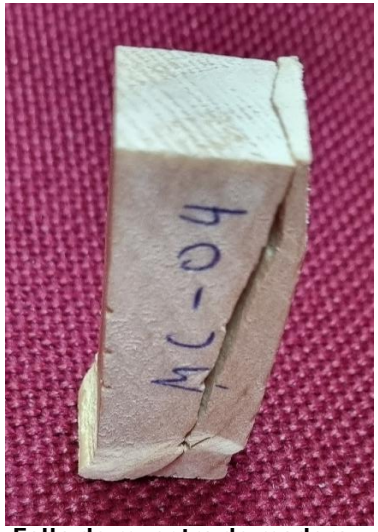
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-04	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.10	cm
Base (b)	2.05	cm
Largo (L)	6.05	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	8.36	gr
Volumen de la probeta:	19.00	cm3
Densidad:	0.44	gr/cm3



Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
200	0.10
400	0.24
600	0.35
800	0.50
1000	0.67
1050	1.04
1060	1.66
1090	3.28





Falla de muestra de madera

Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1090
Deformación max (mm)	3.28
Carga al límite proporcional (Kg)	1000
Deformacion limite proporcional (mm)	0.67
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	0.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	20975

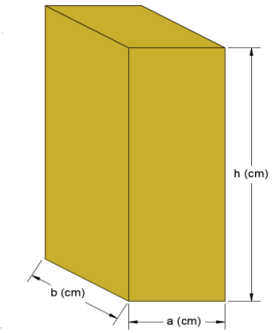
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464 **Fecha:** 27/03/2024 **Tipo** Pino Radiata

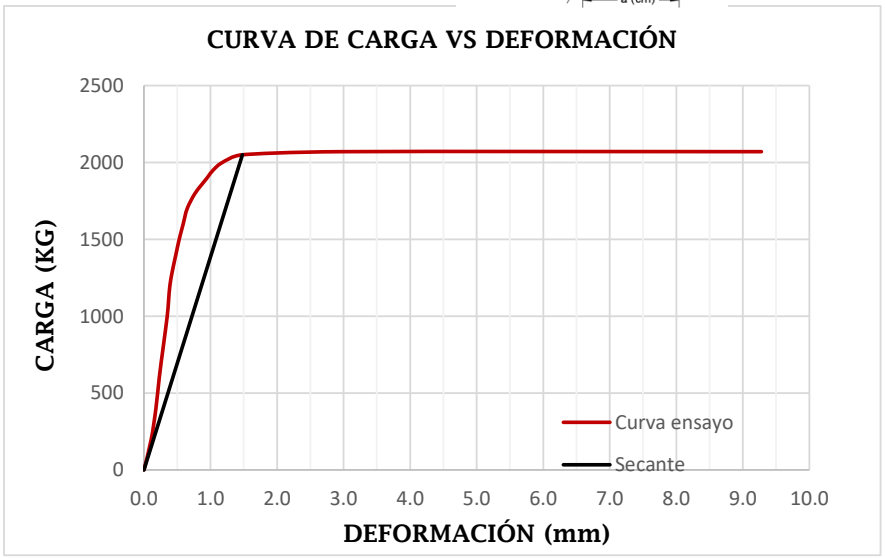
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-05	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.05	cm
Base (b)	2.01	cm
Largo (L)	6.05	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.78	gr
Volumen de la probeta:	18.00	cm3
Densidad:	0.54	gr/cm3



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
200	0.11
400	0.18
600	0.23
800	0.29
1000	0.35
1100	0.37
1200	0.39
1300	0.43
1400	0.48
1500	0.53
1600	0.59
1700	0.65
1800	0.77
1900	0.95
1950	1.04
2000	1.18
2050	1.48
2070	9.28



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	2000
Deformación max (mm)	1.18
Carga al límite proporcional (Kg)	2050
Deformacion limite proporcional (mm)	1.48
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	497.5
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	20338

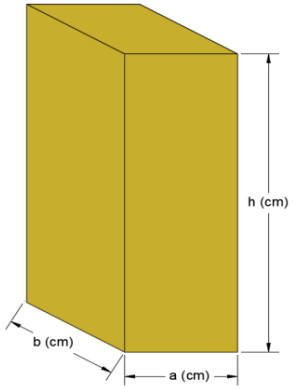
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

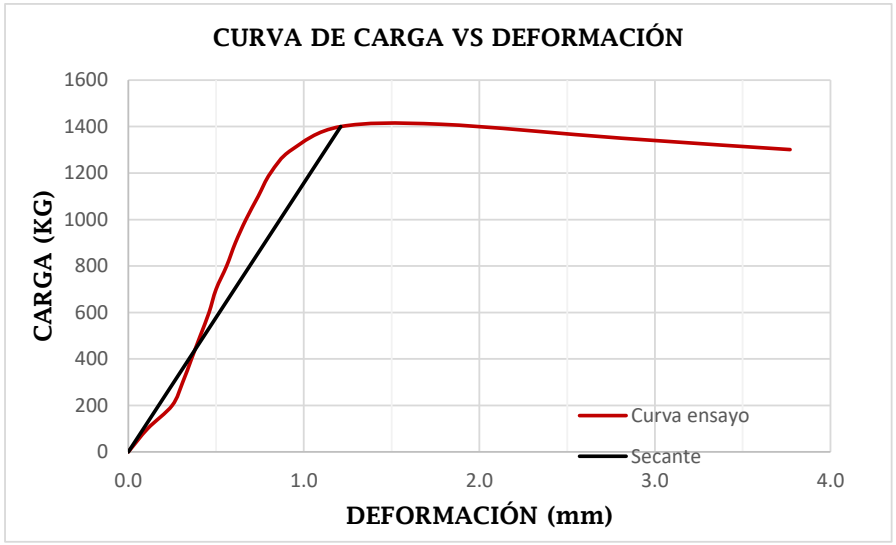
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-06	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.10	cm
Base (b)	2.05	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.35	gr
Volumen de la probeta:	19.00	cm3
Densidad:	0.49	gr/cm3



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
100	0.11
200	0.25
300	0.31
400	0.36
500	0.41
600	0.46
700	0.50
800	0.56
900	0.61
1000	0.67
1100	0.74
1200	0.81
1300	0.93
1400	1.21
1410	1.78
1350	2.81
1301	3.77



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1410
Deformación max (mm)	3.77
Carga al limite proporcional (Kg)	1400
Deformacion limite proporcional (mm)	1.21
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	325.2
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	26876

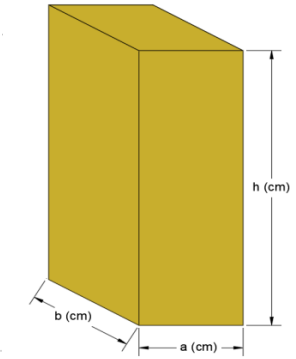
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

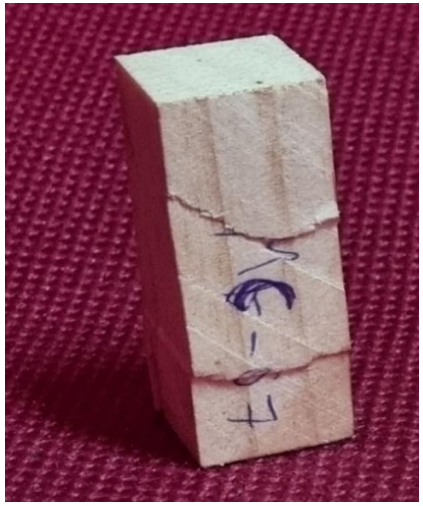
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464 **Fecha:** 27/03/2024 **Tipo** Pino Radiata

DATOS DE LA PROBETA

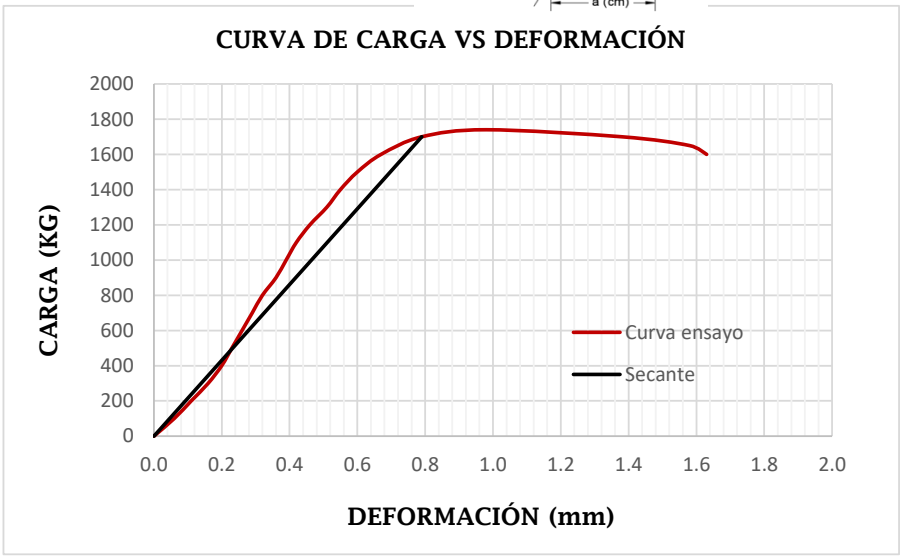
Muestra:	MC-07	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.05	cm
Base (b)	2.01	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.98	gr
Volumen de la probeta:	21.00	cm3
Densidad:	0.48	gr/cm3





Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
100	0.06
200	0.11
300	0.16
400	0.20
500	0.23
600	0.26
700	0.29
800	0.32
900	0.36
1000	0.39
1100	0.42
1200	0.46
1300	0.51
1400	0.55
1500	0.60
1600	0.67
1700	0.79
1740	0.98
1700	1.38
1650	1.58



RESULTADOS DEL ENSAYO

Carga max (Kg)	1700
Deformación max (mm)	0.79
Carga al límite proporcional (Kg)	1700
Deformacion limite proporcional (mm)	0.79
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	412.6
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	17938

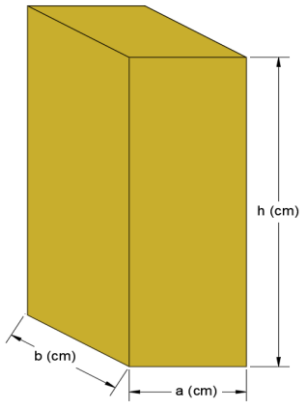
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

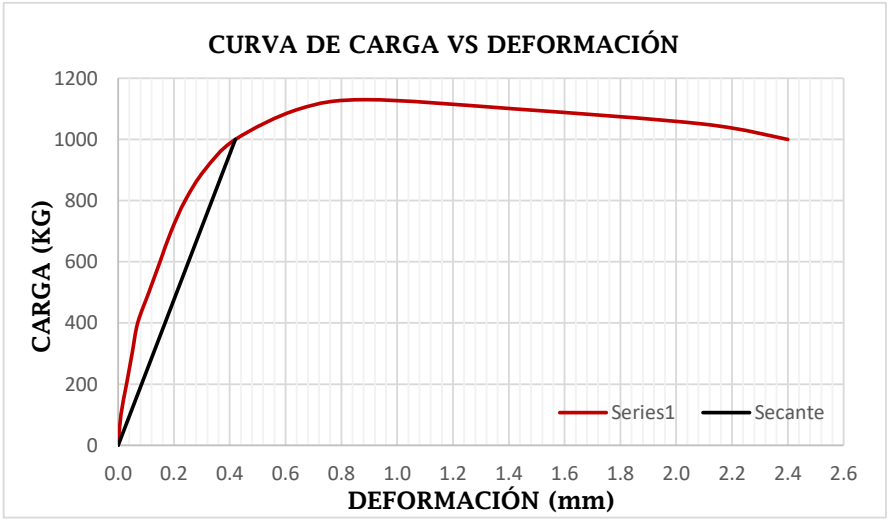
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-08	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.10	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.98	gr
Volumen de la probeta:	20.00	cm3
Densidad:	0.50	gr/cm3



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
100	0.01
200	0.03
300	0.05
400	0.07
500	0.11
600	0.15
700	0.19
800	0.24
900	0.31
1000	0.42
1100	0.65
1130	0.89
1100	1.42
1050	2.10
1000	2.40



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1130
Deformación max (mm)	2.40
Carga al límite proporcional (Kg)	1000
Deformacion limite proporcional (mm)	0.42
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	238.1
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	34014

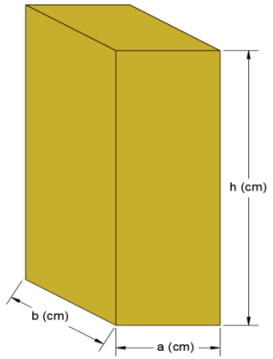
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

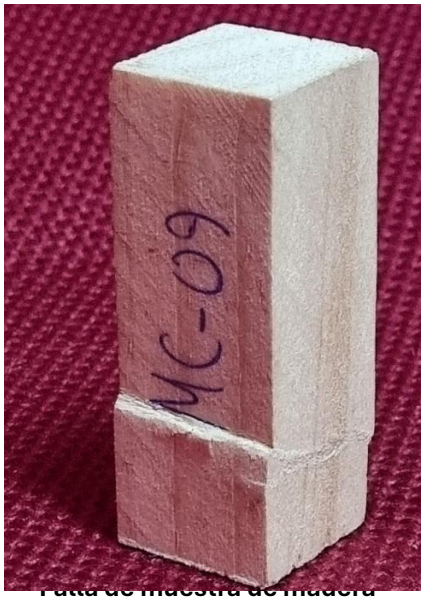
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

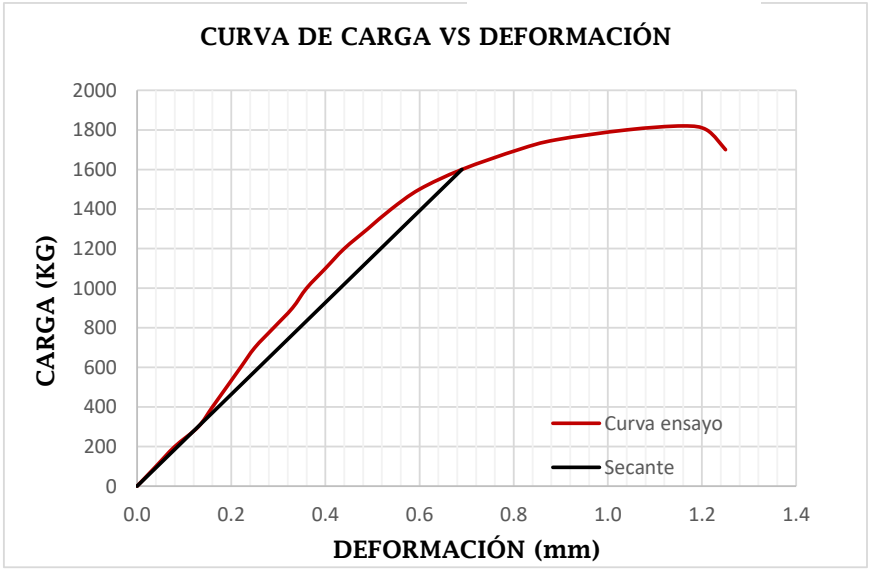
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-09	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.20	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.73	gr
Volumen de la probeta:	20.00	cm3
Densidad:	0.49	gr/cm3





Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
100	0.04
200	0.08
300	0.13
400	0.16
500	0.19
600	0.22
700	0.25
800	0.29
900	0.33
1000	0.36
1100	0.40
1200	0.44
1300	0.49
1400	0.54
1500	0.60
1600	0.69
1700	0.81
1750	0.89
1800	1.04
1820	1.16



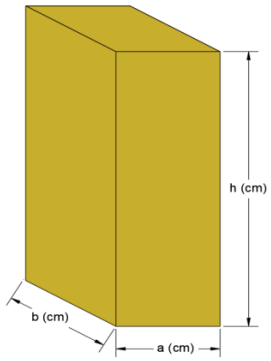
Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1700
Deformación max (mm)	0.81
Carga al limite proporcional (Kg)	1600
Deformacion limite proporcional (mm)	0.69
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	363.6
Modulo de elasticidad	52701

ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

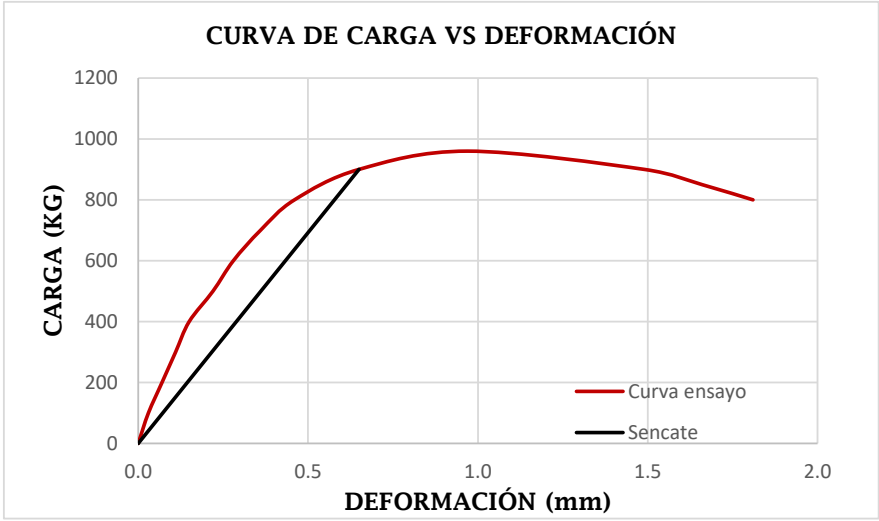


Falla de muestra de madera

DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-10	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	1.95	cm
Base (b)	2.05	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	7.86	gr
Volumen de la probeta:	20.00	cm3
Densidad:	0.39	gr/cm3

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
100	0.03
200	0.07
300	0.11
400	0.15
500	0.22
600	0.28
700	0.36
800	0.46
900	0.65
960	0.97
900	1.49
850	1.66
800	1.81



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	960
Deformación max (mm)	1.81
Carga al limite proporcional (Kg)	900
Deformacion limite proporcional (mm)	0.65
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	225.1
Modulo de elasticidad	34637

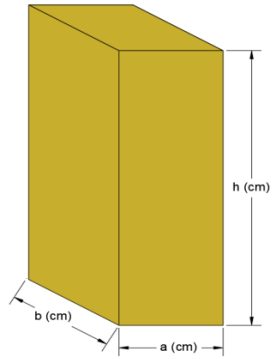
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

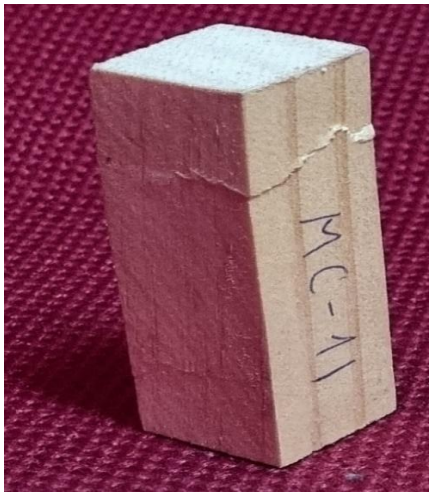
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

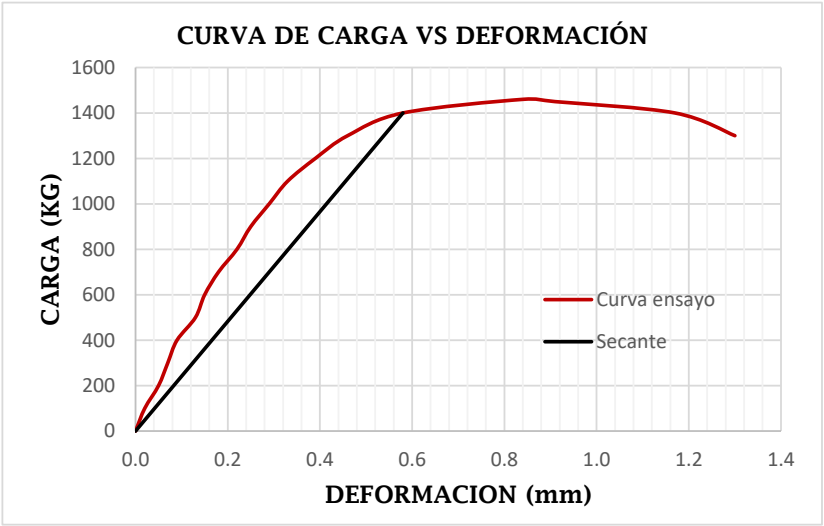
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-11	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	2.00	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	9.95	gr
Volumen de la probeta:	21.00	cm3
Densidad:	0.47	gr/cm3





Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
100	0.02
200	0.05
300	0.07
400	0.09
500	0.13
600	0.15
700	0.18
800	0.22
900	0.25
1000	0.29
1100	0.33
1200	0.39
1300	0.46
1400	0.58
1460	0.84
1450	0.91
1400	1.17
1300	1.30



Falla de muestra de madera

Resumen de ensayo	
Carga max (Kg)	1460
Deformación max (mm)	1.17
Carga al límite proporcional (Kg)	1400
Deformacion limite proporcional (mm)	0.58
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	350.0
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	25000

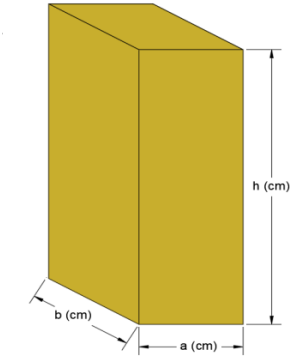
ENSAYO COMPRESION AXIAL PARALELA A LAS FIBRAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 464
Fecha: 27/03/2024
Tipo Pino Radiata

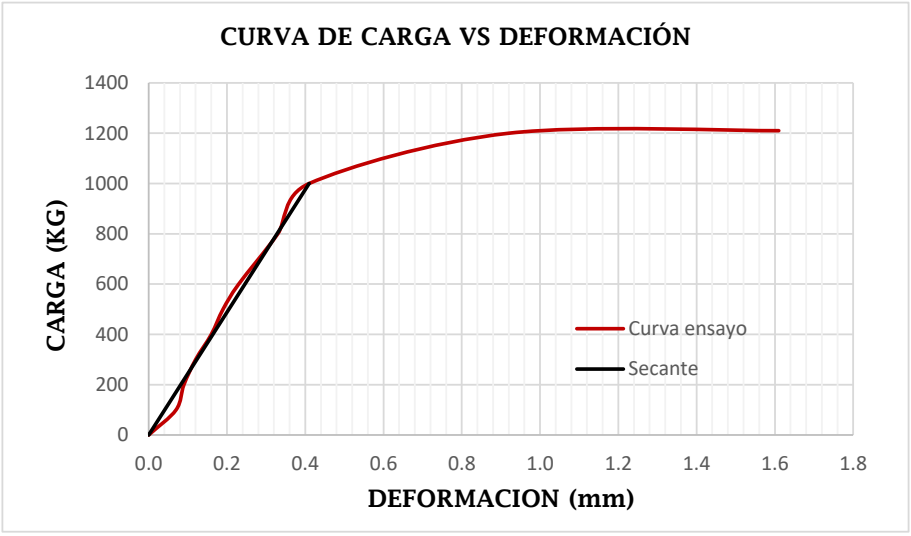
DATOS DE LA PROBETA

Muestra:	MC-12	
Equipo	Maquina de Ensayo Universal	
Alto (a)	2.00	cm
Base (b)	1.95	cm
Largo (L)	6	cm
Condicion:	Seca al aire	
Peso seco al aire:	8.12	gr
Volumen de la probeta:	18.00	cm3
Densidad:	0.45	gr/cm3



Falla de muestra de madera

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
100	0.07
200	0.09
300	0.12
400	0.16
500	0.19
600	0.23
800	0.33
1000	0.41
1200	0.92



Resumen de ensayo

Carga max (Kg)	1200
Deformación max (mm)	0.92
Carga al límite proporcional (Kg)	1000
Deformacion limite proporcional (mm)	0.41
Esfuero al limite proporcional (Kg/cm2)	256.4
Modulo de elasticidad (Kg/cm2)	62539

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

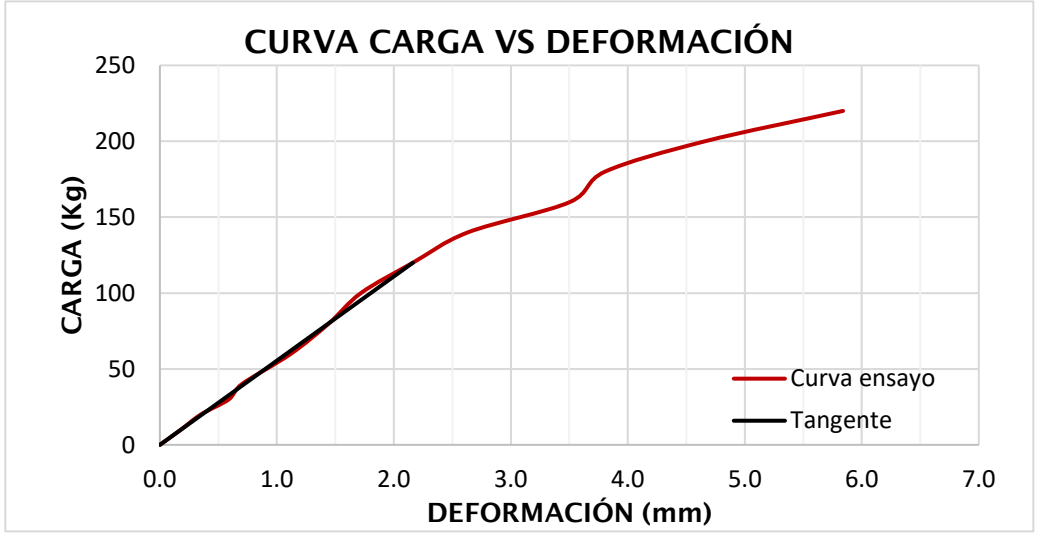
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-01

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30.01	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
10	0.18
20	0.35
30	0.59
40	0.70
60	1.12
80	1.44
100	1.72
120	2.16
140	2.63
160	3.51
180	3.80
200	4.66
220	5.84



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	220	Kg
Deformación máxima	5.83965	mm
Carga al límite proporcional	120.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.16	mm
Esfuero al limite proporcional	265.99	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	118046	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

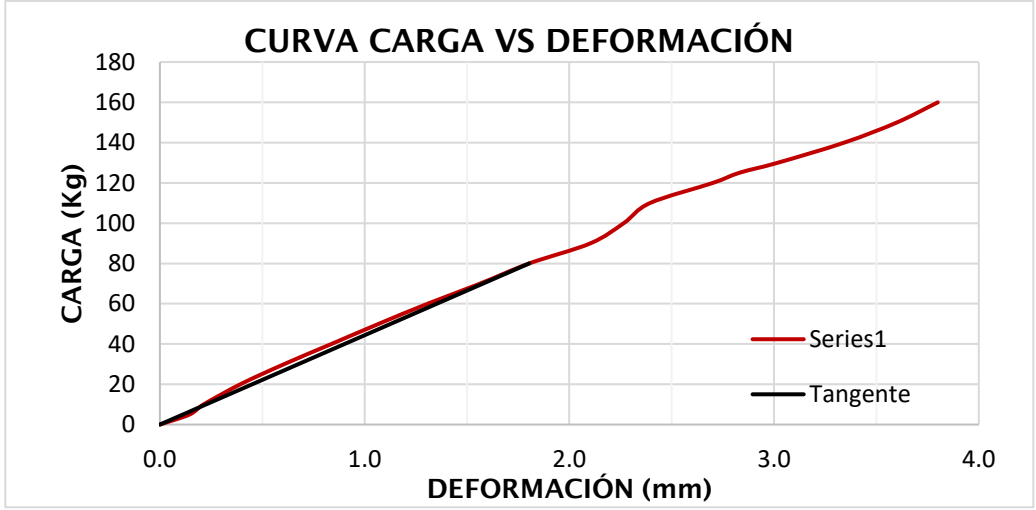
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-02

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	1.98	cm
Alto	1.99	cm
Largo	29.95	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
10	0.21
20	0.39
30	0.61
40	0.84
50	1.07
60	1.31
70	1.56
80	1.80
90	2.10
100	2.27
110	2.39
120	2.70
125	2.83
130	3.02
140	3.34
150	3.60
160	3.80



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	160	Kg
Deformación máxima	3.34	mm
Carga al límite proporcional	80.00	Kg
Deformacion limite proporcional	1.80	mm
Esfuero al limite proporcional	184.57	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	98218	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

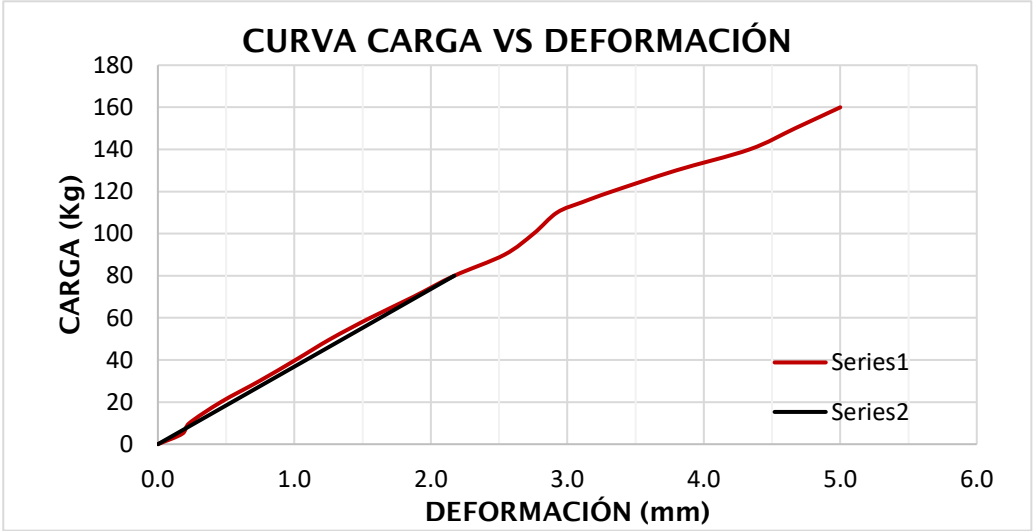
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-03

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	1.99	cm
Alto	1.98	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L 24 cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
10	0.23
20	0.46
30	0.74
40	1.01
50	1.27
60	1.56
70	1.87
80	2.17
90	2.54
100	2.75
110	2.92
115	3.11
120	3.33
130	3.80
140	4.33
150	4.67
160	5.00



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	160	Kg
Deformación máxima	4.67	mm
Carga al límite proporcional	80.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.17	mm
Esfuero al limite proporcional	186.44	Kg/cm2
Modulo de elasticidad		

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

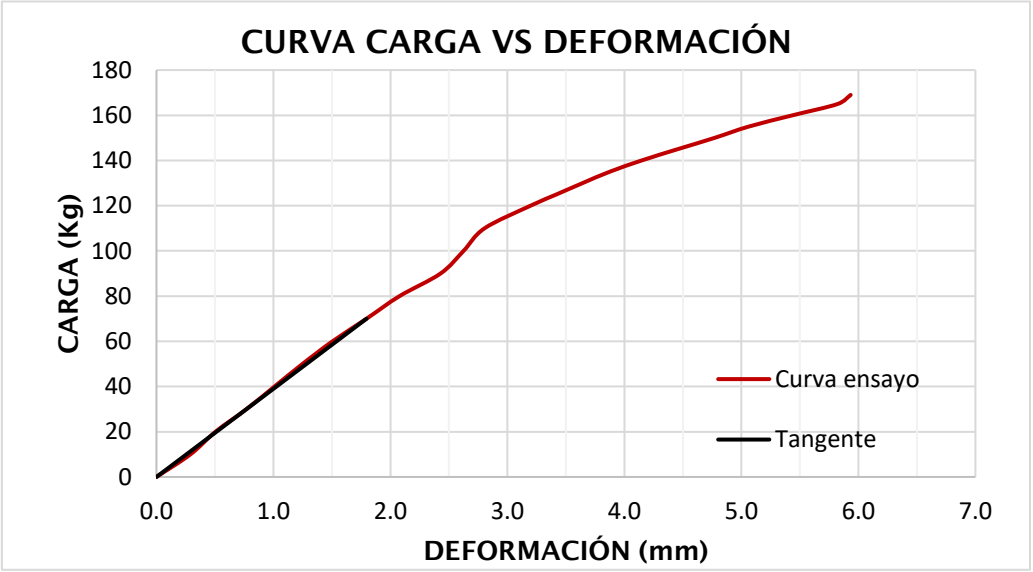
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-04

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	1.99	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
10	0.29
20	0.50
30	0.77
40	1.01
50	1.25
60	1.50
70	1.80
80	2.08
90	2.43
100	2.62
110	2.80
120	3.20
125	3.42
130	3.64
135	3.87
140	4.15
145	4.45
160	5.44
165	5.82
169	5.93



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	169	Kg
Deformación máxima	5.9337	mm
Carga al límite proporcional	70.00	Kg
Deformacion limite proporcional	1.80	mm
Esfuero al limite proporcional	155.94	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	83377	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACION CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

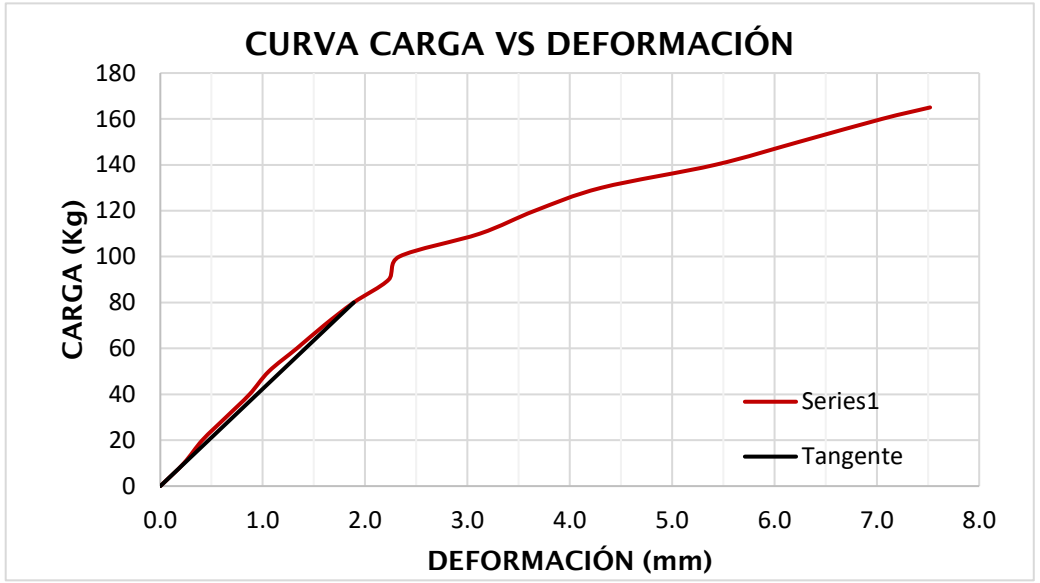
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-05

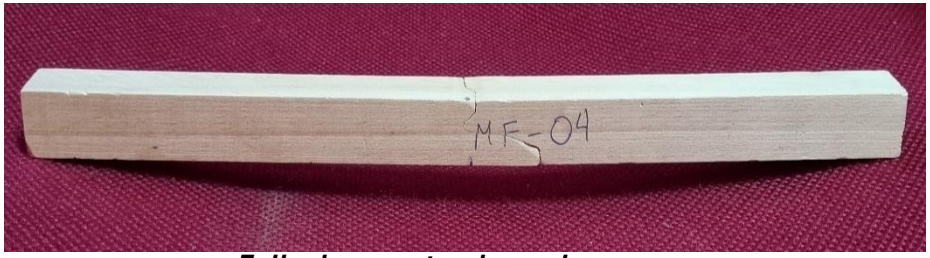
DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.01	cm
Alto	2.03	cm
Largo	30.04	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
10	0.23
20	0.41
30	0.64
40	0.87
50	1.06
60	1.33
70	1.60
80	1.89
90	2.23
100	2.33
110	3.12
120	3.66
130	4.31
140	5.42
150	6.24
160	7.05
165	7.52





Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	165	Kg
Deformación máxima	7.52	mm
Carga al límite proporcional	80.00	Kg
Deformacion limite proporcional	1.89	mm
Esfuero al limite proporcional	178.22	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	87020	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

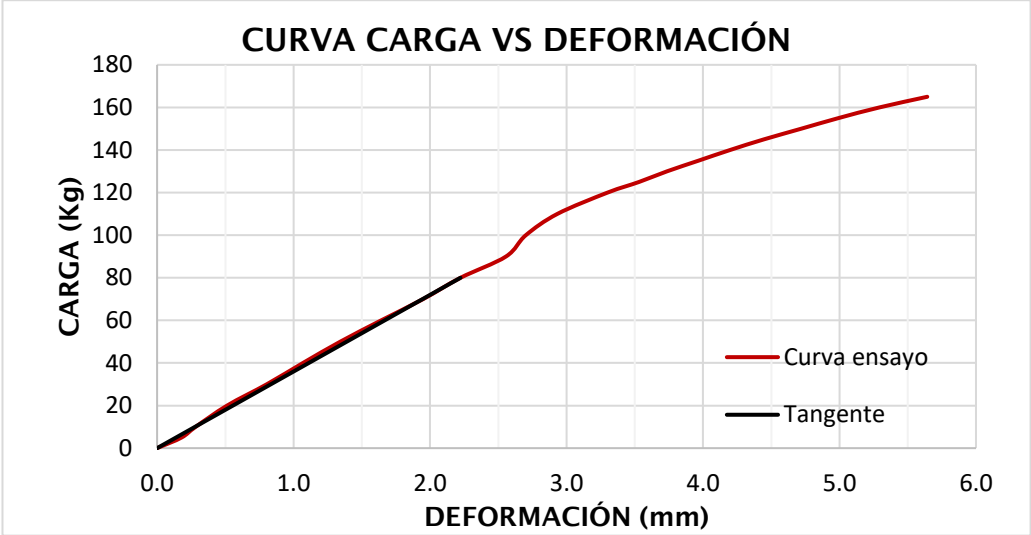
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-06

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.01	cm
Alto	1.99	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0
5	0.18
10	0.28
20	0.51
30	0.80
40	1.07
50	1.34
60	1.64
70	1.95
80	2.22
90	2.56
100	2.70
110	2.93
120	3.30
125	3.53
130	3.74
145	4.45
150	4.72
155	4.99
160	5.29
165	5.64



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	165	Kg
Deformación máxima	5.643	mm
Carga al límite proporcional	80.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.22	mm
Esfuero al limite proporcional	181.82	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	78518	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

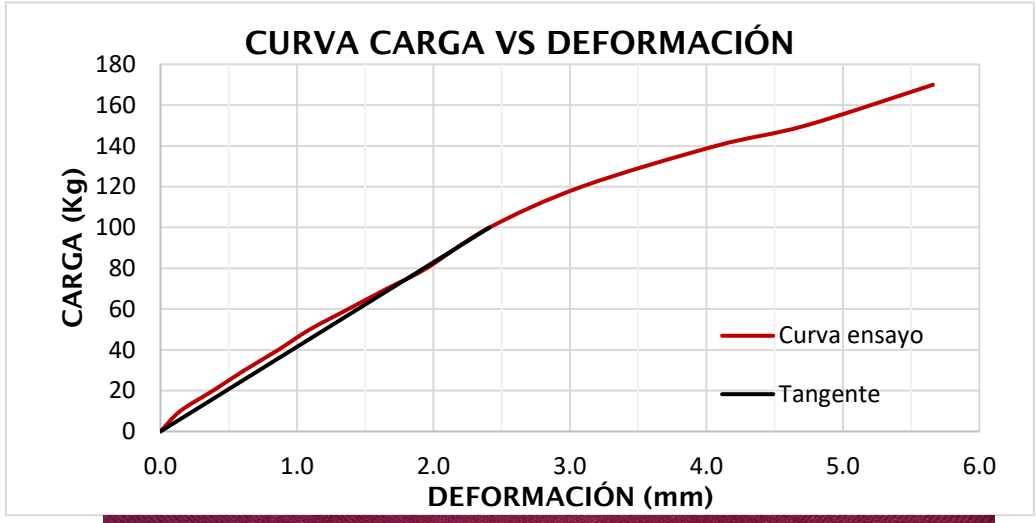
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-07

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	1.94	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
10	0.15
20	0.38
30	0.62
40	0.86
50	1.09
60	1.38
70	1.66
80	1.95
100	2.41
120	3.09
140	4.07
150	4.73
170	5.66



Falla de

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	170	Kg
Deformación máxima	5.6601	mm
Carga al límite proporcional	100.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.41	mm
Esfuero al limite proporcional	228.51	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	90985	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

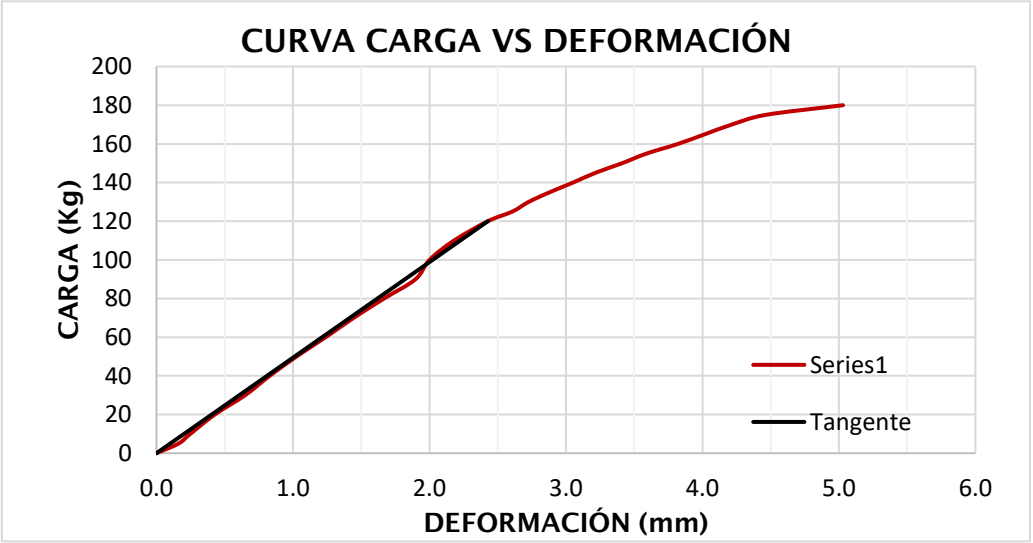
TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-08

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	1.99	cm
Alto	1.96	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)
L 24 cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
5	0.16
10	0.25
20	0.43
30	0.65
40	0.83
50	1.03
60	1.24
70	1.44
80	1.67
90	1.90
100	2.00
110	2.18
120	2.43
125	2.61
130	2.73
135	2.88
140	3.05
165	4.02
170	4.22
175	4.46
180	



Falla de

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	180	Kg
Deformación máxima	4.4631	mm
Carga al límite proporcional	120.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.43	mm
Esfuero al limite proporcional	288.31	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	113985	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

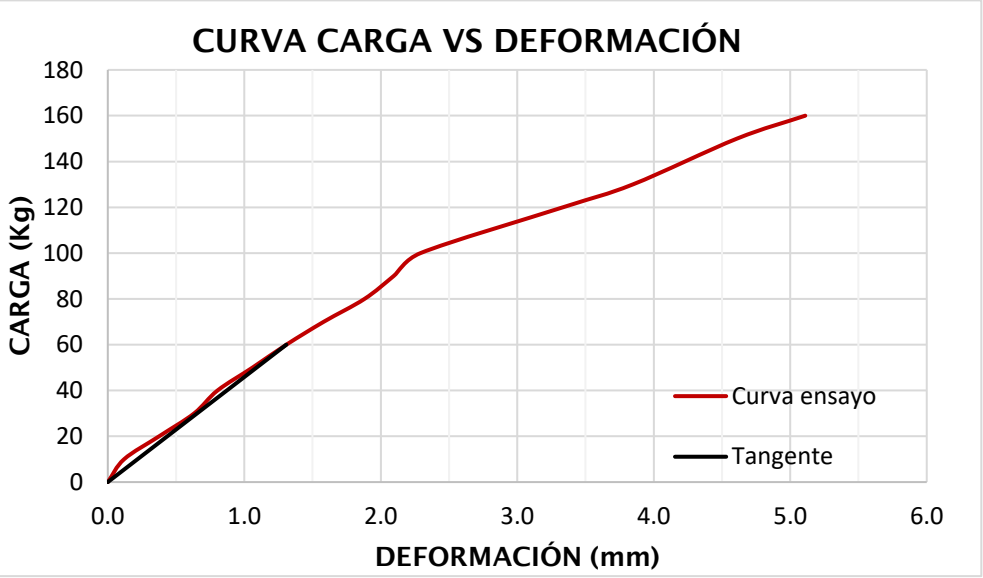
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-09

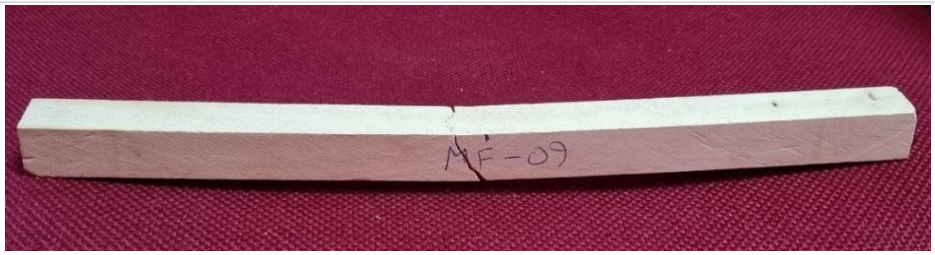
DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	1.99	cm
Alto	1.97	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
10	0.12
20	0.38
30	0.63
40	0.80
50	1.06
60	1.31
70	1.58
80	1.88
90	2.09
100	2.29
120	3.33
130	3.85
150	4.61
160	5.11





Falla de

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	160	Kg
Deformación máxima	5.11	mm
Carga al límite proporcional	60.00	Kg
Deformacion limite proporcional	1.31	mm
Esfuero al limite proporcional	141.97	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	104188	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACION CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

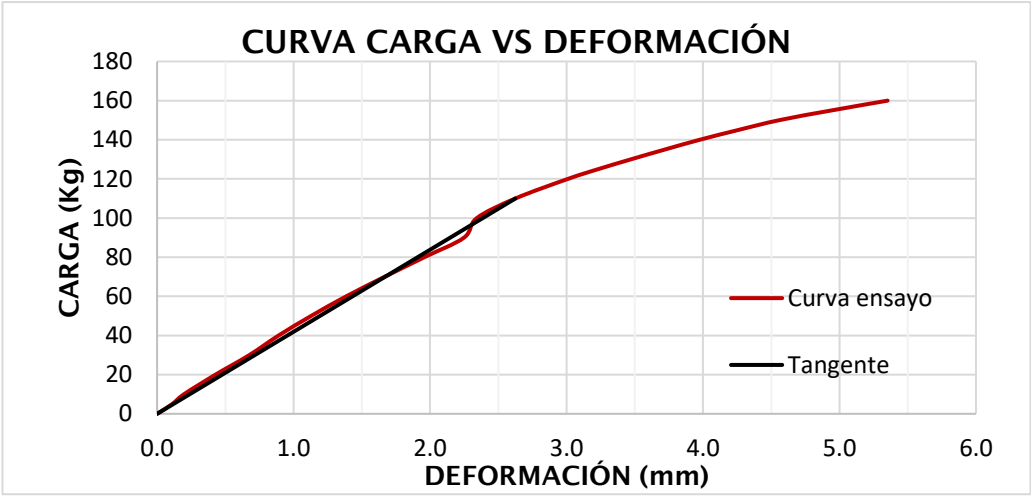
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-10

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2	cm
Alto	1.96	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
5	0.11
10	0.20
20	0.43
30	0.68
40	0.89
50	1.13
60	1.39
70	1.67
80	1.96
90	2.25
100	2.34
110	2.62
120	3.01
125	3.23
130	3.47
135	3.72
140	3.98
145	4.26
150	4.56
160	5.35



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	160	Kg
Deformación máxima	5.35	mm
Carga al límite proporcional	110.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.62	mm
Esfuero al limite proporcional	262.96	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	96175	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACION CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

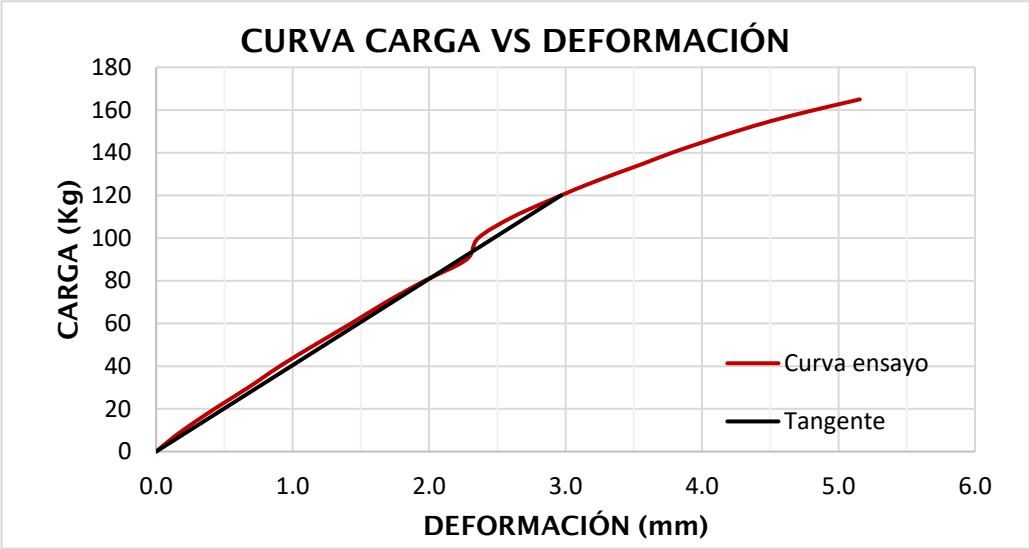
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-11

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.01	cm
Alto	2.01	cm
Largo	30	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
5	0.09
10	0.20
20	0.43
30	0.68
40	0.91
50	1.16
60	1.43
70	1.68
80	1.97
90	2.27
100	2.36
110	2.62
120	2.97
125	3.15
130	3.36
135	3.57
140	3.78
145	4.01
160	4.82
165	5.16



Falla de muestra de madera

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	165	Kg
Deformación máxima	5.16	mm
Carga al límite proporcional	120.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.97	mm
Esfuero al limite proporcional	264.67	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	85640	Kg/cm2

FLEXIÓN ESTÁTICA DE MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

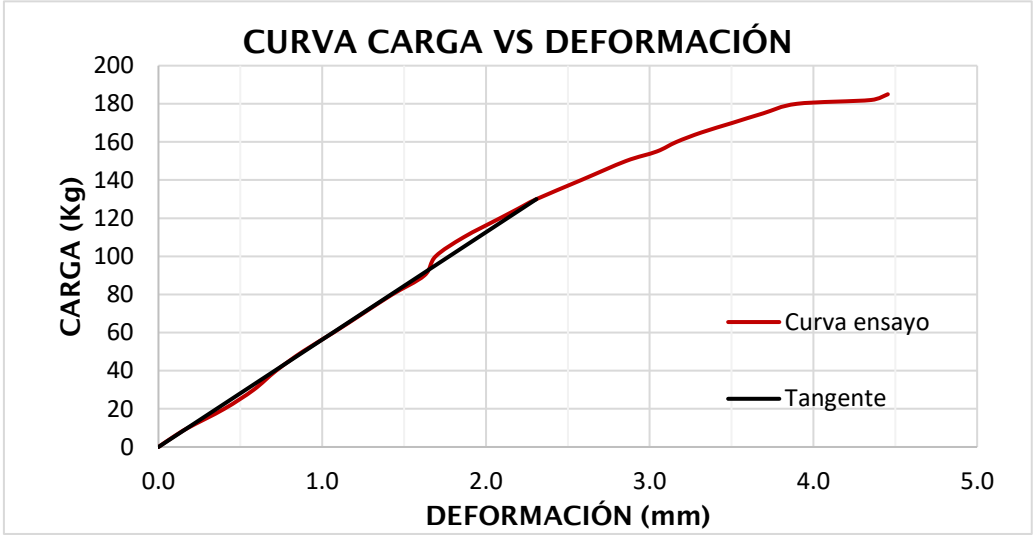
Referencia: COPANT 555
Fecha: 27/03/2024
Muestra: MF-12

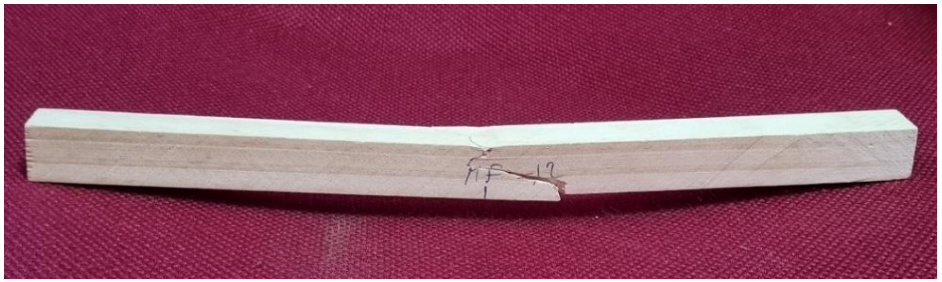
DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.03	cm
Alto	2	cm
Largo	30.05	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

Distancia entre soportes (Luz de probeta)

L	24	cm

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
5	0.09
10	0.18
20	0.40
30	0.58
40	0.72
50	0.88
60	1.07
70	1.25
80	1.43
90	1.62
100	1.69
110	1.86
120	2.09
130	2.31
140	2.58
150	2.86
160	3.16
180	3.90
185	4.45





Falla de

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima	185	Kg
Deformación máxima	4.45	mm
Carga al límite proporcional	130.00	Kg
Deformacion limite proporcional	2.31	mm
Esfuero al limite proporcional	288.18	Kg/cm2
Modulo de elasticidad	119840	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

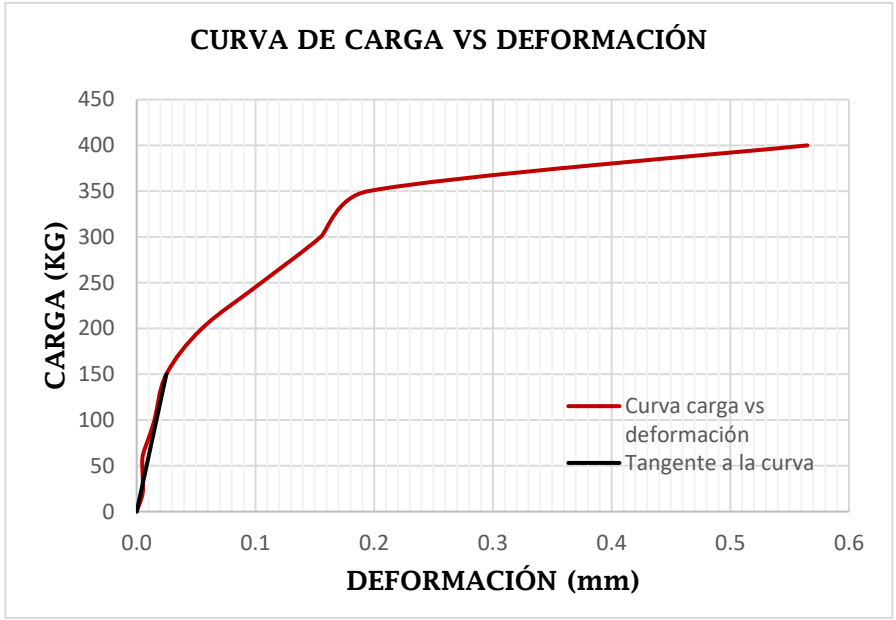
Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024
Muestra: V-01

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.00	cm
Alto	2.00	cm

Tipo Pino Radiata
Condición: Secada al aire

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
(Kg)	(mm)
0	0.00
20	0.01
40	0.01
60	0.01
80	0.01
100	0.02
150	0.03
200	0.06
250	0.11
300	0.16
350	0.20



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima (por lado)	200	Kg
Deformación máxima	0.565	mm
Carga al límite proporcional	75.00	Kg
Deformacion limite proporcional	0.03	mm
Esfuero al limite proporcional	18.75	Kg/cm2
Modulo de corte	22500.00	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

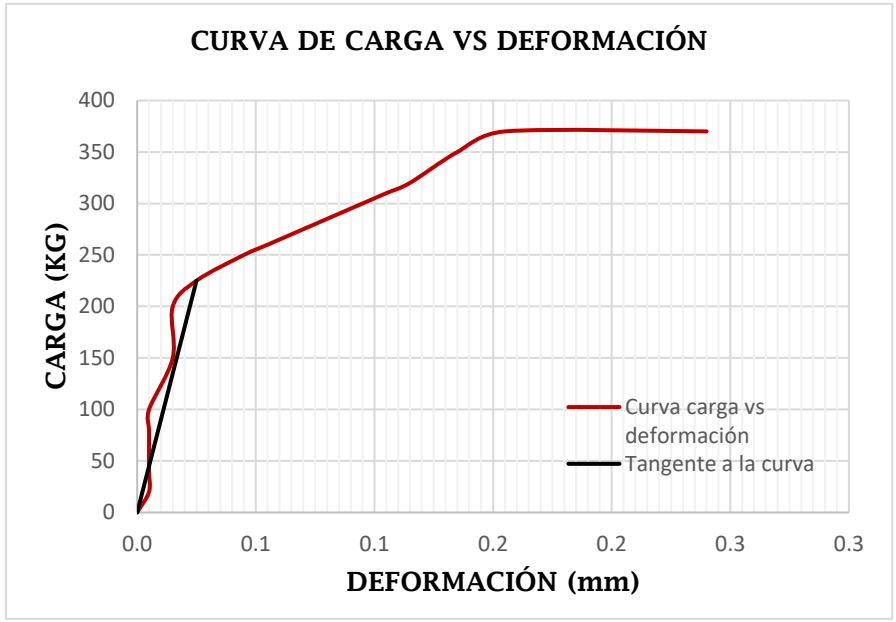
Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024
Muestra: V-02

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.00	cm
Alto	2.00	cm

Tipo Pino Radiata
Condición: Secada al aire

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
20	0.01
40	0.01
60	0.01
80	0.01
100	0.01
150	0.02
200	0.02
225	0.03
250	0.05
260	0.06
280	0.08



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima (por lado)	92.5	Kg
Deformación máxima	0.29	mm
Carga al límite proporcional	112.50	Kg
Deformacion limite proporcional	0.03	mm
Esfuero al limite proporcional	28.13	Kg/cm2
Modulo de corte	33750.01	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

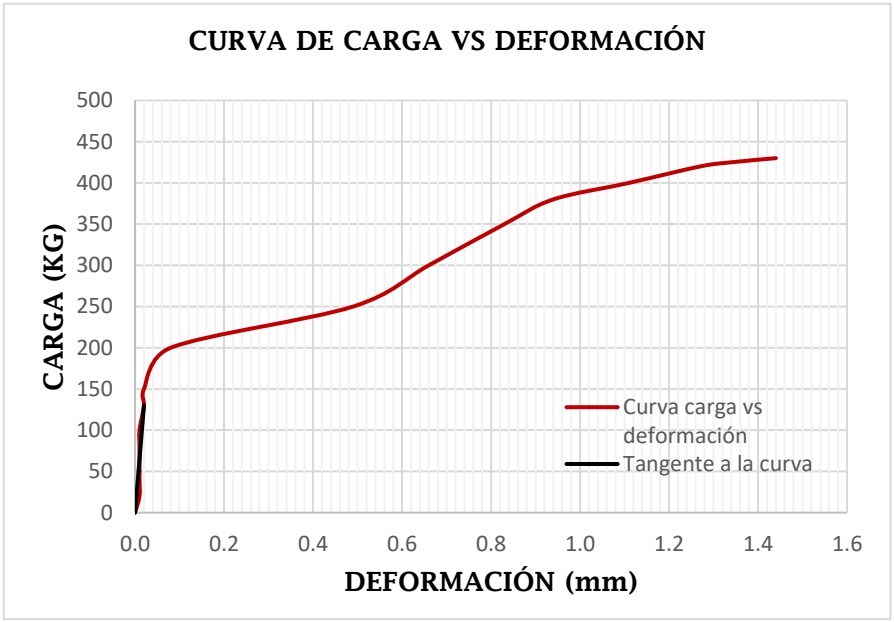
Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024
Muestra: V-03

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.00	cm
Alto	2.00	cm

Tipo Pino Radiata
Condición: Secada al aire

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
20	0.01
40	0.01
60	0.01
80	0.01
100	0.01
130	0.02
150	0.02
200	0.08
250	0.49
300	0.66
350	0.83



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima (por lado)	107.5	Kg
Deformación máxima	1.44	mm
Carga al límite proporcional	65.00	Kg
Deformacion limite proporcional	0.02	mm
Esfuero al limite proporcional	16.25	Kg/cm2
Modulo de corte	24375.00	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

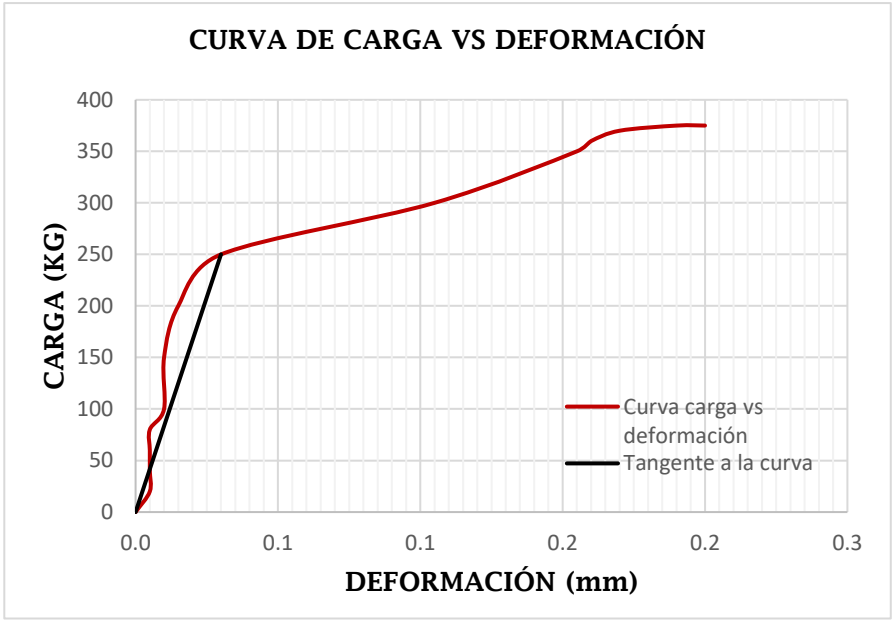
Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024
Muestra: V-04

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.00	cm
Alto	2.00	cm

Tipo Pino Radiata
Condición: Secada al aire

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
20	0.01
40	0.01
60	0.01
80	0.01
100	0.01
150	0.01
200	0.02
250	0.03
300	0.11
350	0.16
360	0.16



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima (por lado)	93.75	Kg
Deformación máxima	0.2	mm
Carga al límite proporcional	125.00	Kg
Deformacion limite proporcional	0.03	mm
Esfuero al limite proporcional	31.25	Kg/cm2
Modulo de corte	31250.01	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

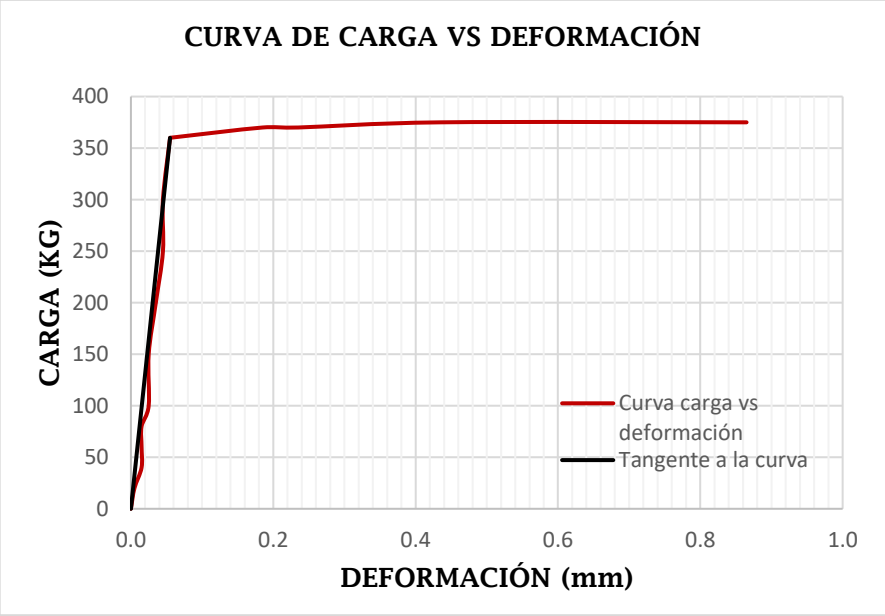
Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024
Muestra: V-05

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.00	cm
Alto	2.00	cm

Tipo Pino Radiata
Condición: Secada al aire

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
20	0.00
40	0.02
60	0.02
80	0.02
100	0.03
150	0.03
200	0.04
250	0.05
300	0.05
360	0.06
360	0.06



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima (por lado)	93.75	Kg
Deformación máxima	0.865	mm
Carga al límite proporcional	180.00	Kg
Deformacion limite proporcional	0.06	mm
Esfuero al limite proporcional	45.00	Kg/cm2
Modulo de corte	24545.48	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

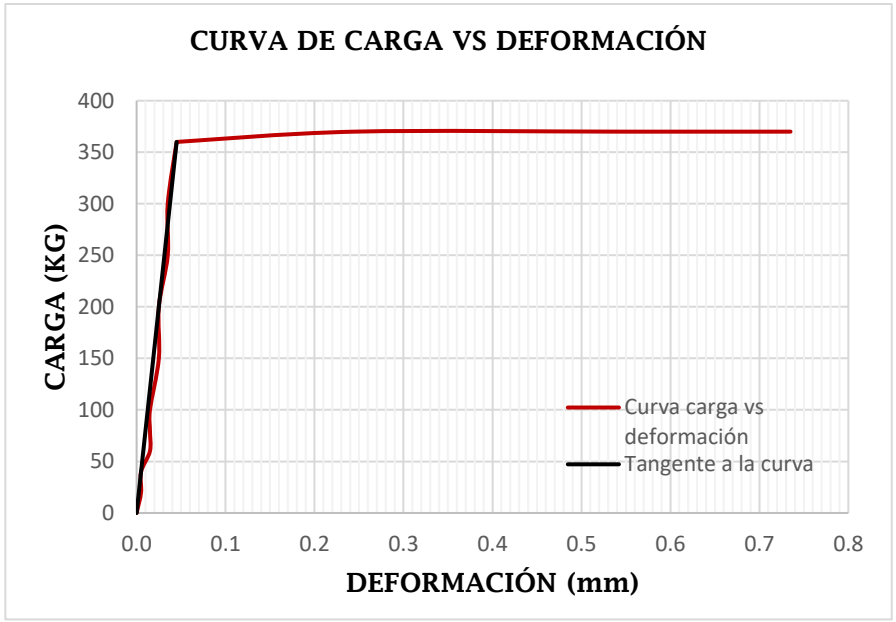
Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024
Muestra: V-06

Integrantes:
Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

DATOS PARA EL ENSAYO		
Base	2.00	cm
Alto	2.00	cm

Tipo Pino Radiata
Condición: Secada al aire

Cargas (Kg)	Deformación (mm)
0	0.00
20	0.01
40	0.01
60	0.02
80	0.02
100	0.02
150	0.03
200	0.03
250	0.04
300	0.04
360	0.05
360	0.05



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga máxima (por lado)	92.5	Kg
Deformación máxima	0.735	mm
Carga al límite proporcional	180.00	Kg
Deformacion limite proporcional	0.05	mm
Esfuero al limite proporcional	45.00	Kg/cm2
Modulo de corte	30000.02	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024

Integrantes: Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

Muestra: MT-01

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Procedencia	Distrito de yucay	
Tipo	Pino Radiata	
Velocidad:		

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	252.00	Kg
Esfuerzo maximo	84.00	Kg/cm2

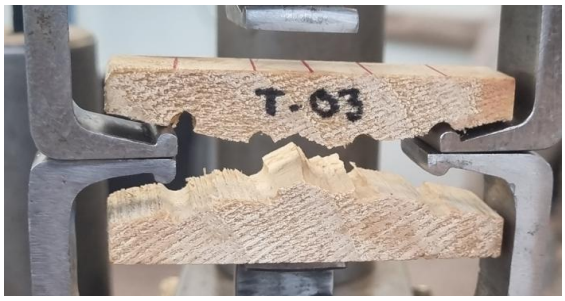
Muestra: MT-02

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	
Velocidad:		

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	266.00	Kg
Esfuerzo maximo	88.67	Kg/cm2

Muestra: MT-03

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	271.00	Kg
Esfuerzo maximo	90.33	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024

Integrantes: Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

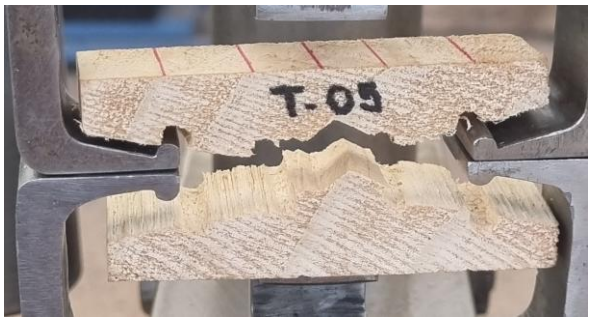
Muestra: MT-04

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	259.00	Kg
Esfuerzo maximo	86.33	Kg/cm2

Muestra: MT-05

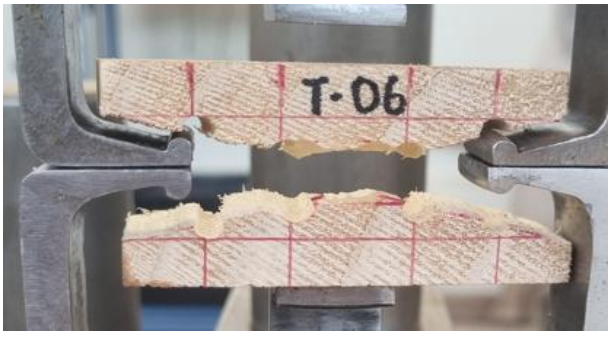
DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	250.00	Kg
Esfuerzo maximo	83.33	Kg/cm2

Muestra: MT-06

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	280.00	Kg
Esfuerzo maximo	93.33	Kg/cm2

CORTE PARALELO EN MADERA

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Referencia: COPANT 463
Fecha: 27/03/2024

Integrantes: Arevalo fuentes Abel Alejandro Jose
Pacco Naveros Sonia Elizabeth

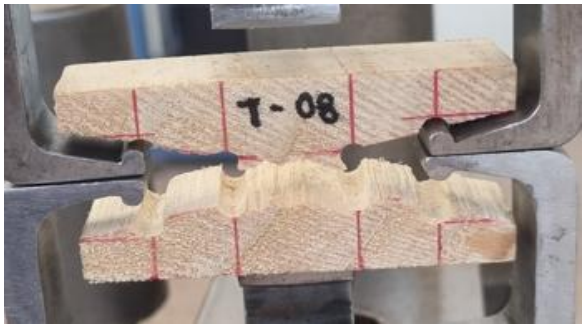
Muestra: MT-07

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	240.00	Kg
Esfuerzo maximo	80.00	Kg/cm2

Muestra: MT-08

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	



RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	279.00	Kg
Esfuerzo maximo	93.00	Kg/cm2

Muestra: MT-09

DATOS PARA EL ENSAYO		
Ancho	1.50	cm
Espesor	2.00	cm
Tipo	Pino Radiata	
Condición:	Secada al aire	

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Area	3.00	cm2
Carga Maxima	278.00	Kg
Esfuerzo maximo	92.67	Kg/cm2

K4. Diseño

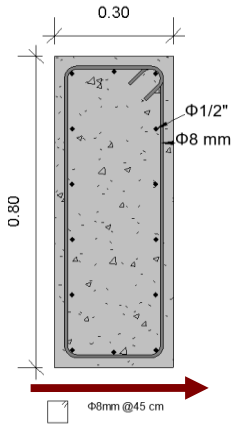
Elaboracion de diagramas de interacción de columna

DIAGRAMA DE INTERRACIÓN DE COLUMNAS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Hoja de cálculo

Columas C2-C14			
Ancho (cm)	80	fy (Kg/cm2)	2320
Largo (cm)	30	f'c (kg/cm2)	213
Recubrimiento	5	Es (Kg/cm2)	2000000



Φ varillas 1/2''

Resistencia a puramente axial
Puramente axial (Tn) 472.45
Puramente tensión (Tn) 7.53

Elaboración de diagrama de interacción

Factor por acero liso	18.30%	
Ancho (cm)	80	
Largo (cm)	30	
Longitud		
r1 (cm)	3	
r2 (cm)	3	
DUC	0.003	
f'y	2320	Kg/cm2
f'c	213	Kg/cm2
Es	2000000	
# Var Sup	6	
# Var inf	6	
# Var cen	2	
Φ sup	0.5	pulg
Φ inf	0.5	pulg
Φ inf	0.5	pulg
As sup	7.601	cm2
As inf	7.601	cm2
As centra	2.534	cm2
Def flu acer	0.00114	

DUAinf	-0.000681818	
c	22.000000	cm
a	18.7	cm
Sup	19.00	cm
Cen	7.000	cm
def sup	0.00255	Acero fluye
def cen	0.000954545	Acero no fluye
def inf	-0.000681818	Acero no fluye

Calculo de Pn

F sup	3227	Kg
F inf	-1897	Kg
F cen	4837	Kg
Cc	318648	Kg
Pn	324815	Kg
Pn	**324.81**	**Ton**

Puramente axial

Pn	**472.45**	**Ton**
Pn	472454	Kg
Fc	431309	Kg
FAss	17633	Kg
FAsi	17633	Kg
Fasc	5878	Kg

Puramente tensión

Tn	**7.53**	**Ton**
Tn	7529	Kg
FAss	3227	Kg
FAsi	3227	Kg
Fasc	1076	Kg

Cálculo de Mn

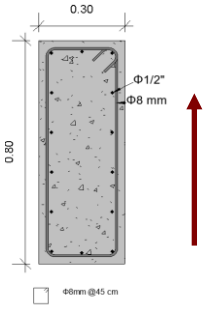
Al centro		
d1	12	cm
d2	12	cm
d3	5.7	cm
F1	3227	Kg
F2	-1897	Kg
F3	318648	Kg
Mn	1861844.57	Kg.cm
Mn	**18.62**	Ton.m

DIAGRAMA DE RESISTENCIA DE COLUMNAS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACION CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Hoja de cálculo

Columas C2-C14			
Ancho (cm)	30	**fy (Kg/cm2)**	2320
Largo (cm)	80	**f'c (kg/cm2)**	213
Recubrimiento	5	**Es (Kg/cm2)**	2000000



Φ varillas 1/2''

Resistencia a puramente axial

Puramente axial (Tn)	472.45
Puramente tensión (Tn)	7.53

Elaboración de diagrama de interacción

Factor por acero liso		18.30%	
Ancho (cm)	30	r1 (cm)	5
Largo (cm)	80		
Longitud		r2 (cm)	5
DUC	0.003		
f'y	2320	Kg/cm2	
f'c	213	Kg/cm2	
Es	2000000	Kg/cm2	
# Var Sup	3	und	
# Var inf	3	und	
# Var 2°	2	und	
# Var 3°	2	und	
# Var 4°	2	und	
# Var 5°	2	und	
Φ sup	0.5	pulg	
Φ inf	0.5	pulg	
Φ 2°	0.5	pulg	
Φ 3°	0.5	pulg	
Φ 4°	0.5	pulg	
Φ 5°	0.5	pulg	
As sup	3.800	cm2	
As inf	3.800	cm2	
As 2°	2.534	cm2	
As 3°	2.534	cm2	
As 4°	2.534	cm2	
As 5°	2.534	cm2	

Def flu acer	0.00114	
DUAinf	0	
c	75.000000	cm
a	63.75	cm
Def Sup	70.00	cm
Def 2°	56.00	cm
Def 3°	42.00	cm
Def 4°	28.00	cm
Def 5°	14.000	cm
Def inf		
Def sup	0.00280	Acero fluye
Def.U inf	0	Acero no fluye
Def.U 2°	0.00224	Acero fluye
Def.U 3°	0.00168	Acero fluye
Def.U 4°	0.00112	Acero no fluye
Def.U 5°	0.00056	Acero no fluye

Puramente axial

Pn	**472.45**	**Ton**
Pn	472454	Kg
Fc	431309	Kg
FAss	8817	Kg
FAs1	8817	Kg
FAs2	5878	Kg
FAs3	5878	Kg
FAs4	5878	Kg
FAs5	5878	Kg

Puramente tensión

Tn	**7.53**	**Ton**
Tn	7529	Kg
FAss	1613	Kg
FAs1	1613	Kg
FAs2	1076	Kg
FAs3	1076	Kg
FAs4	1076	Kg
FAs5	1076	Kg

Calculo de Pn

F sup	1613	Kg
F inf	0	Kg
F2	1076	Kg
F3	1076	Kg
F4	1039	Kg
F5	519	Kg
Cc	407363	Kg
Pn	412685	Kg
Pn	**412.69**	**Ton**

Cálculo de Mn

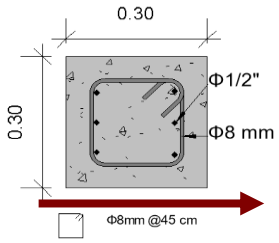
Al centro		
dsup	35	cm
dinf	-35	cm
d2	21	cm
d3	7	cm
d4	-7	cm
d5	-21	cm
dc	8.125	cm
Msup	56471.0	Kg.cm
Minf	0.0	Kg.cm
M2	22588.4	Kg.cm
M3	7529.5	Kg.cm
M4	-7269.8	Kg.cm
M5	-10904.8	Kg.cm
Mc	3309820.3	Kg.cm
Mn	3378234.64	Kg.cm
Mn	**33.78**	Ton.m

DIAGRAMA DE INTERRACIÓN DE COLUMNAS

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Hoja de cálculo

Columas C2-C14			
Ancho (cm)	30	**fy (Kg/cm2)**	2320
Largo (cm)	30	**f'c (kg/cm2)**	213
Recubrimiento (cm)	5	**Es (Kg/cm2)**	2000000



Φ varillas 1/2''

Resistencia a puramente axial

Puramente axial (Tn)	179.20
Puramente tensión (Tn)	3.23

Factor de reducción (ϕ) 0.9

Elaboración de diagrama de interacción

Factor por acero liso		18.30%
Ancho (cm)	30	
Largo (cm)	30	
r1 (cm)	5	
r2 (cm)	5	
Longitud		
DUC	0.003	
f'y	2320	Kg/cm2
f'c	213	Kg/cm2
Es	2000000	Kg/cm2
# Var Sup	3	
# Var inf	3	
# Var cen	0	
Φ sup	0.5	pulg
Φ inf	0.5	pulg
Φ inf	0	pulg
As sup	3.800	cm2
As inf	3.800	cm2
As centra	0.000	cm2

Puramente axial

Pn	**179.20**	**Ton**
Pn	179202	Kg
Fc	161569	Kg
FAss	8817	Kg
FAsi	8817	Kg
Fasc	0	Kg

Puramente tensión

Tn	**3.23**	**Ton**
Tn	3227	Kg
FAss	1613	Kg
FAsi	1613	Kg
Fasc	0	Kg

Determinación de Mn y Pn

Def flu acer	0.00114	
DUAinf	-0.000125	
c	24.000000	cm
a	20.4	cm
Def Sup	19.00	cm
Def Cen	9.000	cm
Def. U sup	0.00255	Acero fluye
Def. U cen	0.001125	Acero no fluye
Def. U inf	-0.000125	Acero no fluye

Calculo de Pn

F sup	1613	Kg
F inf	-174	Kg
F cen	0	Kg
Cc	130356	Kg
Pn	131796	Kg
Pn	**131.80**	**Ton**

Cálculo de Mn

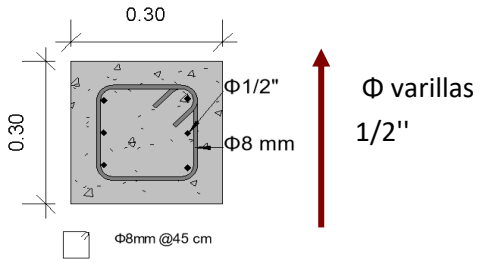
Al centro		
d1	10	cm
d2	10	cm
d3	4.8	cm
F1	1613	Kg
F2	-174	Kg
F3	130356	kg
Mn	643582.02	Kg.cm
Mn	**6.44**	Ton.m

DIAGRAMA DE INTERRACIÓN DE COLUMNAS

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Hoja de cálculo

Columas C2-C14			
Ancho (cm)	30	fy (Kg/cm2)	2320
Largo (cm)	30	f'c (kg/cm2)	213
Recubrimiento (cm)	5	Es (Kg/cm2)	2000000



Resistencia a puramente axial

Puramente axial (Tn)	161.28
Puramente tensión (Tn)	2.90

Elaboración de diagrama de interacción

Factor por acero liso	18.30%	
Ancho (cm)	30	
Largo (cm)	30	
r1 (cm)	5	
r2 (cm)	5	
Longitud		
DUC	0.003	
f'y	2320	Kg/cm2
f'c	213	Kg/cm2
Es	2000000	
# Var Sup	2	
# Var inf	2	
# Var cen	2	
Φ sup	0.5	pulg
Φ inf	0.5	pulg
Φ inf	0.5	pulg
As sup	2.534	cm2
As inf	2.534	cm2
As centra	2.534	cm2
Def flu acer	0.00114	

Determinación de Mn y Pn

DUAinf	-0.000125	
c	3.000000	cm
a	2.55	cm
Sup	-2.00	cm
Cen	-12.000	cm
def sup	0.00255	Acero fluye
def cen	-0.012	Acero fluye
def inf	-0.000125	Acero no fluye

Calculo de Pn

F sup	-1076	Kg
F inf	-116	Kg
F cen	-1076	Kg
Cc	16295	Kg
Pn	14027	Kg
Pn	**12.62**	**Ton**

Puramente axial

Pn	**161.28**	**Ton**
Pn	179202	Kg
Fc	161569	Kg
FAss	5878	Kg
FAsi	5878	Kg
Fasc	5878	Kg

Puramente tensión

Tn	**2.90**	**Ton**
Tn	3227	Kg
		Kg
FAss	1076	Kg
FAsi	1076	Kg
Fasc	1076	Kg

Cálculo de Mn

Al centro		
d1	10	cm
d2	10	cm
d3	13.7	cm
F1	-1076	Kg
F2	-116	Kg
F3	16295	Kg
Mn	214044.72	Kg.cm
Mn	**1.93**	Ton.m

la oracion de dia ra as de interaccion de col na re or ada

DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE COLUMNA CON FIBRA DE CARBONO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Columna: 30 cm x 30 cm Normativa de Referencia: ACI 440.2R-17 **Sentido : Dirección X**

Propiedades Viga de Concreto

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Ancho	b	30	cm
Alto	h	30	cm
Resistencia a a la compresión	f'c	213	Kgf/cm2
Área de reforzamiento	As	1.39	cm2
Fluencia del acero	fy	2320	Kgf/cm2
Máxima deformacion elástica acero	εy	0.00114	cm/cm
Módulo de elasticidad concreto	Ec	220377	Kgf/cm2
Módulo de elasticidad acero	Ey	2039000	Kgf/cm2

Propiedades Frp (Fibra De Carbono)

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Factor de reducción por ambiente	Ce	0.95	
Espesor de la capa	tf	0.0337	cm
Resistencia a la tracción	f*fu	43847.8	Kgf/cm2
Tensión de ruptura	ε*fu	0.0155	cm/cm
Módulo de elasticidad	Ef	2447318.91	Kgf/cm2

1. Propiedes de FRP para diseño

$$f_{fu} = C_E f_{fu}^* \qquad \varepsilon_{fu} = C_E \varepsilon_{fu}^*$$

Resitencia a la tracción última	ffu	41655.41	Kgf/cm2
Máxima def unitaria de FRP	εfu	0.015	cm/cm

2. Determinación de εfe

Art 12.1- ACI 440.2R-17

$$\varepsilon_{fe} = k_\varepsilon \varepsilon_{fu} \qquad e_{fe} = \begin{cases} k_e e_{fu} \; Para\ punto\ A \\ \min(0.004, k_e \varepsilon_{fu}) \; Para\ otros\ puntos \end{cases}$$

Máxima def unitaria de FRP

Para punto A			
kε		0.58	
εfu		0.015	cm/cm
εfe		0.009	cm/cm
Para Puntos B,C.			
kε		0.58	
εfu		0.015	cm/cm
εfe1		0.009	cm/cm
εfe2		0.004	cm/cm

Deformación unitaria de diseño

εfe		0.004	cm/cm

3.Deteminación de número de capas de FRP

$$f_l = \frac{2E_f n t_f \varepsilon_{fe}}{D}$$

Número de capas de FRP	n	2		
Presión de confinamiento aportado por FRP	fl	29.55	Kgf/cm2	
Resistencia a la compresión del concreto	f'c	213	Kgf/cm2	
	fl/f'c	0.139	>	0.08
	Condición	Suficiente		

4. Determinación de factores Ka y Kb

$$\frac{Ae}{Ac} = \frac{1 - \frac{\left[\left(\frac{b}{h}\right)(h-2rc)^2 + \left(\frac{h}{b}\right)(b-2rc)^2\right]}{3Ag} - \rho_g}{1-\rho_g}$$

Area de sección efectiva confinada	Ae	481.9403	cm2
Area de sección de concreto	Ac	900	cm2
	Ae/Ac	0.536	
	Ka	0.5363	
	Kb	0.5363	

5.Determinación de f'cc y εccu

$$\varepsilon_{ccu} = \varepsilon'_c \left(1.5 + 12k_b \frac{f_l}{f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{fe}}{\varepsilon'_c}\right)^{0.45}\right)$$

Máxima def unitaria del concreto confinado	εccu	0.0054	<	0.01
	Condición	Suficiente		

$$f'_{cc} = f'_c + \psi_f 3.3 k_a f_l$$

Resistencia a la compresión de concreto reforzado	f'cc	265.30	Kgf/cm2

$$E_2 = \frac{f'_{cc} - f'_c}{\varepsilon_{ccu}} \qquad \varepsilon'_t = \frac{2f'_c}{E_c - E_2}$$

Pendiente de porción lineal de FRP- Concreto	E2	9614.59	kgf/cm2
Def unitaria transitoria	εt	0.0020	cm/cm

6. Obtención coeficientes de aporte del sistema FRP

Valor de C para graficar puntos

c	25.000	cm

Determinación de aporte de FRP

$$A = \frac{-b(E_c - E_2)^2}{12f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)^2 \qquad G = \left(\frac{b}{2}f'_c + b\left(c - \frac{h}{2}\right)\frac{(E_c - E_2)}{2}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)\right)$$

$$B = \frac{b(E_c - E_2)}{2}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right) \qquad H = bf'_c\left(c - \frac{h}{2}\right)$$

$$C = -bf'_c \qquad I = \begin{bmatrix} \frac{bc^2}{2}f'_c - bcf'_c\left(c - \frac{h}{2}\right) + \frac{bc^2E_2}{3}(\varepsilon_{ccu}) \\ -\frac{bcE_2}{2}\left(c - \frac{h}{2}\right)(\varepsilon_{ccu}) \end{bmatrix}$$

$$D = bcf'_c + \frac{bcE_2}{2}(\varepsilon_{ccu}) \qquad y_t = c\frac{\varepsilon'_t}{\varepsilon_{ccu}}$$

$$E = \frac{-b(E_c - E_2)^2}{16f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)^2$$

$$F = \begin{bmatrix} b\left(c - \frac{h}{2}\right)\frac{(E_c - E_2)^2}{12f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)^2 \\ +\frac{b(E_c - E_2)}{3}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right) \end{bmatrix}$$

yt	9.29	cm
A	-24.68	
B	687.83	
C	-6390.00	
D	179360.85	
E	-18.51	
F	705.35	
G	-10073.27	
H	63900.00	
I	530114.01	

7. Determinación de aporte del Acero

Área de acero en ubicación 1	As1	3.8	cm2
Área de acero en ubicación 2	As2	3.8	cm2
Área de acero en ubicación 3	As3	0	cm2
Área de acero equivalente en ubicación 1	As'1	0.69654	cm2
Área de acero equivalente en ubicación 2	As'2	0.69654	cm2
Área de acero equivalente en ubicación 3	As'3	0	cm2
Distancia a extremo en compresión	d1	5	cm
Distancia a extremo en compresión	d2	25	cm
Distancia a extremo en compresión	d3	0	cm
Máxima def unitaria del concreto confinado	eccu	0.005439194	cm/cm
Máxima deformación unitara de acero	esy	0.00114	cm/cm
Def unitaria acero en posición 1	ε1	0.004351355	cm/cm
Def unitaria acero en posición 2	ε2	0	cm/cm
Def unitaria acero en posición 3	ε3	0.005439194	cm/cm
Fuerza axial aportada por acero posición 3	F1	1615.9728	Kgf
Fuerza axial aportada por acero posición 1	F2	0	Kgf
Fuerza axial aportada por acero posición 3	F3	0	Kgf
Momento aportado por acero posición 1	M1	16159.728	Kgf.cm
Momento aportado por acero posición 2	M2	0	Kgf.cm
Momento aportado por acero posición 3	M3	0	Kgf.cm

8. Resultado para c ingresado

Pn	**112832.2**	**Kgf**
Mn	**488736.6**	**Kgf.cm**

DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE COLUMNA CON FIBRA DE CARBONO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Columna: 30 cm x 30 cm Normativa de Referencia: ACI 440.2R-17 Sentido : Dirección Y

Propiedades Viga de Concreto

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Ancho	b	30	cm
Alto	h	30	cm
Resistencia a a la compresión	f'c	213	Kgf/cm2
Área de reforzamiento	As	1.39	cm2
Fluencia del acero	fy	2320	Kgf/cm2
Máxima deformacion elástica acero	εy	0.00114	cm/cm
Módulo de elasticidad concreto	Ec	220377	Kgf/cm2
Módulo de elasticidad acero	Ey	2039000	Kgf/cm2

Propiedades Frp (Fibra De Carbono)

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Factor de reducción por ambiente	Ce	0.95	
Espesor de la capa	tf	0.0337	cm
Resistencia a la tracción	f*fu	38668.84	Kgf/cm2
Tensión de ruptura	ε*fu	0.0167	cm/cm
Módulo de elasticidad	Ef	2320130.2	Kgf/cm2

1. Propiedes de FRP para diseño

$$f_{fu} = C_E f_{fu}^{*} \qquad \varepsilon_{fu} = C_E \varepsilon_{fu}^{*}$$

Resitencia a la tracción última	ffu	36735.40	Kgf/cm2
Máxima def unitaria de FRP	εfu	0.016	cm/cm

2. Determinación de εfe

Art 12.1- ACI 440.2R-17

$$\varepsilon_{fe} = k_\varepsilon \varepsilon_{fu}$$

$$e_{fe} = \begin{cases} k_e e_{fu} \; Para\ punto\ A \\ \min(0.004, k_e \varepsilon_{fu}) \; Para\ otros\ puntos \end{cases}$$

Para punto A

	kε	0.58	
Máxima def unitaria de FRP	εfu	0.016	cm/cm
	εfe	0.009	cm/cm

Para Puntos B,C.

	kε	0.58	
	εfu	0.016	cm/cm
	εfe1	0.009	cm/cm
	εfe2	0.004	cm/cm
Deformación unitaria de diseño	εfe	0.004	cm/cm

3. Determinación de número de capas de FRP

$$f_l = \frac{2E_f n t_f \varepsilon_{fe}}{D}$$

Número de capas de FRP	n	2		
Presión de confinamiento aportado por FRP	fl	28.01	Kgf/cm2	
Resistencia a la compresión del concreto	f'c	213	Kgf/cm2	
	fl/f'c	0.132	>	0.08
	Condición	Suficiente		

4. Determinación de factores Ka y Kb

$$\frac{Ae}{Ac} = \frac{1 - \frac{\left[\left(\frac{b}{h}\right)(h-2rc)^2 + \left(\frac{h}{b}\right)(b-2rc)^2\right]}{3Ag} - \rho_g}{1-\rho_g}$$

Area de sección efectiva confinada	Ae	481.9403	cm2
Area de sección de concreto	Ac	900	cm2
	Ae/Ac	0.536	
	Ka	0.5363	
	Kb	0.5363	

5. Determinación de f'cc y εccu

$$\varepsilon_{ccu} = \varepsilon'_c \left(1.5 + 12k_b \frac{f_l}{f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{fe}}{\varepsilon'_c}\right)^{0.45}\right)$$

Máxima def unitaria del concreto confinado	εccu	0.0053	<	0.01
	Condición	Suficiente		

$$f'_{cc} = f'_c + \psi_f 3.3 k_a f_l$$

Resistencia a la compresión de concreto reforzado	f'cc	262.58	Kgf/cm2

$$E_2 = \frac{f'_{cc} - f'_c}{\varepsilon_{ccu}} \qquad \varepsilon'_t = \frac{2f'_c}{E_c - E_2}$$

Pendiente de porción lineal de FRP- Concreto	E2	9332.41	Kgf/cm2
Def unitaria transitoria	εt	0.0020	cm/cm

6. Obtención coeficientes de aporte del sistema FRP

Valor de C para graficar puntos

c	25.000	cm

Determinación de aporte de FRP

$$A = \frac{-b(E_c-E_2)^2}{12f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)^2 \qquad B = \frac{b(E_c-E_2)}{2}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right) \qquad C = -bf'_c$$

$$D = bcf'_c + \frac{bcE_2}{2}(\varepsilon_{ccu}) \qquad E = \frac{-b(E_c-E_2)^2}{16f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)^2$$

$$F = \begin{bmatrix} b\left(c-\frac{h}{2}\right)\frac{(E_c-E_2)^2}{12f'_c}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)^2 \\ +\frac{b(E_c-E_2)}{3}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right) \end{bmatrix}$$

$$G = \left(\frac{b}{2}f'_c + b\left(c-\frac{h}{2}\right)\frac{(E_c-E_2)}{2}\left(\frac{\varepsilon_{ccu}}{c}\right)\right) \qquad H = bf'_c\left(c-\frac{h}{2}\right)$$

$$I = \begin{bmatrix} \frac{bc^2}{2}f'_c - bcf'_c\left(c-\frac{h}{2}\right) + \frac{bc^2E_2}{3}(\varepsilon_{ccu}) \\ -\frac{bcE_2}{2}\left(c-\frac{h}{2}\right)(\varepsilon_{ccu}) \end{bmatrix}$$

$$y_t = c\frac{\varepsilon'_t}{\varepsilon_{ccu}}$$

t	9.50	cm
	-23.61	
	672.70	
	-6390.00	
	178341.66	
	-17.70	
F	684.52	
G	-9921.96	
H	63900.00	
I	523319.42	

7. Determinación de aporte del Acero

Área de acero en ubicación 1	As1	2.54	cm2
Área de acero en ubicación 2	As2	2.54	cm2
Área de acero en ubicación 3	As3	2.54	cm2
Área de acero equivalente en ubicación 1	As'1	0.465582	cm2
Área de acero equivalente en ubicación 2	As'2	0.465582	cm2
Área de acero equivalente en ubicación 3	As'3	0.465582	cm2
Distancia a extremo en compresión	d1	5	cm
Distancia a extremo en compresión	d2	15	cm
Distancia a extremo en compresión	d3	25	cm
Máxima def unitaria del concreto confinado	eccu	0.0053124	cm/cm
Máxima deformación unitara de acero	esy	0.00114	cm/cm
Def unitaria acero en posición 1	ε1	0.0042499	cm/cm
Def unitaria acero en posición 2	ε2	0.002125	cm/cm
Def unitaria acero en posición 3	ε3	0	cm/cm
Fuerza axial aportada por acero posición 3	F1	1080.1502	Kgf
Fuerza axial aportada por acero posición 1	F2	1080.1502	Kgf
Fuerza axial aportada por acero posición 3	F3	0	Kgf
Momento aportado por acero posición 1	M1	10801.502	Kgf.cm
Momento aportado por acero posición 2	M2	0	Kgf.cm
Momento aportado por acero posición 3	M3	0	Kgf.cm

8. Resultado para C específico

Pn	**112188.24**	**Kgf**
Mn	**481881.81**	**Kgf.cm**

Calculo de reforzamiento de vigas

DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE VIGA CON FIBRA DE CARBONO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Viga : 30 cm x 45 cm

Normativa de Referencia: ACI 440.2R-17

Propiedades Viga de Concreto

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Ancho	b	300	mm
Peralte	h	450	mm
Resistencia a la compresión	f'c	23.83	N/mm2
Área de acero de reforzamiento	As	594	mm2
Fluencia del acero	fy	227.53	N/mm2
Máxima deformación elástica del acero	εy	0.00114	
Módulo de elasticidad concreto	Ec	22944	N/mm2
Módulo de elasticidad acero	Ey	200000	N/mm2

Propiedades Frp (Fibra De Carbono)

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Factor de reducción por ambiente	Ce	0.95	
Espesor de la capa	tf	0.337	mm
Resistencia a la tracción	f*fu	4300	N/mm2
Tensión de ruptura	ε*fu	0.0155	mm/mm
Módulo de elasticidad	Ef	240000	N/mm2

Procedimiento de diseño de FRP ACI 440.2R

1 Cálculo de propieades del sistema FRP

$$f_{fu} = C_E f_{fu}^{*} \qquad \varepsilon_{fu} = C_E \varepsilon_{fu}^{*}$$

Resitencia a la tracción última	ffu	4085	N/mm2
Tensión de ruptura última	efu	0.0147	N/mm2

$$E_c = 57000\sqrt{f'c} \qquad A_f = nt_f w_f$$

2 Cálculo preliminares

	Betha 1	0.85	
Módulo de elasticida de concreto	Ec	22944	N/mm2
Módulo de elasticida del acero	Es	200000	N/mm2
Área de acero de reforzamiento	As	108.88	mm2
	Af	101.1	mm2

3 Determinación del estado de la deformacion e el soffit

$$\varepsilon_{bi} = \frac{M_{DL}(d_f - kd)}{I_{cr}E_c}$$

k		0.231	
Momento de inercia	Icr	2278125000	mm4
Deformación unitaria inicial del concreto	ebi	0.000000	mm/mm

4 Determinacion del strain de diseño del sistema de FRP

$$\varepsilon_{fd} = 0.41\sqrt{\frac{f'c}{nE_f t_f}} \leq 0.9\varepsilon_{fu}$$

efd	0.0070	mm/mm
efd	0.0133	mm/mm
efd	0.0133	mm/mm

5 Estimacion de altura de zona de compresión

	c	72.15	mm

6 Determinacion de nivel efectivo de strain en el reforzamiento de FRP

$$\varepsilon_{fe} = 0.003\left(\frac{d_f - c}{c}\right) = \varepsilon_{bi} \leq \varepsilon_{fd}$$

efe	0.016	mm/mm
efe	0.009	mm/mm
efe	0.009	mm/mm

$$\varepsilon_c = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi})(\frac{c}{d_f - c})$$

Deformación unitaria concreto	ec	0.0017	mm/mm

7 Cálculo del strain en el reforzamiento del acero

$$\varepsilon_s = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi})(\frac{c}{d_f - c})$$

Deformación unitaria acero	es	0.0078	mm/mm

8 Cálculo del esfuerzo en el acero y en FRP

$$f_s = E_s\varepsilon_s \leq f_y \qquad f_{fe} = E_f\varepsilon_{fe}$$

Esfuerzo en el acero	fs	1561.8	N/mm2
Esfuerzo en el acero	fs	227.53	N/mm2
Esfuerzo en el acero	fs	227.5	N/mm2
Esfuerzo aplicado en FRP	ffe	2160	N/mm2

9 Cálculo de fuerzas internas y revisión de equilibrio

$$\beta_1 = \frac{4\varepsilon'_c - \varepsilon_c}{6\varepsilon'_c - 2\varepsilon_c} \qquad \alpha_1 = \frac{3\varepsilon'_c\varepsilon_c - \varepsilon_c^2}{3\beta_1\varepsilon_c'^2}$$

Cociente bloque de compresion vs prof al eje neutro	β1	0.747
Coeficiente equivalente rectangular	α1	0.881

$$\varepsilon'_c = \frac{1.7f'c}{Ec}$$

Coeficiente de def unitaria para f'c	e'c	0.0018	mm/mm

10 Obtención de C tanteando

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\alpha_1 f_c \beta_1 b}$$

Distancia de la fibra extrema de compresión al eje neutro	c	51.73	mm

11 Cálculo de resistencia a la flexión de los elementos

$$M_{ns} = A_s f_s \left(\mathrm{d} - \frac{\beta_1 c}{2} \right)$$

Aporte del acero al momento	Mns	9430978	N-mm

$$M_{nf} = A_f f_{fe} \left(d_f - \frac{\beta_1 c}{2} \right)$$

Aporte del acero de la fibra de carbono	Mnf	94051919	N-mm

12 Cálculo del diseño resitencia nominal a flexion

Momento resistente del sistema de reforzamiento	**80437599**	**N-mm**

Wf revisar

13 Chequeo de esfuerzos de servicio en el acero y el FRP

Cuantía de acero	ps	0.081%	
Cuantía de fibra de carbono	pf	0.075%	
Módulo de elasticidad del acero	Es	200000	N/mm2
Módulo de elasticidad de fibra de carbono	Ef	240000	N/mm2
Módulo de elasticiad del concreto	Ec	22943.5111	N/mm2

$$k = \sqrt{\left(\rho_s \frac{E_s}{E_C} + \rho_f \frac{E_f}{E_C} \right)^2 + 2 \left(\rho_s \frac{E_s}{E_C} + \rho_f \frac{E_f}{E_C} \left(\frac{d_f}{d} \right) \right)} - \left(\rho_s \frac{E_s}{E_C} + \rho_f \frac{E_f}{E_C} \right)$$

	k	0.16	
Momento aplicado	Ms	29536.19	N-m
Esfuerzo aplicado en el acero	fss	0.30	N/mm2
Esfuerzo admisible en el acero	fss	182.024	N/mm2

14 Chequeo del creep limite de servicio del FRP

$$f_{f,s} = f_{s,s} \left(\frac{E_f}{E_s} \right) \left(\frac{d_f - kd}{d - kd} \right) - \varepsilon_{bi} E_f$$

Espuerfo aplicado en la fibra de carbono	FFS	0.40	N/mm2
Esfuerzo admisible en la fibra de carbono	FFS limite	2246.75	N/mm2

Cumple

Resumen de resultados y comparación entre resistencia de valores

Descripción	Kn.m	Tonf.m
Momento aplicado por las cargas	11.56584	1.3
Momento resistente viga sin reforzar	9.964413	1.12
Momento resistente viga reforzada	80.4376	9.04118611

DISEÑO DE REFORZAMIENTO DE VIGA CON FIBRA DE CARBONO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Viga : 30 cm x 70 cm

Normativa de Referencia: ACI 440.2R-17

Propiedades Viga de Concreto

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Ancho	b	300	mm
Peralte	h	700	mm
Resistencia a la compresión	f'c	23.83	N/mm2
Área de acero de reforzamiento	As	594	mm2
Fluencia del acero	fy	227.53	N/mm2
Máxima deformación elástica del acero	εy	0.00114	
Módulo de elasticidad concreto	Ec	22944	N/mm2
Módulo de elasticidad acero	Ey	200000	N/mm2

Propiedades Frp (Fibra De Carbono)

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Factor de reducción por ambiente	Ce	0.95	
Espesor de la capa	tf	0.337	mm
Resistencia a la tracción	f*fu	4300	N/mm2
Tensión de ruptura	ε*fu	0.0155	mm/mm
Módulo de elasticidad	Ef	240000	N/mm2

Procedimiento de diseño de FRP ACI 440.2R

1 Cálculo de propieades del sistema FRP

$$f_{fu} = C_E f_{fu}^{*} \qquad \varepsilon_{fu} = C_E \varepsilon_{fu}^{*}$$

Resitencia a la tracción última	ffu	4085	N/mm2
Tensión de ruptura última	εfu	0.0147	N/mm2

2 Cálculo preliminares

$$E_c = 57000\sqrt{f'c} \qquad A_f = n t_f w_f$$

	Betha 1	0.85	
Módulo de elasticida de concreto	Ec	22944	N/mm2
Módulo de elasticida del acero	Es	200000	N/mm2
Área de acero de reforzamiento	As	108.88	mm2
	Af	101.1	mm2

3 Determinación del estado de la deformacion e el soffit

$$\varepsilon_{bi} = \frac{M_{DL}(d_f - kd)}{I_{cr} E_c}$$

k		0.186	
Momento de inercia	Icr	8575000000	mm4
Deformación unitaria inicial del concreto	εbi	0.000000	mm/mm

4 Determinacion del strain de diseño del sistema de FRP

εfd	0.0070	mm/mm
εfd	0.0133	mm/mm
εfd	0.0133	mm/mm

$$\varepsilon_{fd} = 0.41\sqrt{\frac{f'c}{nE_f t_f}} \leq 0.9\varepsilon_{fu}$$

5 Estimacion de altura de zona de compresión

c	72.15	mm

6 Determinacion de nifel efectivo de strain en el reforzamiento de FRP

εfe 1	0.026	mm/mm
εfe 2	0.009	mm/mm
εfe	0.009	mm/mm

$$\varepsilon_{fe} = 0.003\left(\frac{d_f - c}{c}\right) = \varepsilon_{bi} \leq \varepsilon_{fd}$$

$$\varepsilon_c = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi})(\frac{c}{d_f - c})$$

Deformación unitaria concreto	εc	0.0010	mm/mm

7 Cálculo del strain en el reforzamiento del acero

$$\varepsilon_s = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi})(\frac{c}{d_f - c})$$

Deformación unitaria acero	εs	0.0083	mm/mm

8 Cálculo del esfuerzo en el acero y en FRP

$$f_s = E_s\varepsilon_s \leq f_y \qquad f_{fe} = E_f\varepsilon_{fe}$$

Esfuerzo en el a fs	1656.7	N/mm2
Esfuerzo en el a fs	227.53	N/mm2
Esfuerzo en el a fs	227.5	N/mm2
Esfuerzo aplica ffe	2160	N/mm2

9 Cálculo de fuerzas internas y revisión de equilibrio

$$\beta_1 = \frac{4\varepsilon'_c - \varepsilon_c}{6\varepsilon'_c - 2\varepsilon_c} \qquad \alpha_1 = \frac{3\varepsilon'_c\varepsilon_c - \varepsilon_c^2}{3\beta_1\varepsilon_c'^2}$$

Cociente bloque de compresion vs prof al eje neutro	β1	0.707
Coeficiente equivalente rectangular	α1	0.667

$$\varepsilon'_c = \frac{1.7f'c}{Ec}$$

Coeficiente de ε'c	0.0018	mm/mm

10 Obtención de C tanteando

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\alpha_1 f_c \beta_1 b}$$

Distancia de la fibra extrema de compresión al eje neutro	c	72.15	mm

11 Cálculo de resistencia a la flexión de los elementos

$$M_{ns} = A_s f_s \left(\mathrm{d} - \frac{\beta_1 c}{2} \right)$$

Aporte del acero al momento	Mns	15470825	N-mm

$$M_{nf} = A_f f_{fe} \left(d_f - \frac{\beta_1 c}{2} \right)$$

Aporte del acero de la fibra de carbono	Mnf	147292554	N-mm

12 Cálculo del diseño resitencia nominal a flexion

Momento resistente del sistema de reforzamiento		126602546.22	N-mm
	Wf revisar		

13 Chequeo de esfuerzos de servicio en el acero y el FRP

Cuantía de acer	ps	0.052%	
Cuantía de fibra	pf	0.048%	
Módulo de elas	Es	200000	N/mm2
Módulo de elas	Ef	240000	N/mm2
Módulo de elas	Ec	22943.51	N/mm2

$$k = \sqrt{\left(\rho_s \frac{E_s}{E_C} + \rho_f \frac{E_f}{E_C} \right)^2 + 2 \left(\rho_s \frac{E_s}{E_C} + \rho_f \frac{E_f}{E_C} \left(\frac{d_f}{d} \right) \right)} - \left(\rho_s \frac{E_s}{E_C} + \rho_f \frac{E_f}{E_C} \right)$$

	k	0.13	
Momento aplic	Ms	29536.19	N-m
Esfuerzo aplica	fss	0.19	N/mm2
Esfuerzo admis	fss	182.024	N/mm2

14 Chequeo del creep limite de servicio del FRP

$$f_{f,s} = f_{s,s} \left(\frac{E_f}{E_s} \right) \left(\frac{d_f - kd}{d - kd} \right) - \varepsilon_{bi} E_f$$

Espuerfo aplica	FFS	0.24	N/mm2
Esfuerzo admis	FFS limite	2246.75	N/mm2

Condición Cumple

Descripción	Viga tipo 30 x 70		Viga tipo 30 x 40	
	Kn.m	Tonf.m	Kn.m	Tonf.m
Máximo mom	29.54	3.32	11.57	1.30
Momento resi	22.06	2.48	9.96	1.12
Momento resi	126.60	14.23	80.44	9.04

DISEÑO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Viga Collar	2do piso eje Y		Elemento	Distancia cara superior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
Momento positivo											
Datos de material			Acero superior	46.00	1.54	0.0008	1665.00	0	0	42	0.00
fy (kg/cm2)=	4200		Acero inferior	4.00	-40.46	-0.0219	-4200	6	-25200	0	0
fc (kg/cm2)=	210		Concreto						25200.00	43.65	11.00
M (Tn-m)=	9.875					**Equilibrio de Fuerzas**					
			c (cm)=	5.54				P =	0.00241223		
Alto(cm)=	50		h-c (cm)=	44.46		Concreto	25200.00				
Ancho(cm)=	30		Θ=	0.00		Acero superior	0.00			Mn (Tn-m)=	11.00
Es (kg/cm2)=	2000000		a (cm)=	4.71		Acero inferior	-25200.00			Φ =	0.9
r(cm)=	4		d (cm)=	46.00						Mu (Tn-m)=	9.90
						Sumatoria	0.00				
								Diseño	**11 Φ 1/2"**		

Viga Collar	2do piso eje Y	(M-)	Elemento	Distancia cara superior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
Momento negativo											
Datos de material			Acero superior	46.00	1.54	0.0008	1665.00	2	3330	42	1.40
fy (kg/cm2)=	4200		Acero inferior	4.00	-40.46	-0.0219	-4200	6	-25200	0	0
fc (kg/cm2)=	210		Concreto						25200.00	43.65	11.00
M (Tn-m)=	9.875					**Equilibrio de Fuerzas**					
			c (cm)=	5.54				P =	3329.99872		
Alto(cm)=	50		h-c (cm)=	44.46		Concreto	25200.00				
Ancho(cm)=	30		Θ=	0.00		Acero superior	3330.00			Mn (Tn-m)=	12.40
Es (kg/cm2)=	2000000		a (cm)=	4.71		Acero inferior	-25200.00			Φ =	0.9
r(cm)=	4		d (cm)=	46.00						Mu (Tn-m)=	11.16
						Sumatoria	3330.00				
								Diseño	**11 Φ 1/2"**		

DISEÑO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Viga Collar	2do piso eje X	Elemento	Distancia cara superior (cm)		Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
Momento positivo											
		Acero superior		8	0.2636228	0.0003	723.021878	8.89	6428	6	0.39
fy (kg/cm2)=	4200	Acero inferior		2	-5.736377	-0.0076	-4200	8.89	-37338	0	0
fc (kg/cm2)=	210	Concreto							30910.3355	7.037960303	2.18
M (Tn-m)=	2.05					**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	2.26					P =	-3.93E-05		
h(cm)=	10	h-c (cm)=	7.74			Concreto	30910.34				
b(cm)=	90	Θ=	0.00			Acero superior	6427.66			Mn (Tn-m)=	2.56
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	1.92			Acero inferior	-37338.00			Φ =	0.9
r(cm)=	2	d (cm)=	8.00							Mu (Tn-m)=	2.31
						Sumatoria	0.00				
								Diseño	**7 Φ 1/2"**		

Viga Collar	3er piso eje X	Elemento	Distancia cara superior (cm)		Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
Momento negativo											
		Acero superior		8	-0.02	-0.00002	-51.04	4.26	-217.44	6	-0.013
fy (kg/cm2)=	4200	Acero inferior		2	-6.02	-0.00910	-4200	4.26	-17892	0	0
fc (kg/cm2)=	210	Concreto							18058.53	7.16	1.29
M (Tn-m)=	1.02					**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	1.98					P =	-50.91		
h(cm)=	10	h-c (cm)=	8.02			Concreto	18058.53				
b(cm)=	60	Θ=	0.00			Acero superior	-217.44			Mn (Tn-m)=	1.28
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	1.69			Acero inferior	-17892.00			Φ =	0.9
r(cm)=	2	d (cm)=	8.00							Mu (Tn-m)=	1.15
						Sumatoria	-50.91				
								Diseño	**6 Φ3/8"**		

DISEÑO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Viga "Y" doblemente reforzada nueva 2do piso Momento positivo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	36	0.83	0.0005	1064.65	5.08	5408	32	1.73
fy (kg/cm2)=	4200	Acero inferior	4	-31.17	-0.0194	-4200	6.52	-27384	0	0
fc (kg/cm2)=	210	Concreto						21976	33.95	7.46
M(Tn-m)=	7.8				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	4.83							
h(cm)=	40	h-c (cm)=	35.17		Concreto	21975.56				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	5408.44			Mn (Tn-m)=	9.19
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	4.10		Acero inferior	-27384.00			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	36						Mu (Tn-m)=	8.27
					Sumatoria	0.00				
						Diseño		**Superior 2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8" Inferior: 4 Φ1/2"**		

Viga "Y" doblemente reforzada nueva 2do piso Momento negativo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	36	0.22	0.0002	325.431734	6.52	2122	32	0.68
fy (kg/cm2)=	4200	Acero inferior	4	-31.78	-0.0226	-4200	5.08	-21336	0	0
fc (kg/cm2)=	210	Concreto						19214	34.21	6.57
M(Tn-m)=	7.8				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	4.22							
h(cm)=	40	h-c (cm)=	35.78		Concreto	19214.19				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	2121.81			Mn (Tn-m)=	7.25
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	3.59		Acero inferior	-21336.00			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	36						Mu (Tn-m)=	6.53
					Sumatoria	0.00				
						Diseño		**Superior 2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8" Inferior: 4 Φ1/2"**		

DISEÑO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Viga "Y" doblemente reforzada nueva 3er piso Momento positivo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	36	-0.47	-0.0004	-827.7639	6.52	-5397	32	-1.73
fy (kg/cm2)=	4200	Acero inferior	4	-32.47	-0.0276	-4200	2.54	-10668	0	0
fc (kg/cm2)=	210	Concreto						16065	34.50	5.54
M(Tn-m)=	3.12				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	3.53							
h(cm)=	40	h-c (cm)=	36.47		Concreto	16065.02				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	-5397.02			Mn (Tn-m)=	3.82
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	3.00		Acero inferior	-10668.00			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	36						Mu (Tn-m)=	3.43
					Sumatoria	0.00				
					Diseño	**Superior 2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8" Inferior: 4 Φ1/2"**				

Viga "Y" doblemente reforzada nueva 3er piso Momento negativo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	36	1.21	0.0007	1442.79267	2.54	3665	32	1.17
fy (kg/cm2)=	4200	Acero inferior	4	-30.79	-0.0177	-4200	6.52	-27384	0	0
fc (kg/cm2)=	210	Concreto						23719	33.79	8.01
M(Tn-m)=	3.12				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	5.21							
h(cm)=	40	h-c (cm)=	34.79		Concreto	23719.31				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	3664.69			Mn (Tn-m)=	9.19
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	4.43		Acero inferior	-27384.00			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	36						Mu (Tn-m)=	8.27
					Sumatoria	0.00				
					Diseño	**Superior 2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8" Inferior: 4 Φ1/2"**				

DISEÑO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

Viga con acero liso 30x70 Momento positivo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	26	-43.03	-0.1331	-2320	5.94	-2522	22	-0.55
fy (kg/cm2)=	2320	Acero inferior	4	-65.03	-0.2012	-2320	5.94	-2522	0	0
fc (kg/cm2)=	240	Concreto						5044	65.59	3.31
M(Tn-m)=	3.12				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	0.97							
h(cm)=	70	h-c (cm)=	69.03		Concreto	5043.77				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	-2521.89			Mn (Tn-m)=	2.75
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	0.82		Acero inferior	-2521.89			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	66						Mu (Tn-m)=	2.48
					Sumatoria	-0.01				
					Diseño					

Viga con acero liso 30x70 Momento negativo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	66	-3.03	-0.0094	-2320	5.94	-2522	22	-0.55
fy (kg/cm2)=	2320	Acero inferior	44	-25.03	-0.0774	-2320	5.94	-2522	0	0
fc (kg/cm2)=	240	Concreto						5044	65.59	3.31
M(Tn-m)=	3.12				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	0.97							
h(cm)=	70	h-c (cm)=	69.03		Concreto	5043.77				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	-2521.89			Mn (Tn-m)=	2.75
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	0.82		Acero inferior	-2521.89			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	66						Mu (Tn-m)=	2.48
					Sumatoria	0.00				
					Diseño					

DISENO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

Viga con acero liso 30x40 Momento positivo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	36	-3.03	-0.0017	-2320	5.94	-2522	22	-0.55
fy (kg/cm2)=	2320	Acero inferior	14	-25.03	-0.0142	-2320	5.94	-2522	0	0
fc (kg/cm2)=	240	Concreto						5044	35.59	1.79
M(Tn-m)=	3.12				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	0.97							
h(cm)=	40	h-c (cm)=	39.03		Concreto	5043.77				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	-2521.89			Mn (Tn-m)=	1.24
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	0.82		Acero inferior	-2521.89			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	36						Mu (Tn-m)=	1.12
					Sumatoria	0.00				
					Diseño					

Viga con acero liso 30x40 Momento negativo		Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
		Acero superior	26	-13.03	-0.0074	-2320	1.08702	-2522	22	-0.55
fy (kg/cm2)=	2320	Acero inferior	4	-35.03	-0.0198	-2320	1.08702	-2522	0	0
fc (kg/cm2)=	240	Concreto						5044	35.59	1.79
M(Tn-m)=	3.12				**Equilibrio de Fuerzas**					
		c (cm)=	0.97							
h(cm)=	40	h-c (cm)=	39.03		Concreto	5043.77				
b(cm)=	30	Θ=	0.00		Acero superior	-2521.89			Mn (Tn-m)=	1.24
Es (kg/cm2)=	2069432.43	a (cm)=	0.82		Acero inferior	-2521.89			Φ =	0.9
r(cm)=	4	d (cm)=	36						Mu (Tn-m)=	1.12
					Sumatoria	0.00				
					Diseño					

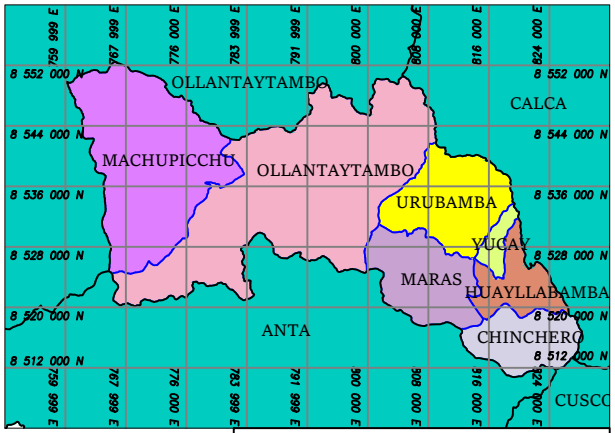
DISEÑO DE NUEVOS ELEMENTOS DE CONCRETO

TESIS: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO”

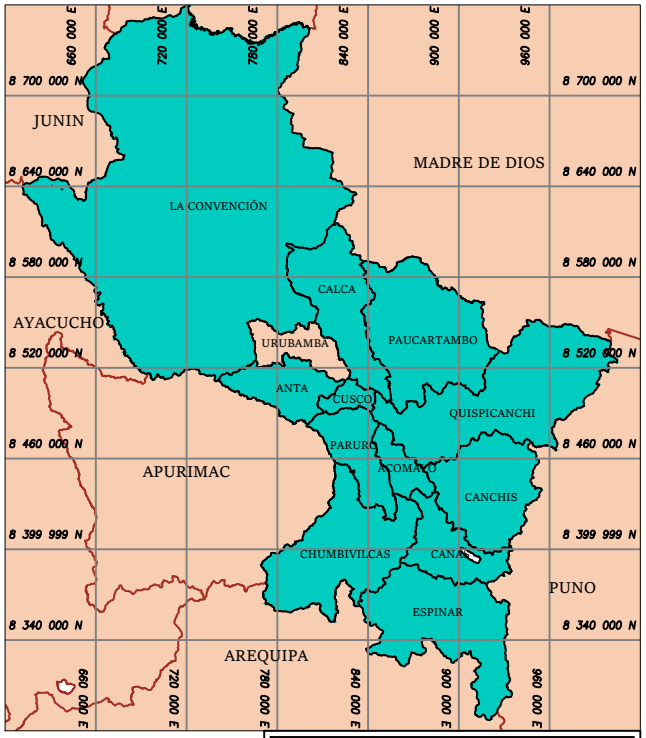
Viga de portico Si fueran nuevas	Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
	Acero superior	66	0.38	0.0003	543.774745	2.54	1381	62	0.86
fy (kg/cm2)= 4200	Acero inferior	4	-61.62	-0.0422	-4200	5.08	-21336	0	0
fc (kg/cm2)= 210	Concreto						19955	64.14	12.80
M(Tn-m)= 3.32				**Equilibrio de Fuerzas**					
	c (cm)=	4.38							
h(cm)= 70	h-c (cm)=	65.62		Concreto	19954.81				
b(cm)= 30	Θ=	0.00		Acero superior	1381.19			Mn (Tn-m)=	13.65
Es (kg/cm2)= 2069432.43	a (cm)=	3.73		Acero inferior	-21336.00			Φ =	0.9
r(cm)= 4	d (cm)=	66						Mu (Tn-m)=	12.29
				Sumatoria	0.00				
				Diseño	**Superior 2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8" Inferior: 4 Φ1/2"**				

Viga de pórtico Si fueran nuevas	Elemento	Distancia cara inferior (cm)	Distancia a c/2 (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo aplicado σ (kg/cm2)	Área de acero (cm2)	Fuerza Kg	Distancia a acero tracción (cm)	Momentos (ton.m)
	Acero superior	66	-0.55	-0.0005	-990.79128	5.08	-5033	62	-3.12
fy (kg/cm2)= 4200	Acero inferior	4	-62.55	-0.0544	-4200	2.54	-10668	0	0
fc (kg/cm2)= 210	Concreto						15701	64.53	10.13
M(Tn-m)= -2.52				**Equilibrio de Fuerzas**					
	c (cm)=	3.45							
h(cm)= 70	h-c (cm)=	66.55		Concreto	15701.22				
b(cm)= 30	Θ=	0.00		Acero superior	-5033.22			Mn (Tn-m)=	7.01
Es (kg/cm2)= 2069432.43	a (cm)=	2.93		Acero inferior	-10668.00			Φ =	0.9
r(cm)= 4	d (cm)=	66						Mu (Tn-m)=	6.31
				Sumatoria	0.00				
				Diseño	**Superior 2 Φ1/2"+ 2 Φ5/8" Inferior: 4 Φ1/2"**				

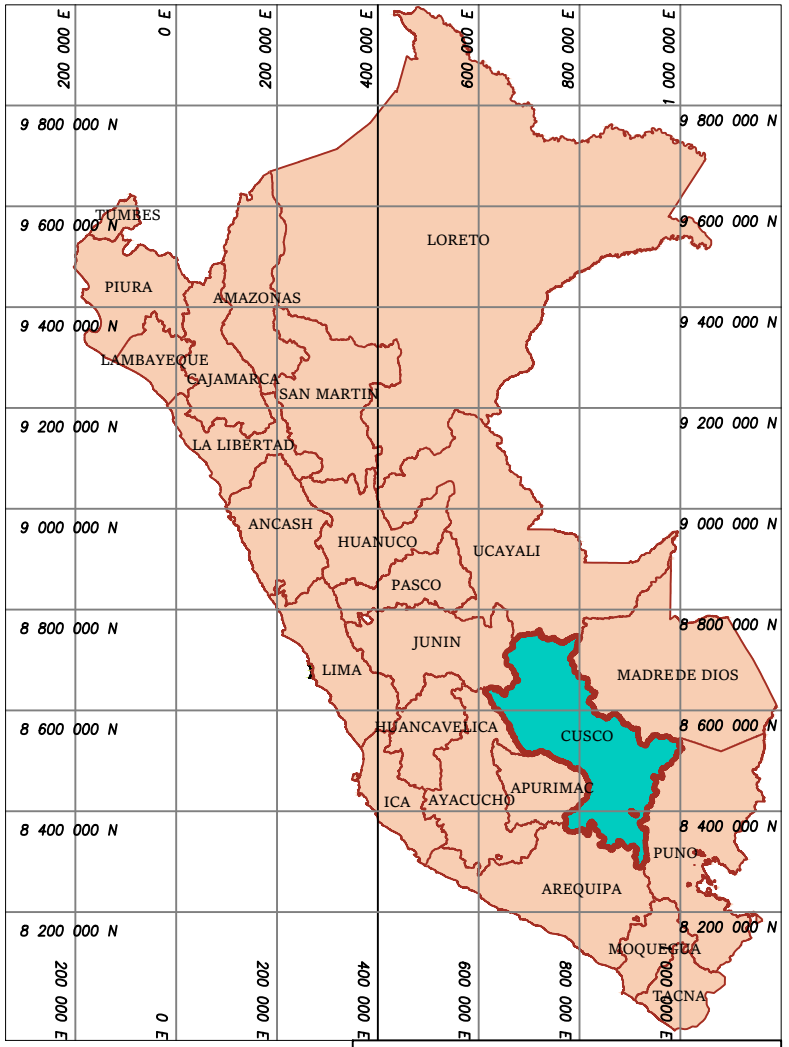
K5. Planos



LIMITES DISTRITALES
ESCALA 1:200



LIMITES PROVINCIALES
ESCALA 1:200



LIMITES DEPARTAMENTAL
ESCALA 1:200

LEYENDA

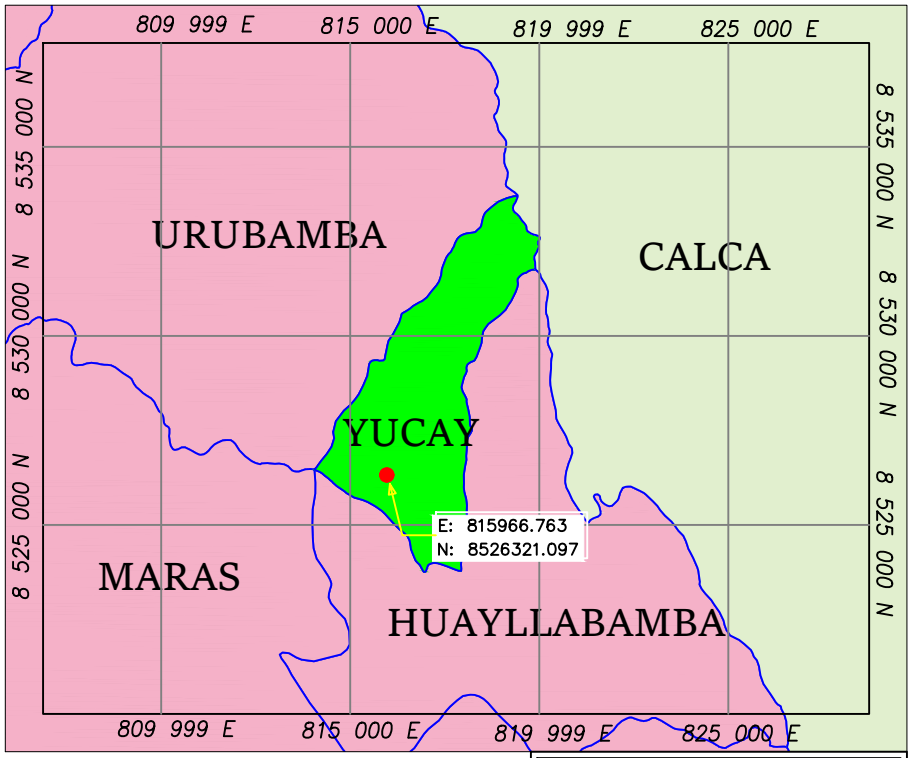
- DISTRITO DE YUCAY
- DEPARTAMENTO DE CUSCO
- LIMITES DEPARTAMENTALES
- LIMITES DISTRITALES

LIMITES

- LIMITES DISTRITALES
- LIMITES PROVINCIALES
- LIMITES DEPARTAMENTALES

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** PLANO DE UBICACIÓN DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADAS **AÑO:** 2025	**LAMINA:** U-01	

PLANO DE UBICACION DE LAS CALICATAS
ESCALA 1:500



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:200000

LEYENDA

- UBICACION DE LAS CALICATAS
- UBICACION DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA
- UBICACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
- DISTRITO DE YUCAY
- LIMITES DISTRITALES
- LIMITE PROVINCIAL

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: UBICACION DE LAS CALICATAS

UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

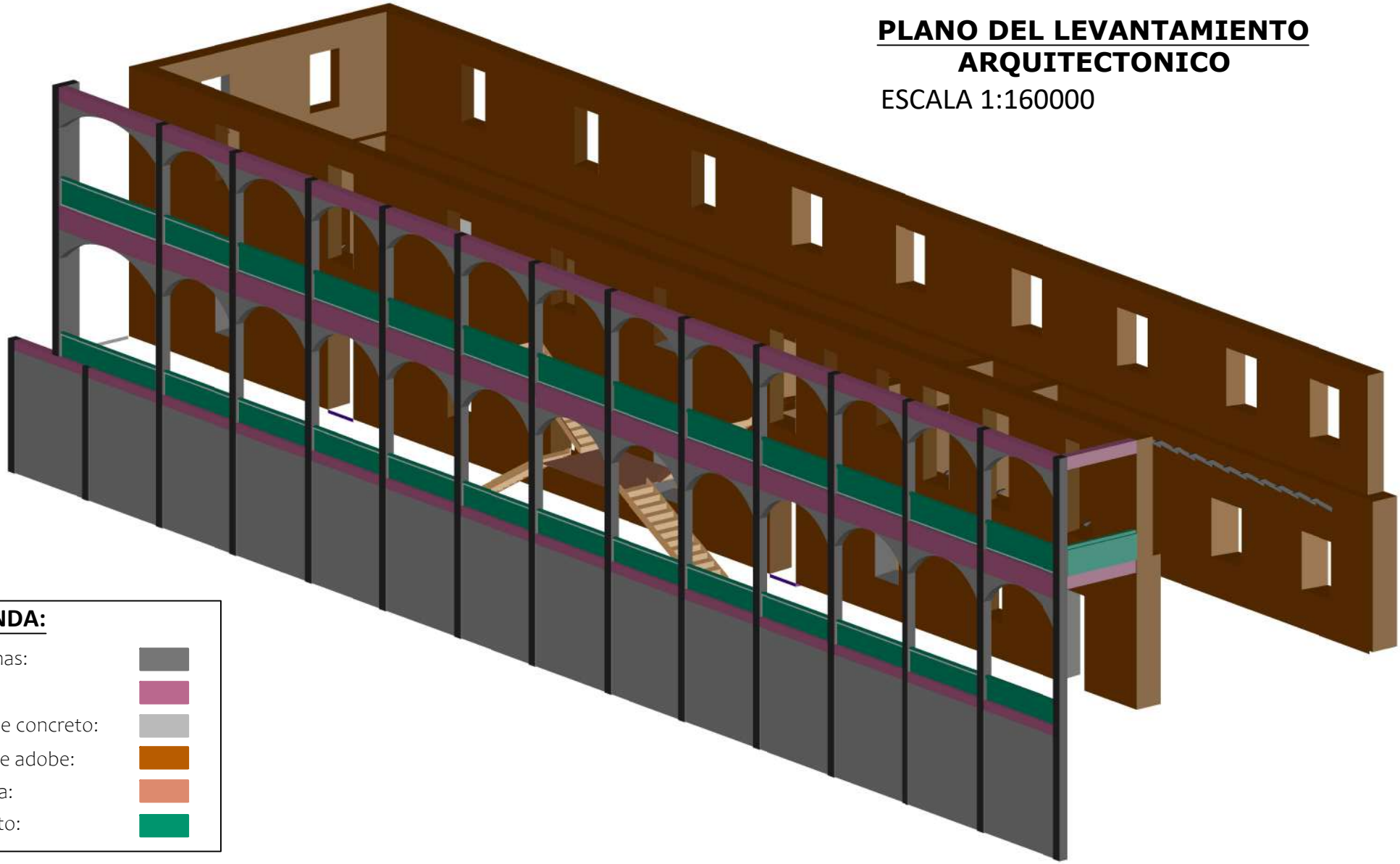
ESCALA: INDICADAS

AÑO: 2024

LAMINA: U-02

PLANO DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO

ESCALA 1:160000



LEYENDA:

- Columnas:
- Vigas:
- Muro de concreto:
- Muro de adobe:
- Escalera:
- Parapeto:

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: PLANO DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO

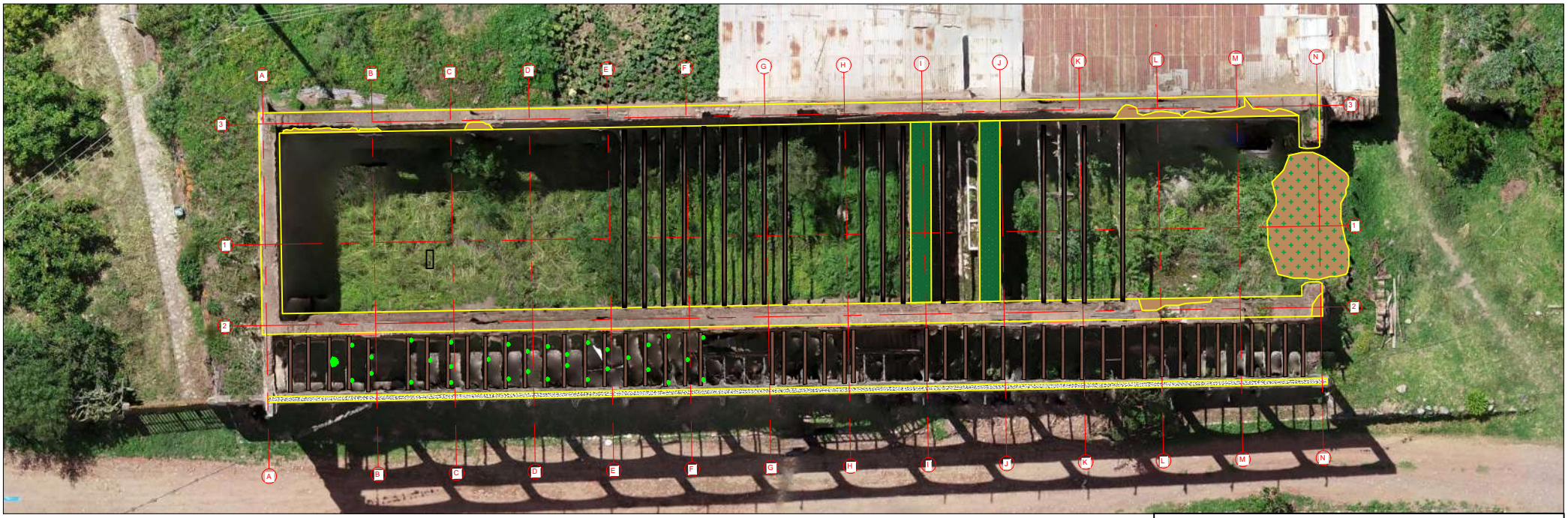
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADAS

AÑO: 2024

LAMINA: AE-01

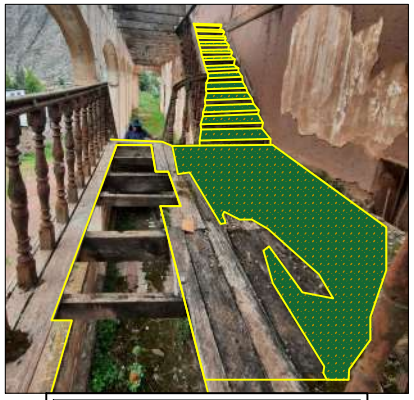


PLANO DE PATOLOGIA EN PLANTA

ESCALA 1:200

PLANO DE PATOLOGIA EN LA ESCALERA VISTA POSTERIOR

PLANO DE PATOLOGIA EN LA ESCALERA VISTA FRONTAL



PLANO DE PATOLOGIA EN LA ESCALERA VISTA DEL DESCANZO

LEYENDA

Vegetacion a nivel interior del area construida y alrededores.		Derrumbe en el muro de adobe.	
Eflorecencia en muros de concreto armado.		Vegetación en muros de adobe.	
Vigas de madera carbonizada.		Mohos en la madera de la escalera.	
Vegetación en el desplome del muro.		Daños por hongos de pudricion.	

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: PLANO DE PATOLOGIA EN PLANTA Y DETALLES

UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

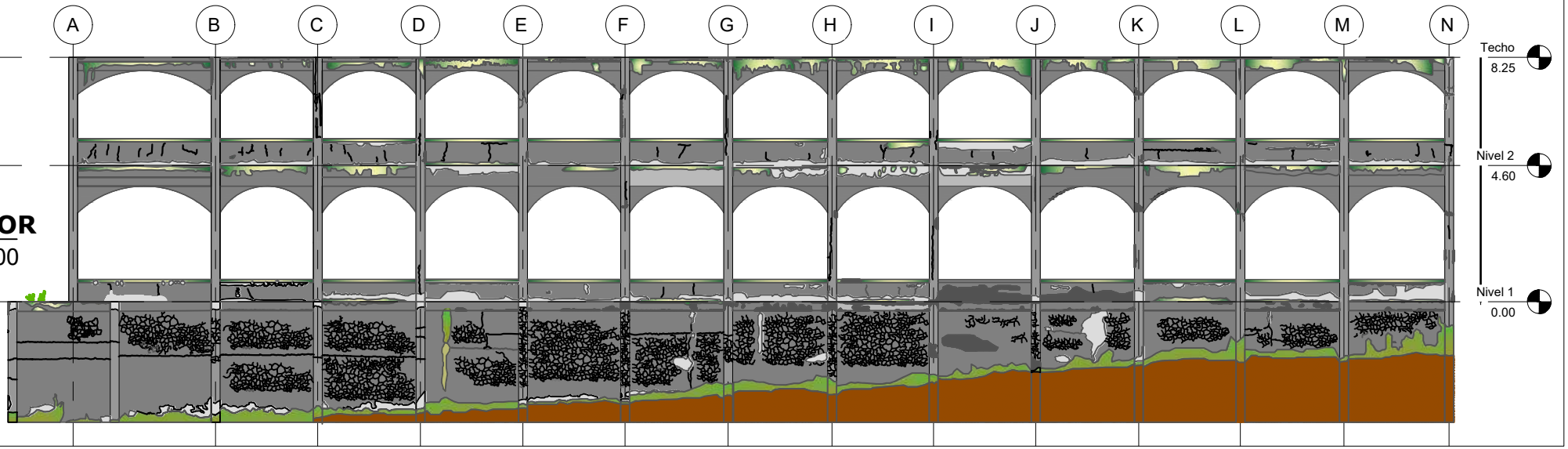
ESCALA: INDICADAS

AÑO: 2024

LAMINA: P-01

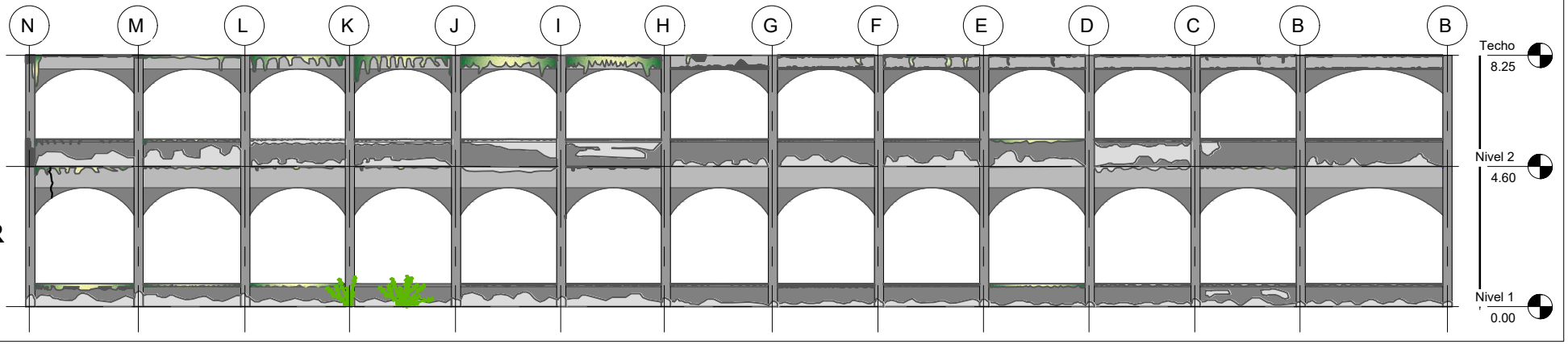
VISTA EXTERIOR

Esc: 1 : 200



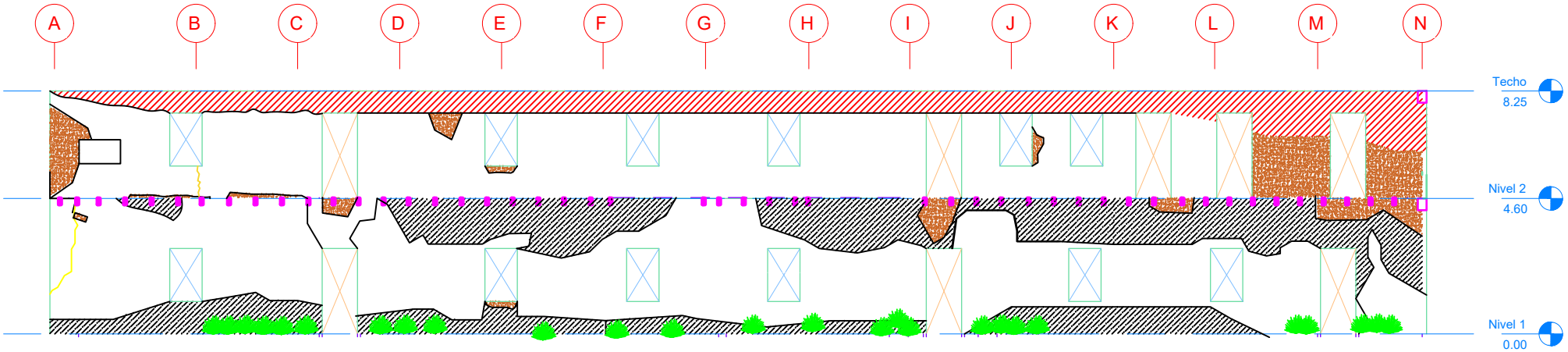
VISTA INTERIOR

Esc: 1 : 200



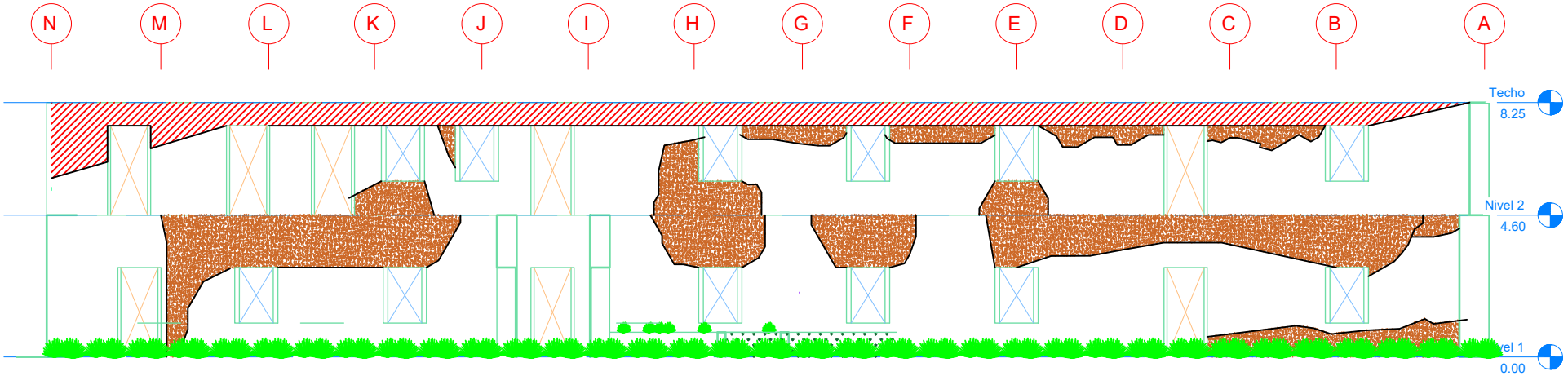
LEYENDA		LEYENDA		LEYENDA	
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Eflorescencia		Humedad		Fisuras en forma de red
	Desmoronamiento		Fisuras en forma de red		Plantas con raices

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** PATOLOGIA EN LA ESTRUCTURA DE CONCRETO	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADAS **AÑO:** 2024	**LAMINA:** P-02



Estado actual: Muro de adobe eje 1 cara exterior

Esc 1/200



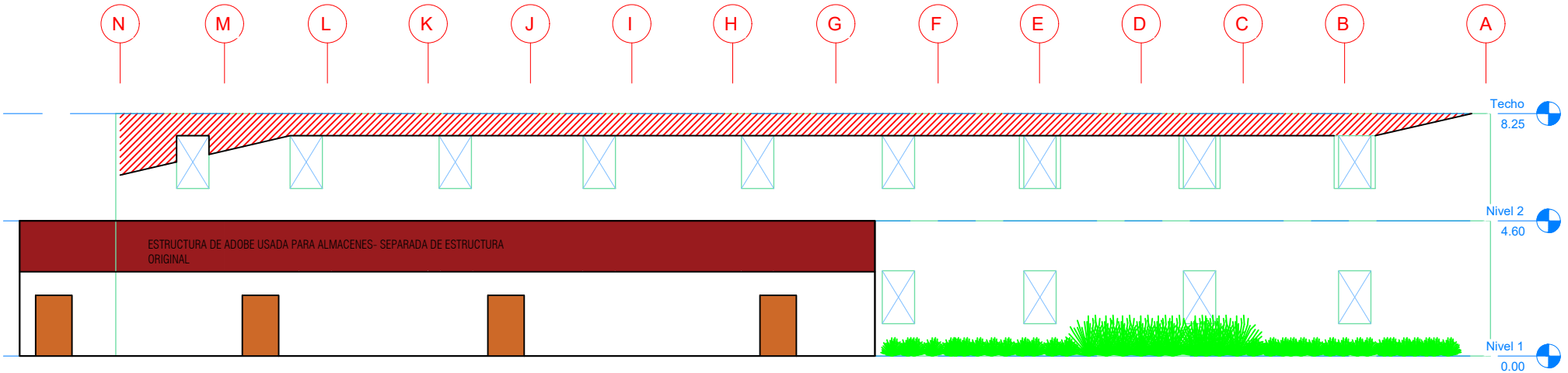
Estado actual: Muro de adobe eje 1 cara interior

Esc 1/200

LEYENDA

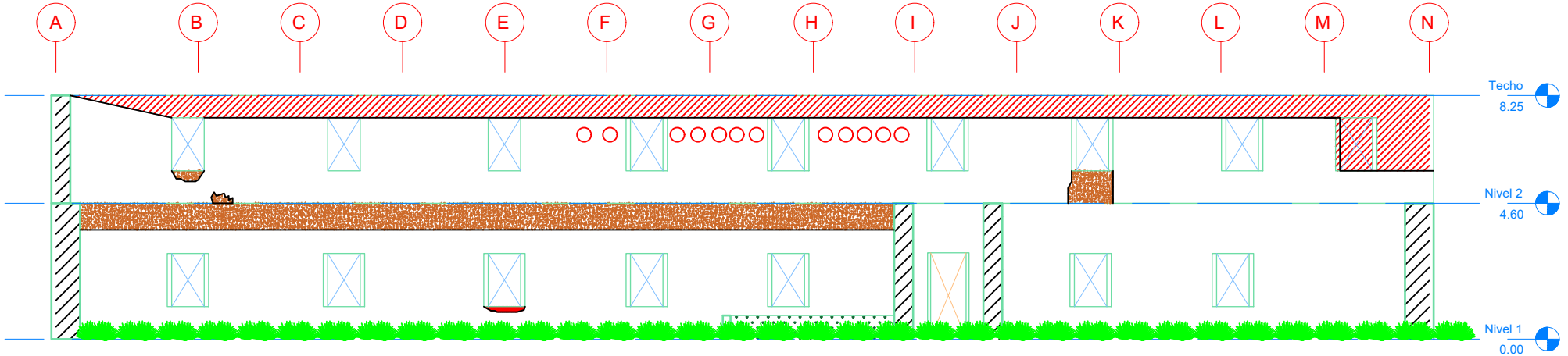
- Vegetacion a nivel inferior del área construida.
- Vigas de madera carbonizada.
- Derrumbe de muro de adobe.
- Perdida de tarrajeo de yeso en muro de adobe
- Perdida de estructura interna del muro

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** PLANO DE PATOLOGIA MUROS DE ADOBE 1	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** 1/200 **AÑO:** 2024	**LAMINA:** P-03



Estado actual: Muro de adobe eje 3 cara exterior

Esc 1/200



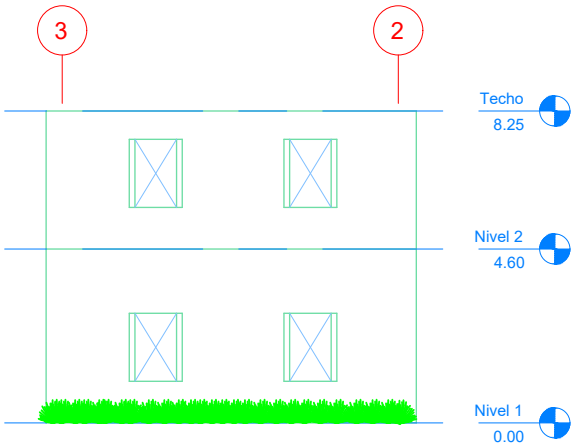
Estado actual: Muro de adobe eje 3 cara interior

Esc 1/200

LEYENDA

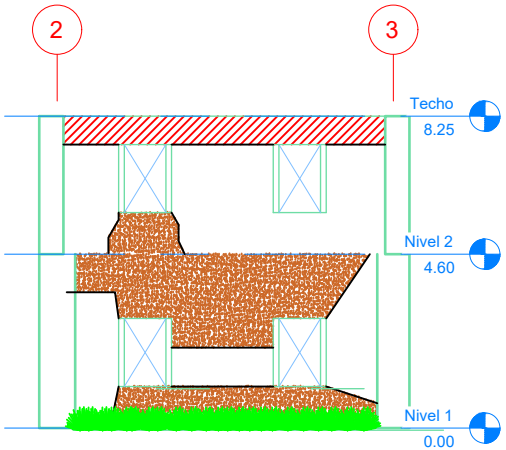
Vegetacion a nivel inferior del área construida.	Vigas de madera carbonizada.	Derrumbe de muro de adobe.	
Perdida de tarrajeo de yeso en muro de adobe	Perdida de estructura interna del muro	Perforación en muro de adobe	

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** PLANO DE PATOLOGIA MUROS DE ADOBE 3	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** 1/200 **AÑO:** 2024	**LAMINA:** P-04	



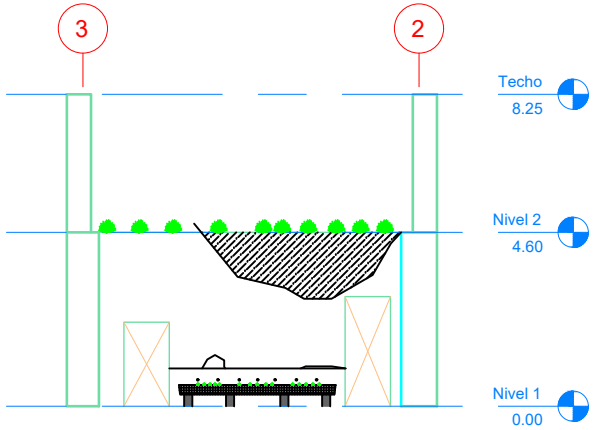
Estado actual: Muro de adobe 3 cara exterior

Esc 1/200



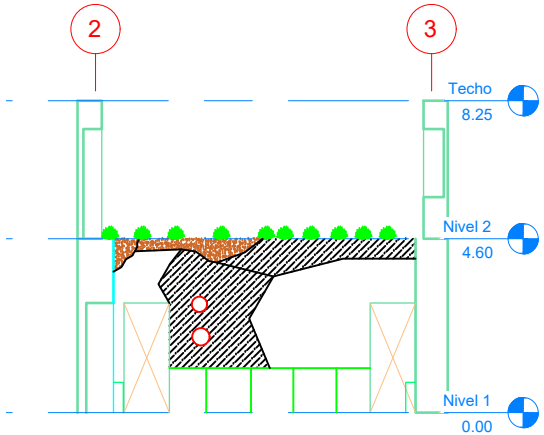
Estado actual: Muro de adobe 3 cara interior

Esc 1/200



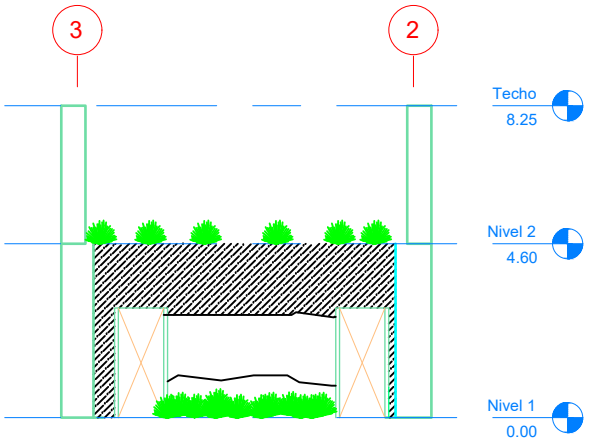
Estado actual: Muro de adobe 5 cara interior

Esc 1/200



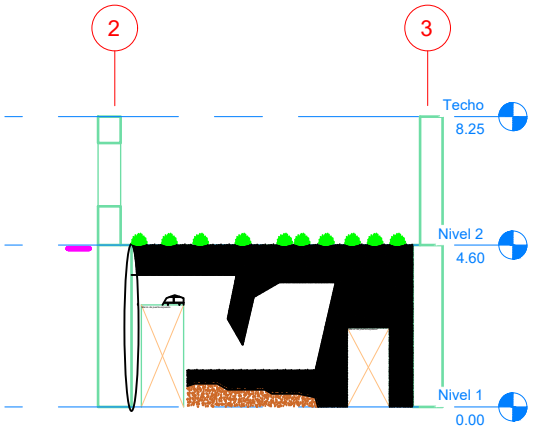
Estado actual: Muro de adobe 4 cara exterior

Esc 1/200



Estado actual: Muro de adobe 4 cara interior

Esc 1/200



Estado actual: Muro de adobe 5 cara exterior

Esc 1/200

LEYENDA

Vegetacion a nivel inferior del área construida.

Vigas de madera carbonizada.

Derrumbe de muro de adobe.

Perdida de tarrajeo de yeso en muro de adobe

Perdida de estructura interna del muro

Perforación en muro de adobe

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: PLANO DE PATOLOGIA MUROS DE ADOBE 5

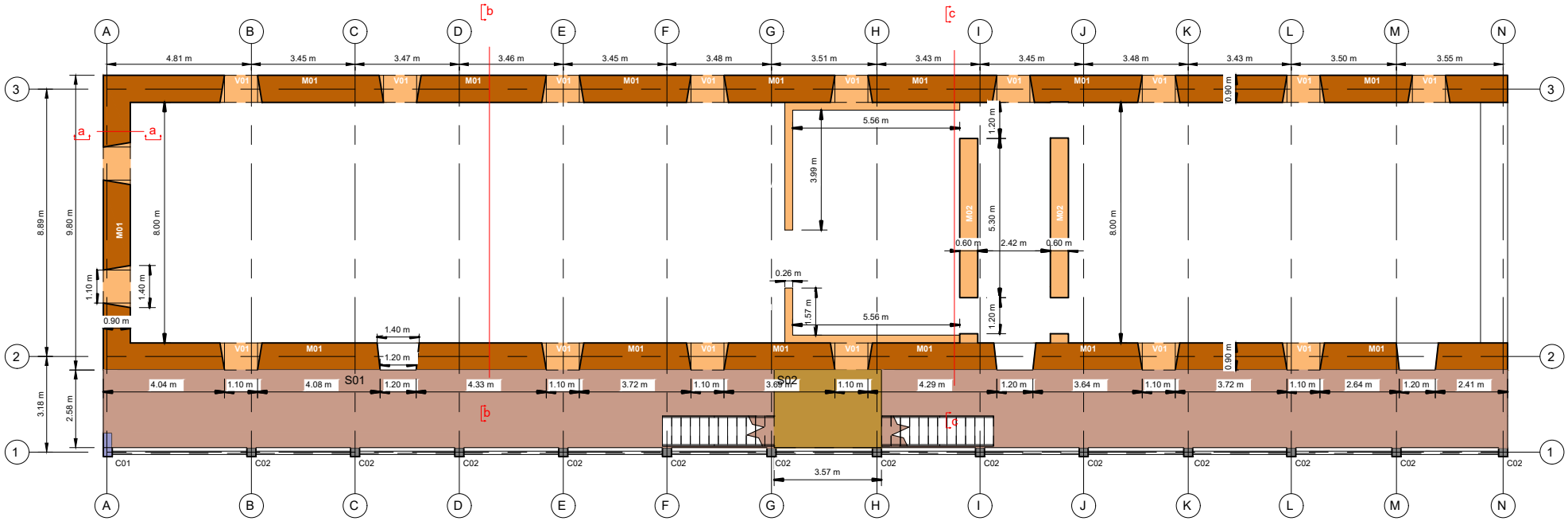
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1/200

AÑO: 2024

LAMINA: P-05



PRIMER PISO
Esc: 1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
C01	Columna de concreto de 30 cm x 80 cm
C02	Columna de concreto de 30 cm x 30 cm
V01	Abertura de ventana 1.20 m x1.80 m
S01	Suelo de pasadizo
S02	Suelo de madera de escalera, descanso

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: PLANTA PRIMER PISO

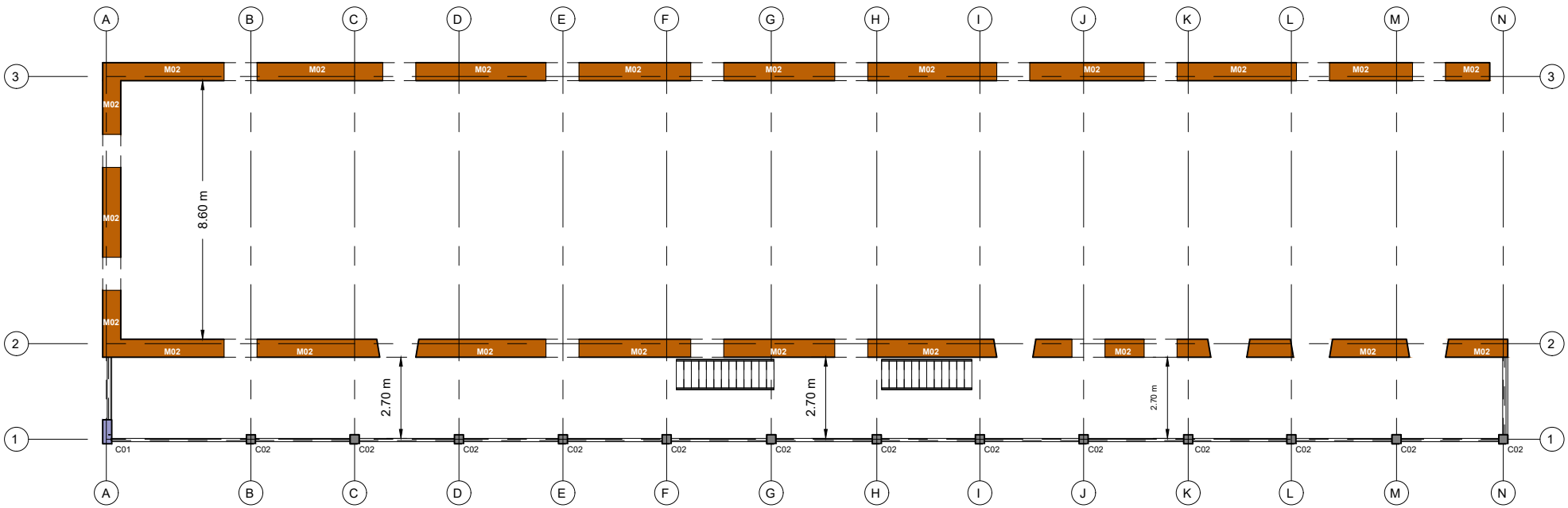
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:200

AÑO: 2024

LAMINA: AC-01



PLANTA SEGUNDO PISO

Esc: 1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
C01	Columna de concreto de 30 cm x 80 cm
C02	Columna de concreto de 30 cm x 30 cm

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: PLANTA SEGUNDO PISO

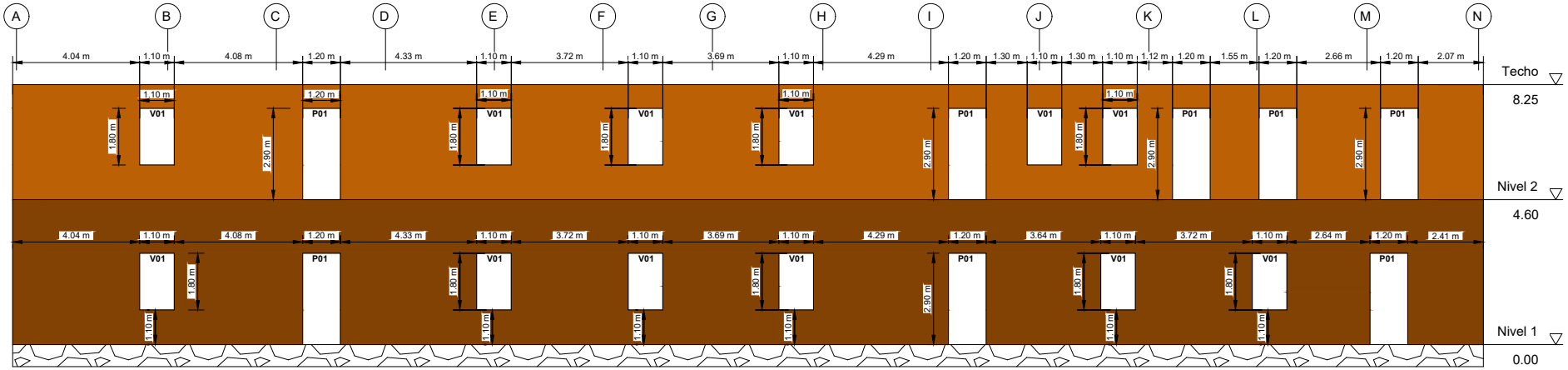
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

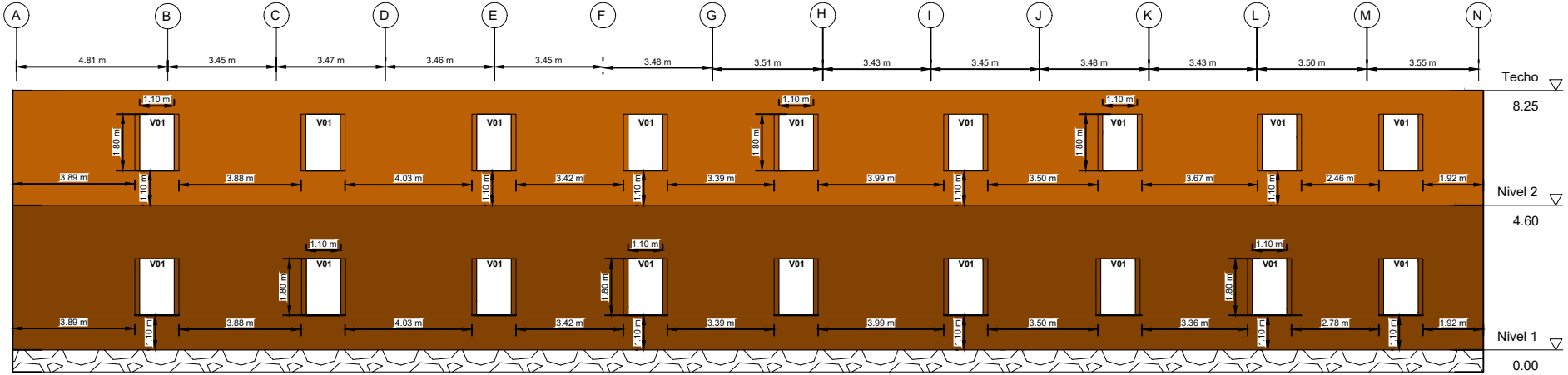
ESCALA: 1:200

AÑO: 2024

LAMINA: AC-02



ALZADO EJE 2
Esc: 1 : 200



ALZADO EJE 3
Esc: 1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
	Cimiento corrido de concreto ciclopeo h=70cm

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
V01	Abertura de ventana 1.20 cm x 1.80 cm con dintel de madera
P01	Abertura de puerta de 1.20 cm x 2.90 cm con dintel de madera

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: ALZADOS MUROS DE ADOBE

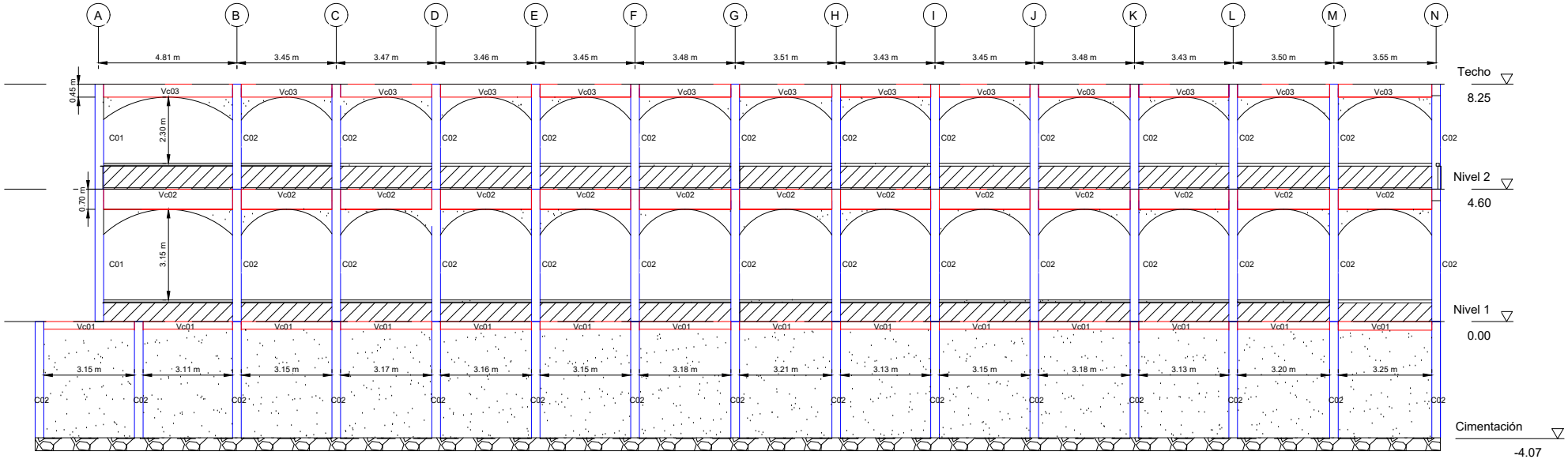
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:200

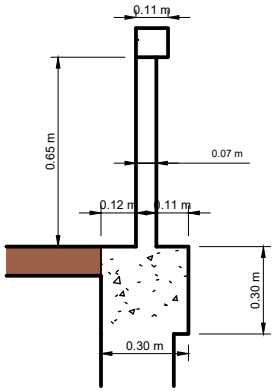
AÑO: 2024

LAMINA: AC-03



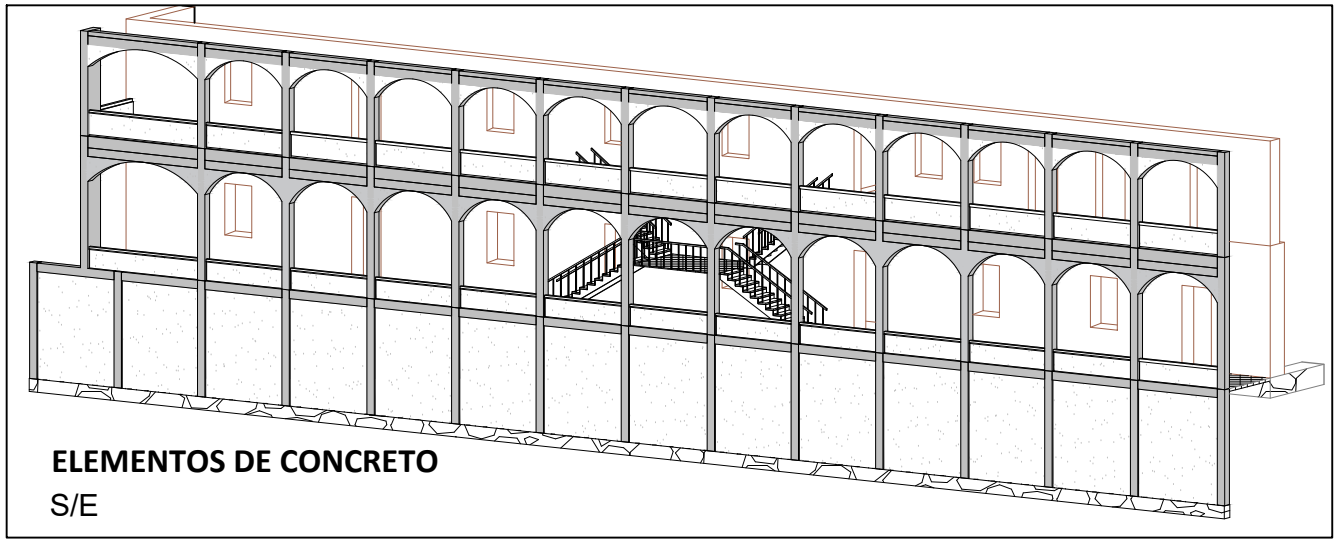
VISTA PORTICOS DE CONCRETO

Esc 1 : 200



PARAPETOS DE CONCRETO

Esc 1 : 25



ELEMENTOS DE CONCRETO

S/E

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
	Muro de concreto espesor = 25 cm
	Parapéto de concreto
C01	Columna de concreto 30 cm x 80 cm
C02	Columna de concreto 30 cm x 30 cm
Vc01	Viga de concreto de 30 cm x 30 cm
Vc02	Viga de concreto de 30 cm x 70 cm
Vc03	Viga de concreto de 30 cm x 45 cm

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: ELEMENTOS DE CONCRETO

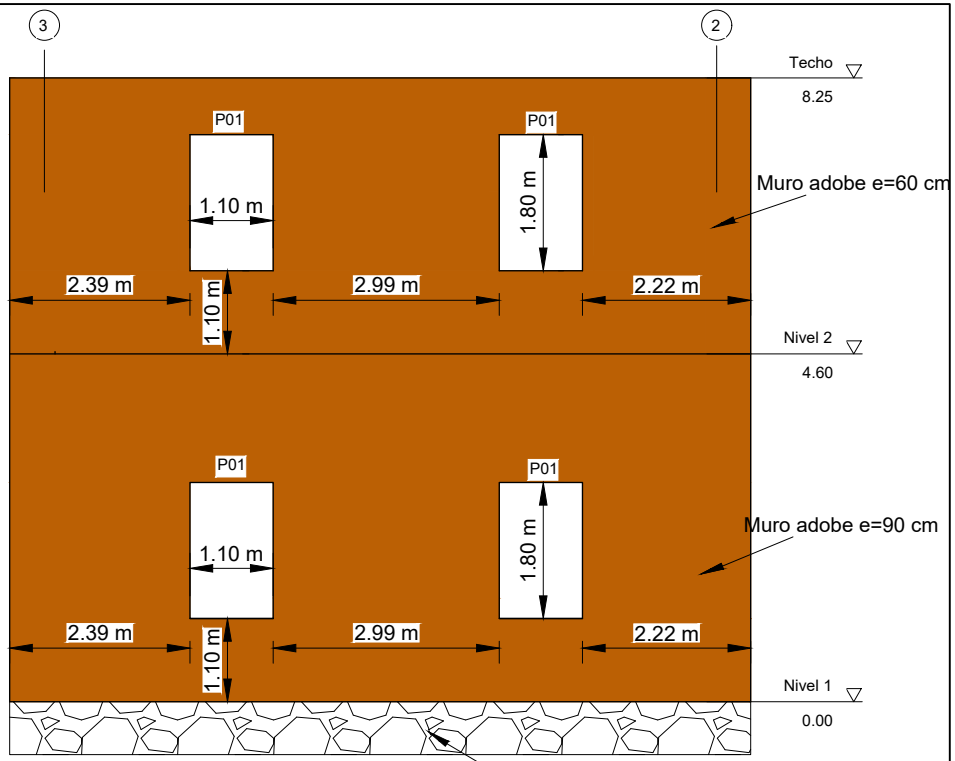
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:200

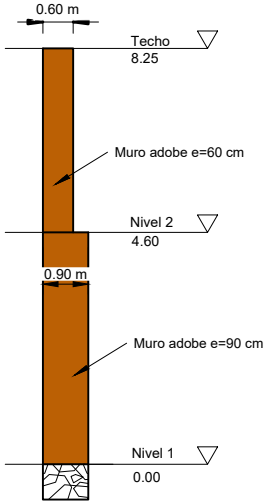
AÑO: 2024

LAMINA: AC-04



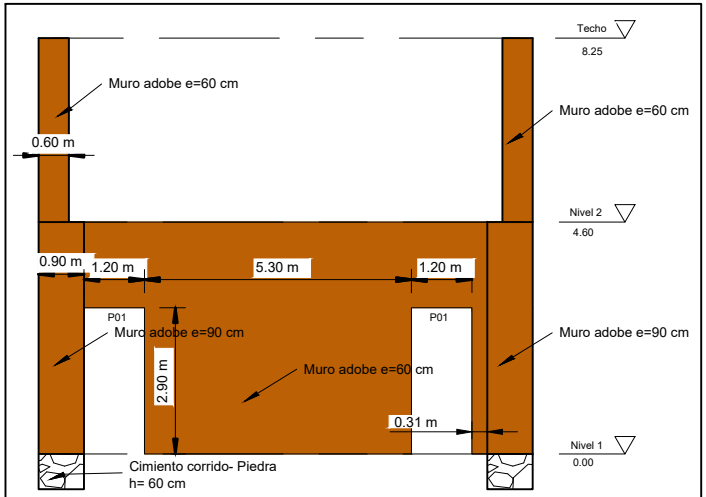
VISTA EXTERIOR MURO Y1

Esc: 1 : 100



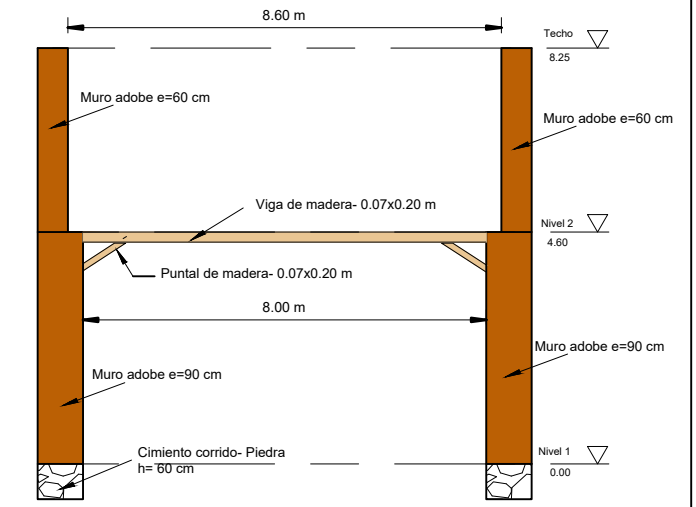
VISTA EN CORTE MUROS DE ADOBE

Esc: 1 : 150



VISTA MUROS INTERIORES

Esc: 1 : 150



CORTE MUROS

Esc: 1 : 150

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
V01	Abertura de ventana 1.20 cm x 1.80 cm con dintel de madera
P01	Abertura de puerta de 1.20 cm x 2.90 cm con dintel de madera

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: SECCIONES DE ELEMENTOS DE ADOBE

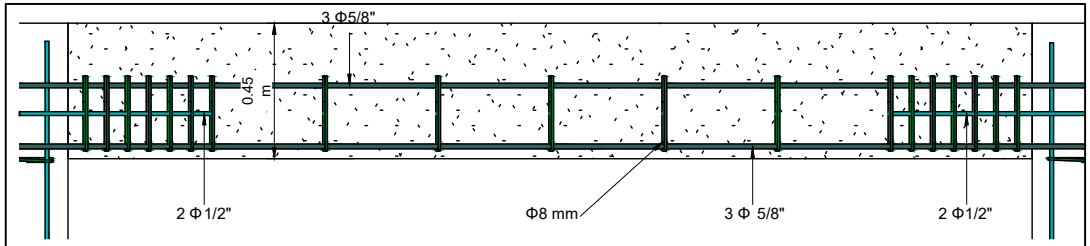
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADA

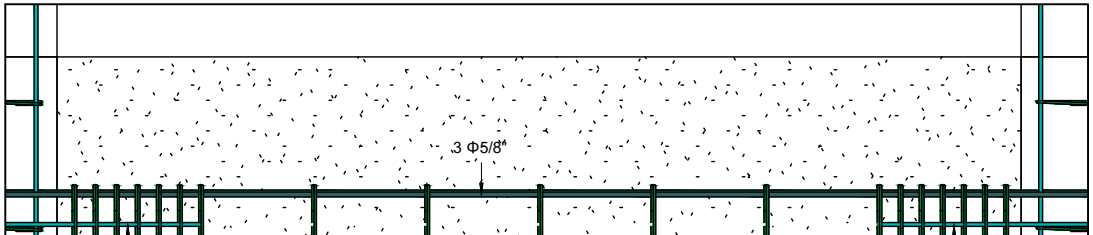
AÑO: 2024

LAMINA: AC-05



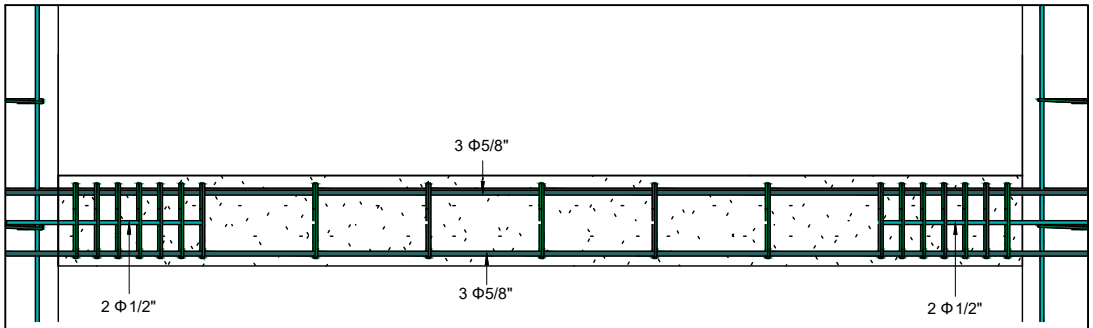
DETALLE VIGA 30x45 cm (Vc03)

Esc: 1 : 25



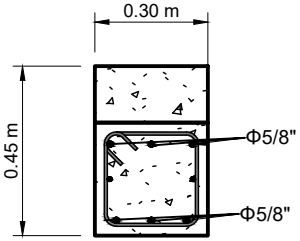
DETALLE VIGA 30x70 cm (Vc02)

Esc: 1 : 25



DETALLE VIGA 30x30 cm (Viga Vc01)

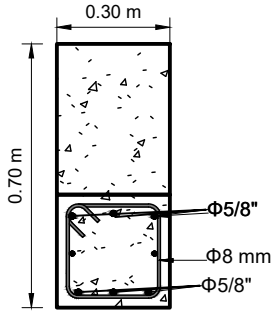
Esc: 1 : 25



Φ 8mm 7@7cm, rto@45 cm

SECCION VIGA 30x45 cm

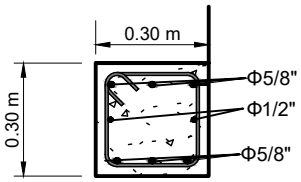
Esc: 1 : 20



Φ 8mm 7@7cm, rto@45 cm

SECCION VIGA 30x70 cm

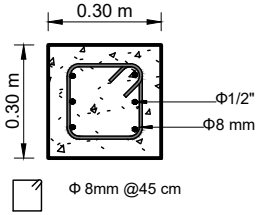
Esc: 1 : 20



Φ 8mm 7@7cm, rto@45 cm

SECCION VIGA 30x70 cm

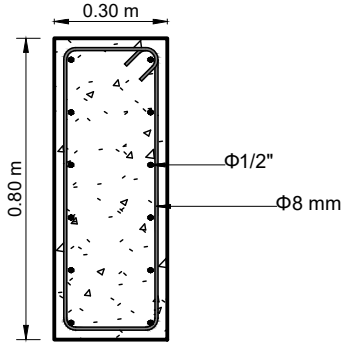
Esc: 1 : 20



Φ 8mm @45 cm

COLUMNA 30cm x 30 cm

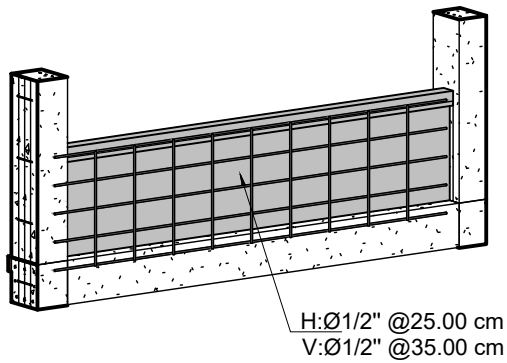
Esc: 1 : 20



Φ 8mm @45 cm

COLUMNA 30 cm x 80 cm

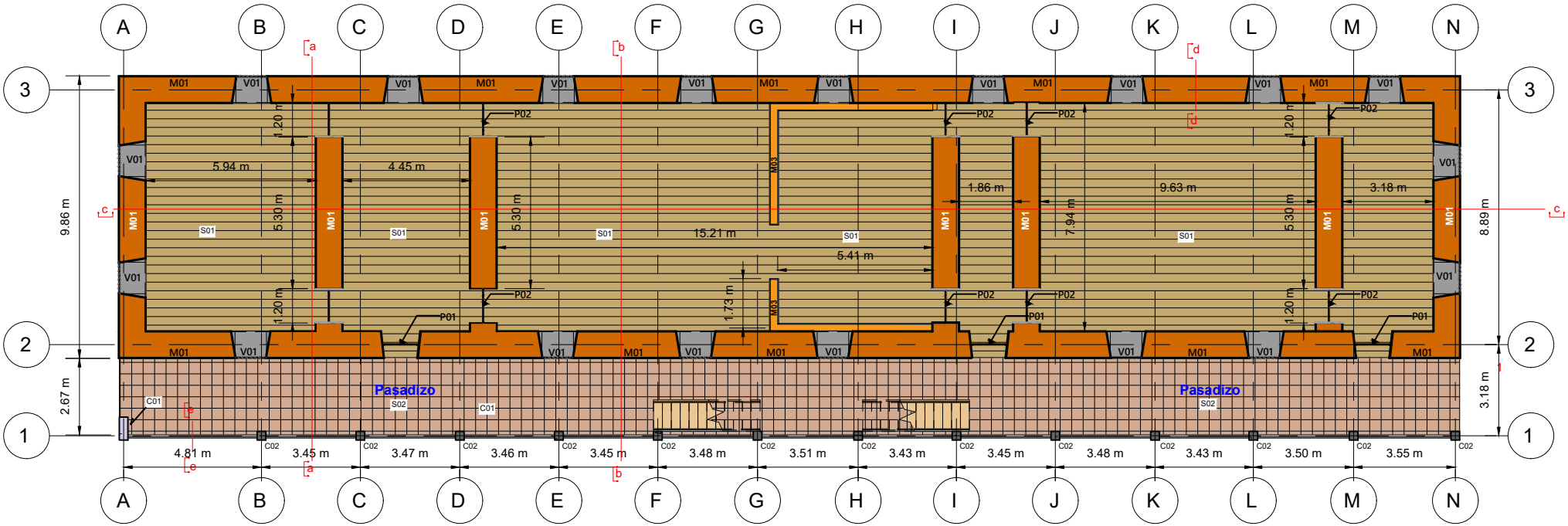
Esc: 1 : 20



MURO ACERO

S/E

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** SECCIONES DE ELEMENTOS DE CONCRETO	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADA **AÑO:** 2024	**LAMINA:** AC-06	



VISTA EN PLANTA PRIMER NIVEL

Esc 1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M03	Muro de adobe espesor = 26 cm
V01	Ventana de 1.10m x1.80 m
P01	Puerta de 1.20 m x2.90 m
P02	Puerta de 1.20 m x2.90 m

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
C01	Columna de concreto armado de 30 cm x 80 cm
C02	Columna de concreto armado de 30 cm x 30 cm
S01	Suelo de madera
S02	Suelo de piedra

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: REFORZAMIENTO PLANTA PRIMER PISO

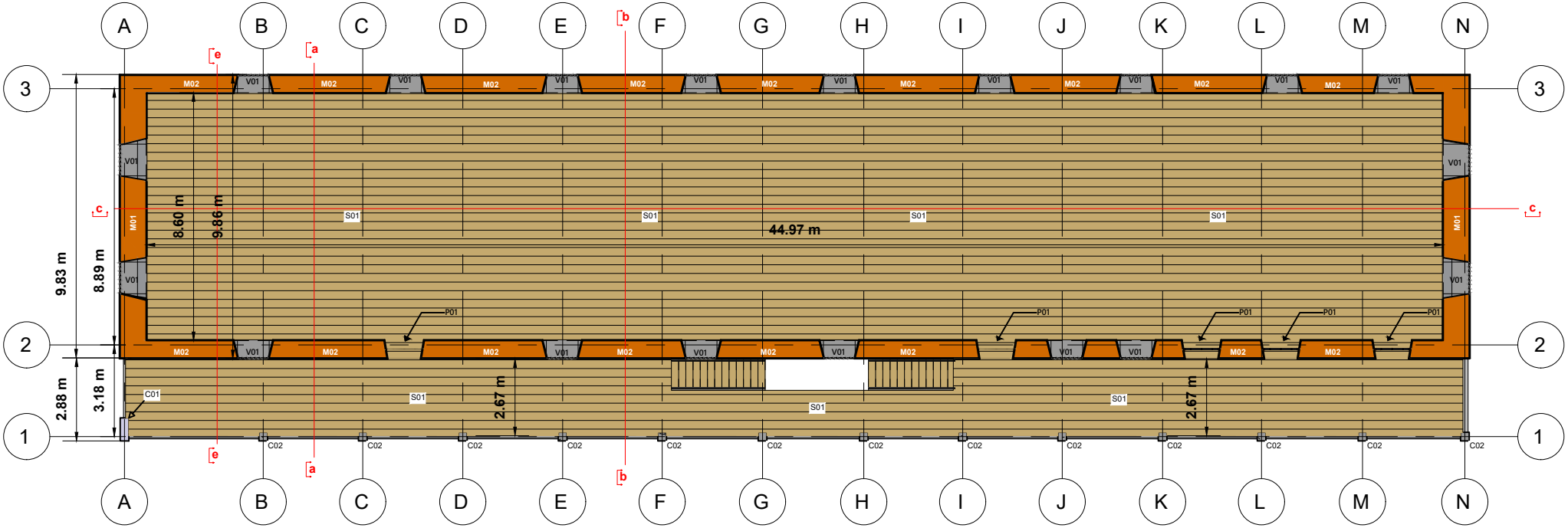
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:200

AÑO: 2024

LAMINA: R-01



VISTA EN PLANTA SEGUNDO NIVEL

Esc 1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M03	Muro de adobe espesor = 26 cm
V01	Ventana de 1.10m x1.80 m
P01	Puerta de 1.20 m x2.90 m

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
C01	Columna de concreto armado de 30 cm x 80 cm
C02	Columna de concreto armado de 30 cm x 30 cm
S01	Suelo de madera

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: REFORZAMIENTO PLANTA SEGUNDO PISO

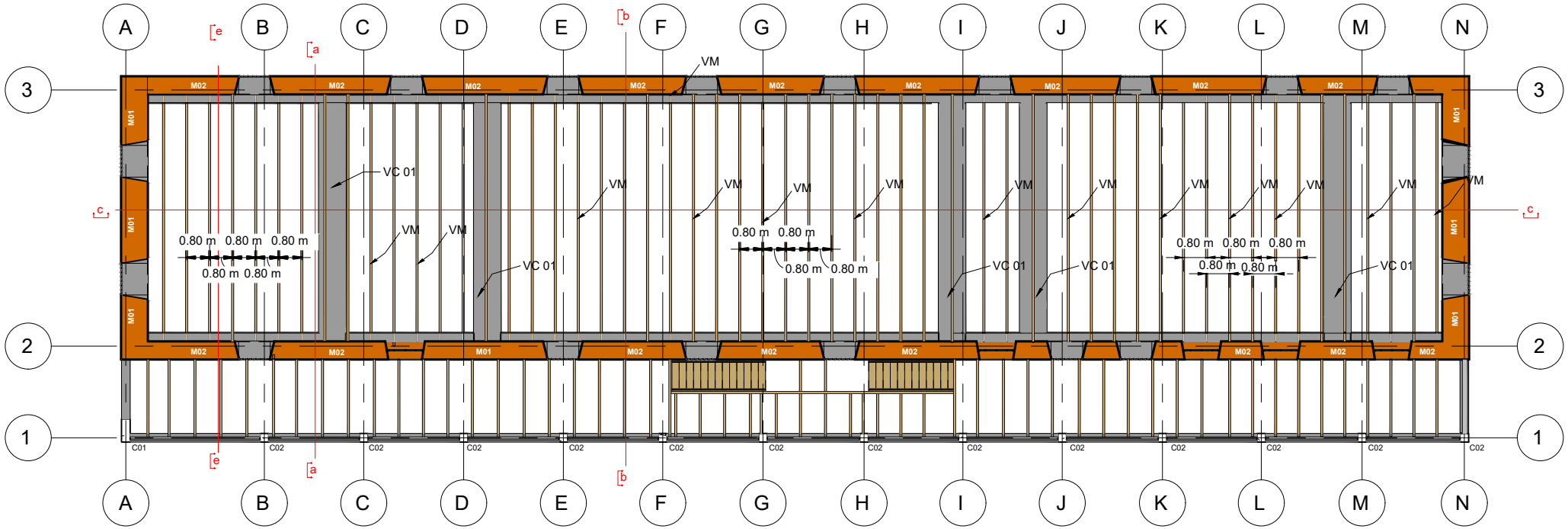
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:200

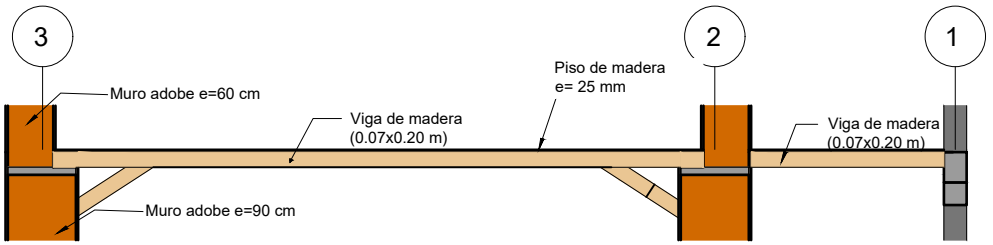
AÑO: 2024

LAMINA: R-02



VISTA EN PLANTA DE VIGAS DE MADERA

Esc 1 : 200



VISTA e-e: ENTRE PISO DE MADERA

e

Esc 1 : 100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Madera: Pino Radiata

Densidad:	0.43 gr/cm3
Resistencia a la compresión:	120.08 Kgf/cm2
Resistencia a la tracción:	80.00 Kgf/cm2
Resistencia a la flexión:	113.92 Kgf/cm2
Resistencia al corte:	8.67 Kgf/cm2

LEYENDA

Símbolo	Descripción
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
VM	Viga de madera de 7 cm x 20 cm
VC01	Viga collar de concreto armado

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: REFORZAMIENTO ENTRE PISO MADERA

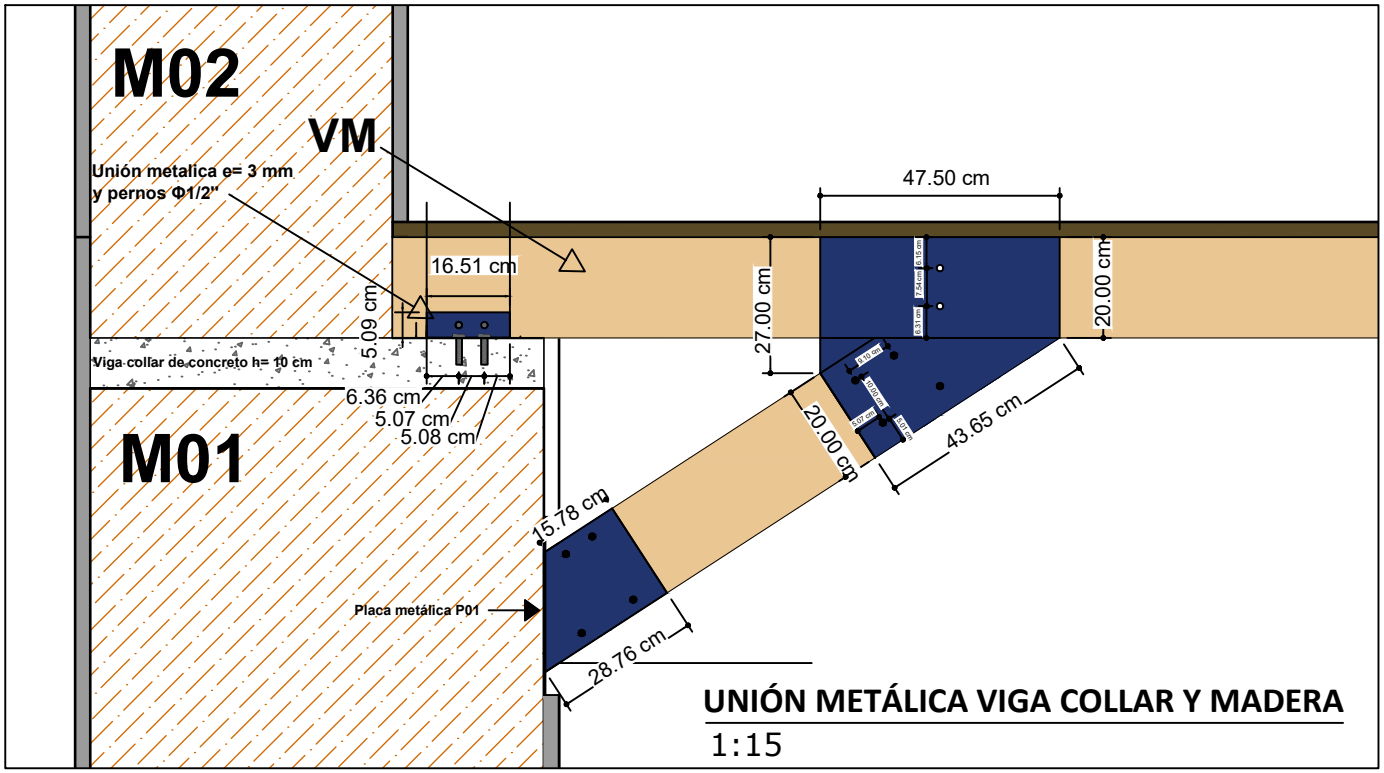
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADA

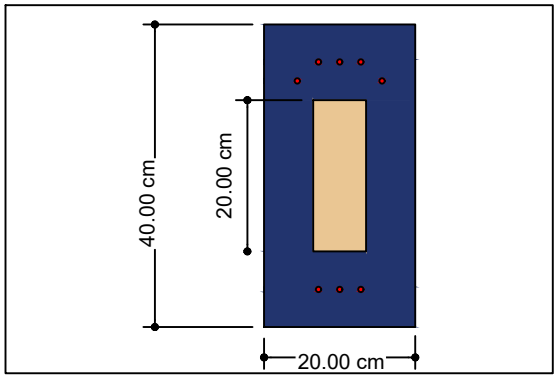
AÑO: 2024

LAMINA: R-03



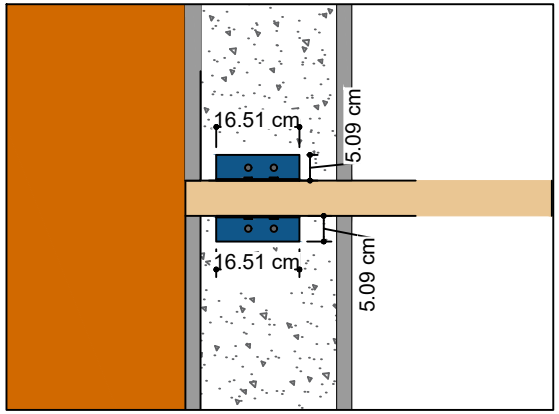
UNIÓN METÁLICA VIGA COLLAR Y MADERA

1:15



PLACA METÁLICA (P01) DE UNIÓN MADERA Y ADOBE

1:10



UNION METÁLICA-PLANTA

1:25

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
VM	Ventana de 1.10m x1.80 m

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
	Placa de metal espesor= 3 mm
	Perno metálico de 1/2"
	Perno metálico de 5/8"
	Clavo 8"

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: REFORZAMIENTO DETALLES DE UNIONES METALICAS

UBICACION: DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

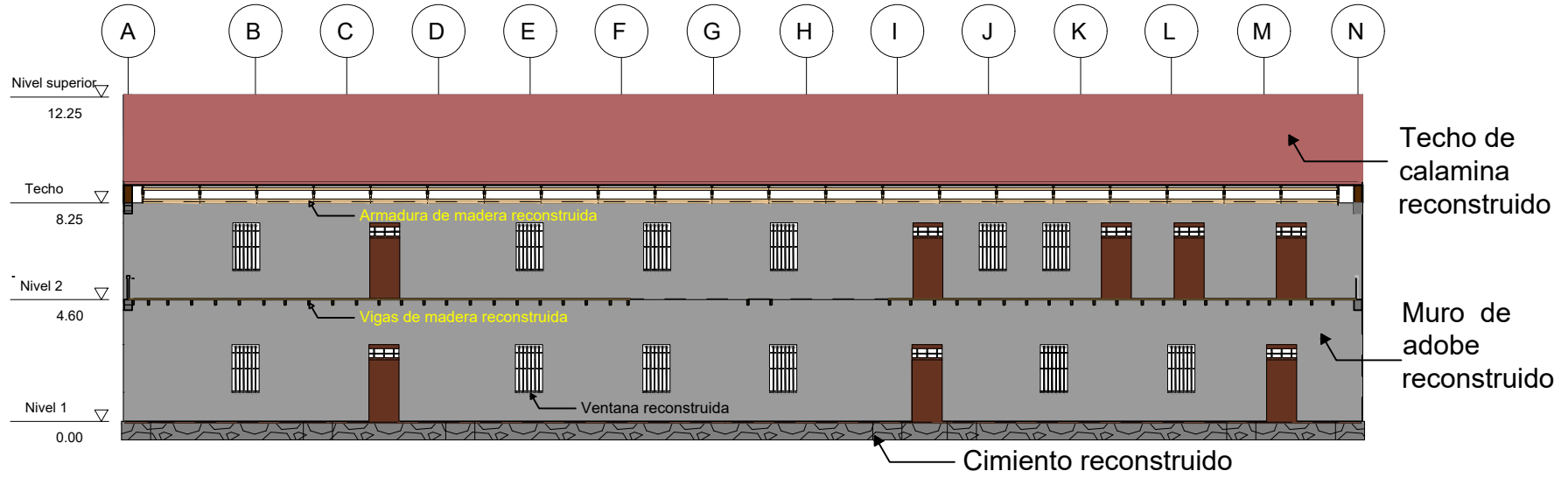
ESCALA: INDICADA

AÑO: 2024

LAMINA: R-04

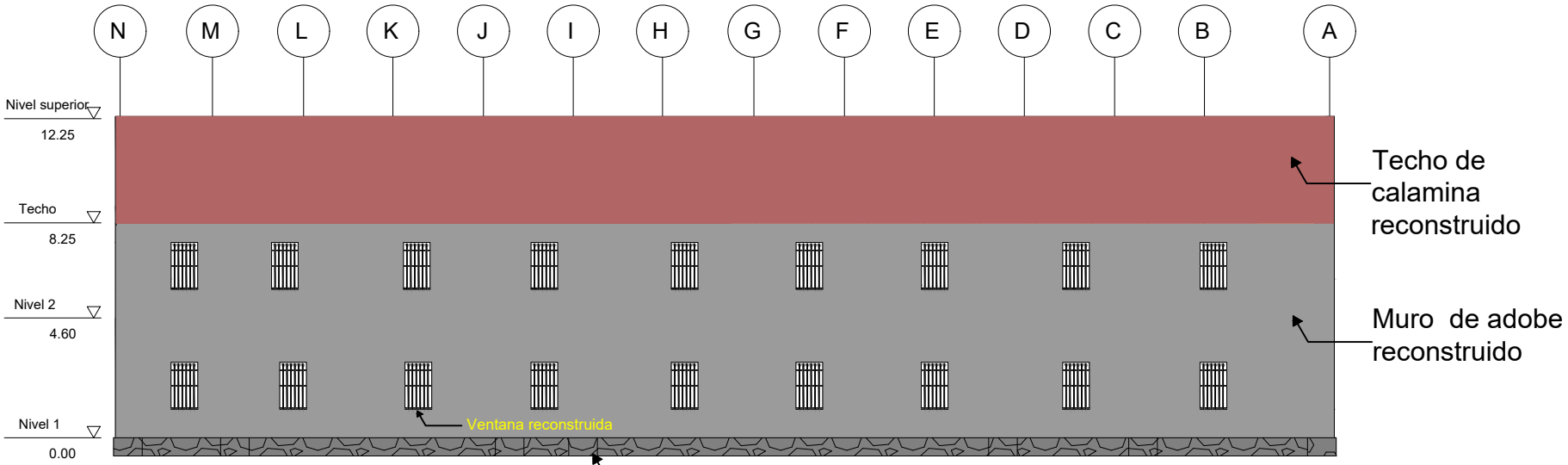
MURO EJE 2

Esc 1 : 250

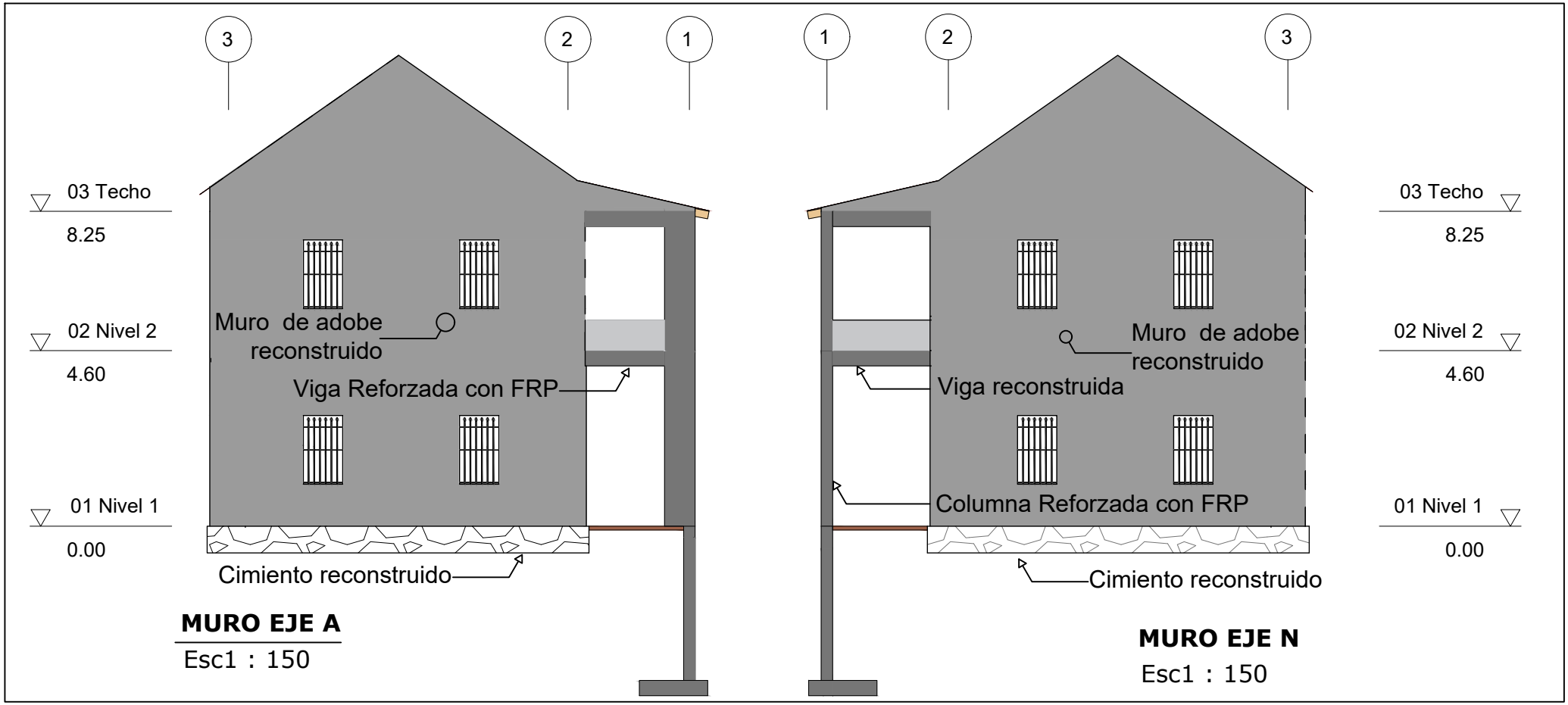


MURO EJE 3

Esc 1 : 250

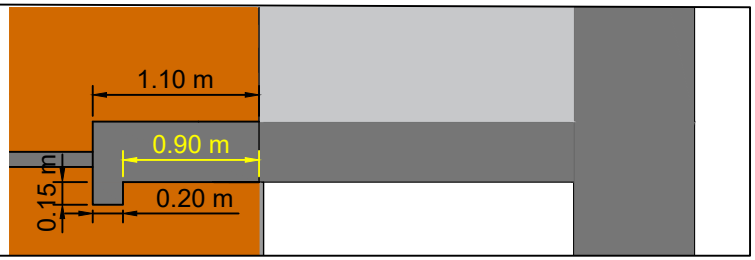


	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** MUROS EXTERIORES 1	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** 1:250 **AÑO:** 2024	**LAMINA:** R-05	



DETALLE UNIÓN VIGA COLLAR Y VIGA DE CONCRETO

Esc 1 : 50



LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
VR	Viga reconstruida
CR	Columna reforzada con FRP

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: MUROS EXTERIORES 2

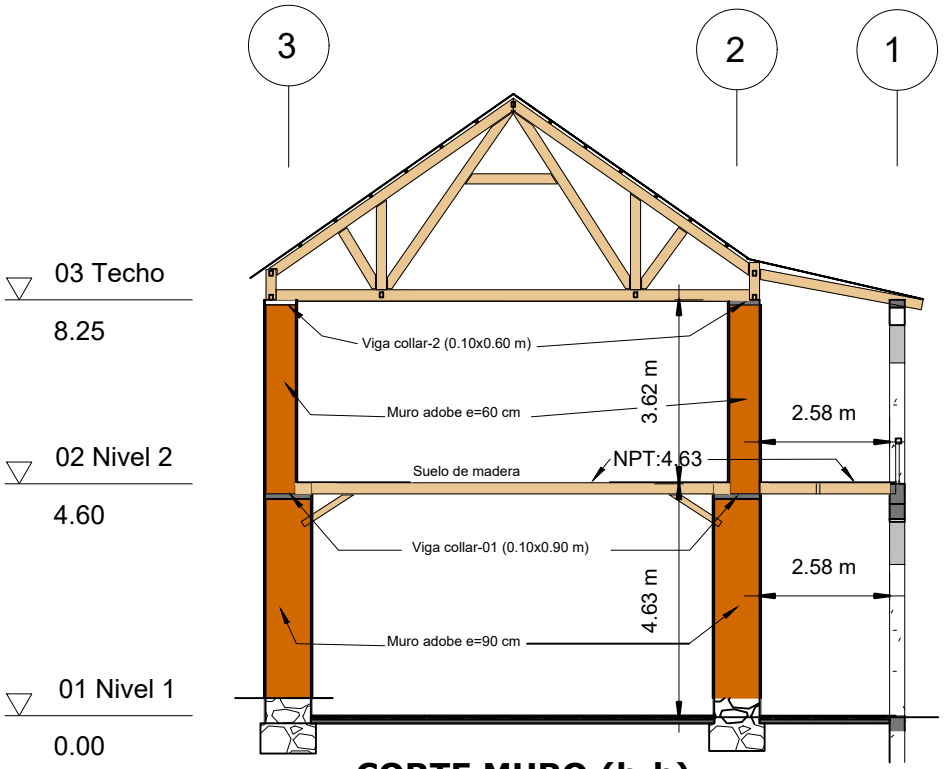
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:250

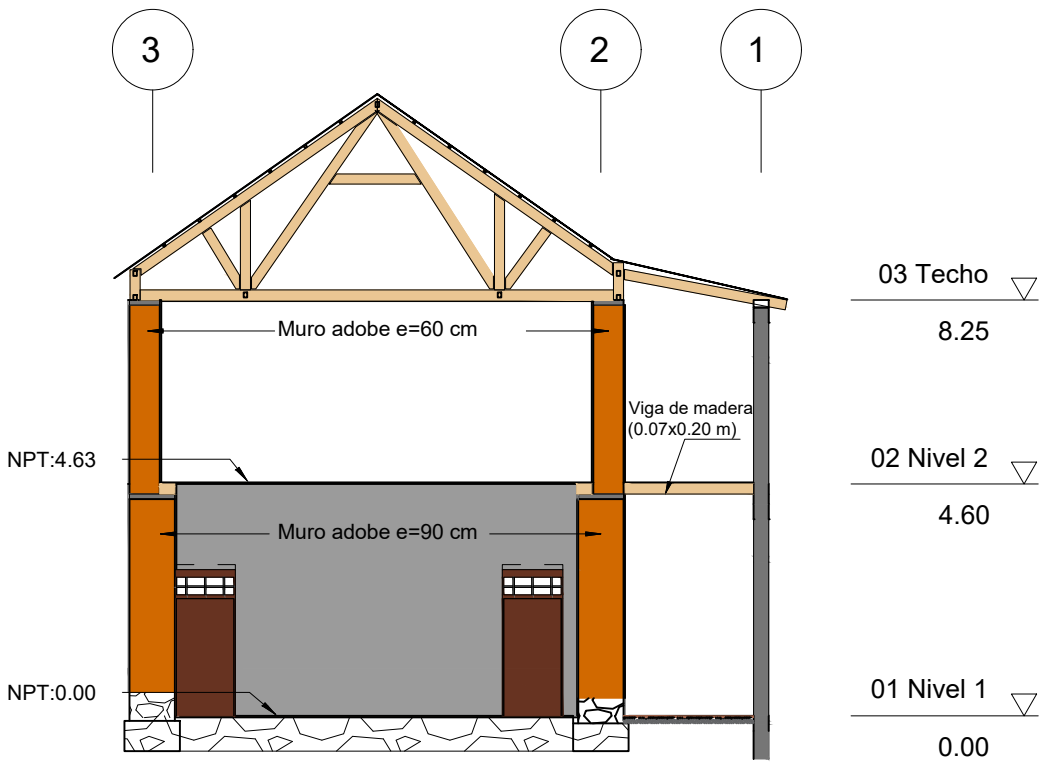
AÑO: 2024

LAMINA: R-06



b **CORTE MURO (b-b)**

1 : 200



a **CORTE MUROS INTERIORES (a-a)**

1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M02	Muro de adobe espesor = 60 cm
P01	Puerta de 1.20 m x2.90 m
CR	Columna reforzada con FRP

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: REFORZAMIENTO MUROS INTERIORES

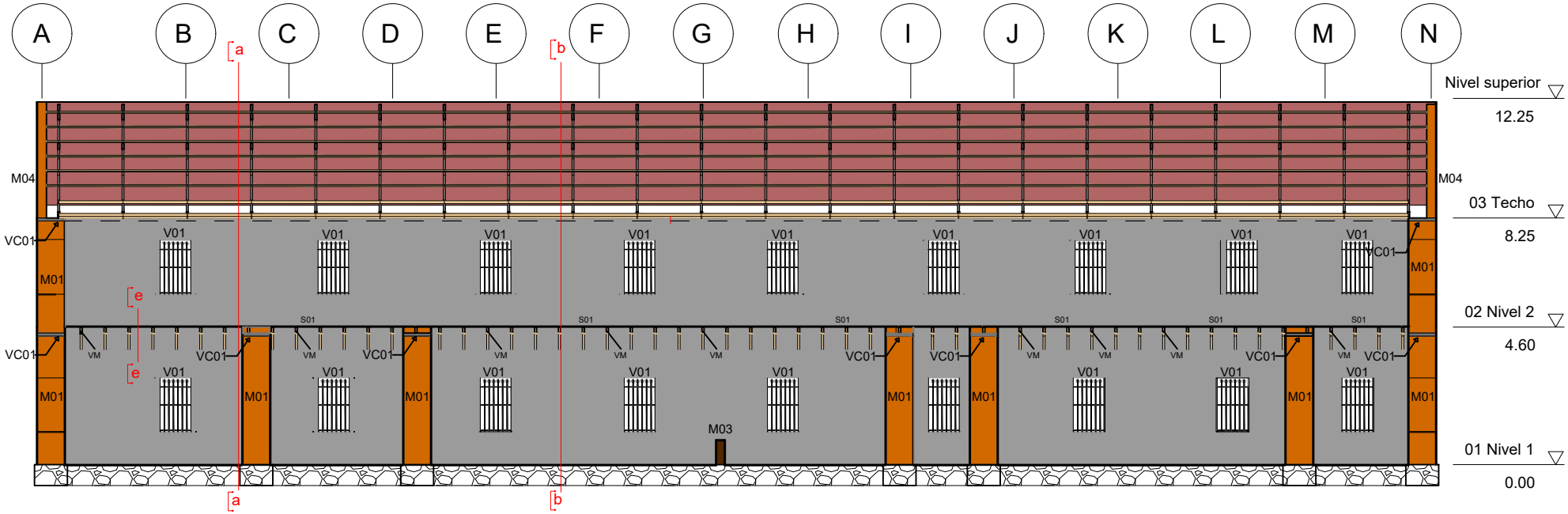
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADA

AÑO: 2024

LAMINA: R-07



CORTE c-c

1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
M01	Muro de adobe espesor = 90 cm
M03	Muro de adobe espesor = 26 cm
M04	Puerta de 1.20 m x2.90 m
VM	Viga de madera 7 cm x 20 cm

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
VC01	Viga collar de concreto 10 cm x 90 cm
V01	Venta con dintel de madera de 1.20 x 1.80
S01	Suelo de madera

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: MUROS INTERIORES

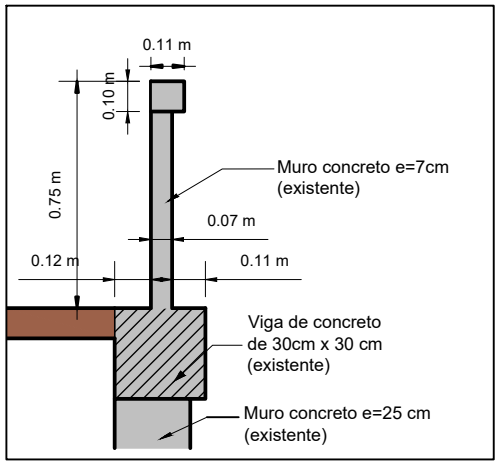
UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADA

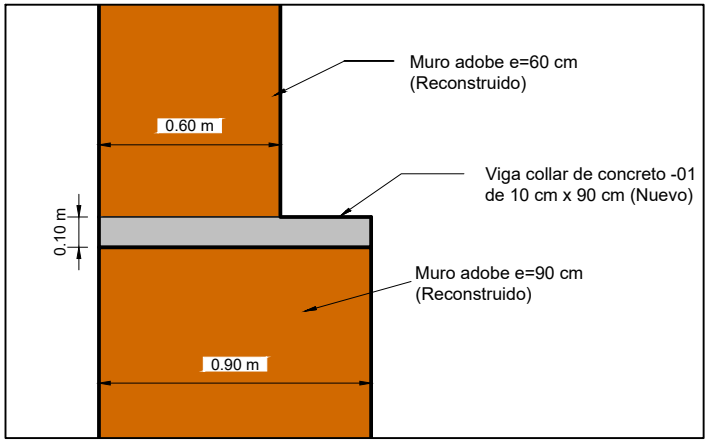
AÑO: 2024

LAMINA: R-08



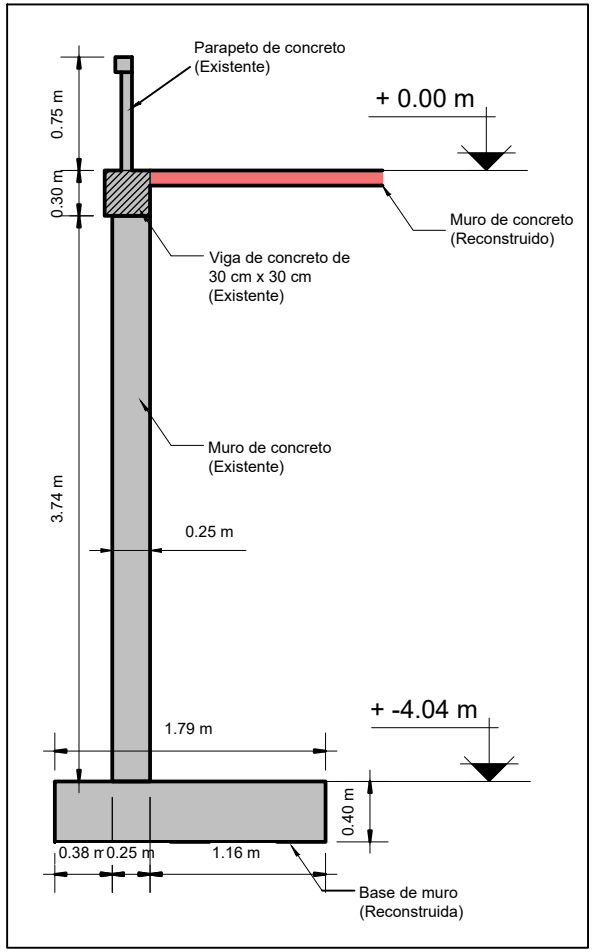
PARAPETOS DE CONCRETO

Esc 1 : 25



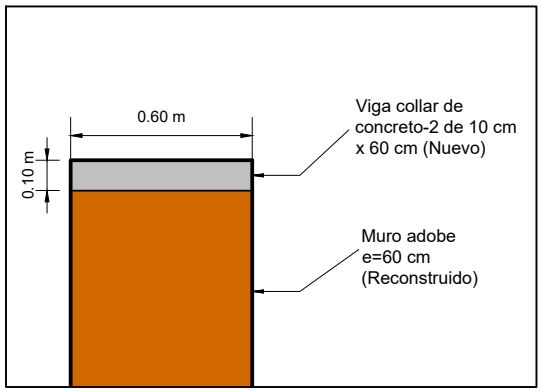
VIGAS COLLAR 90 cm (d-d)

Esc 1 : 25



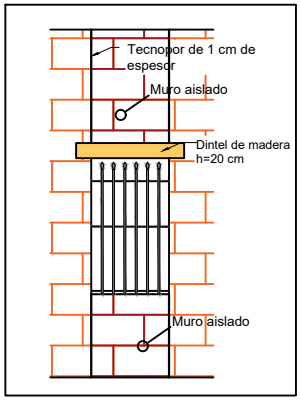
CIMENTACIÓN CONCRETO

Esc 1 : 50



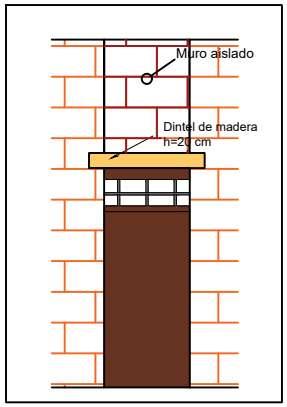
VIGAS COLLAR 60 cm

Esc 1 : 25



DETALLES DE MUROS CON DINTELES DE VENTANAS

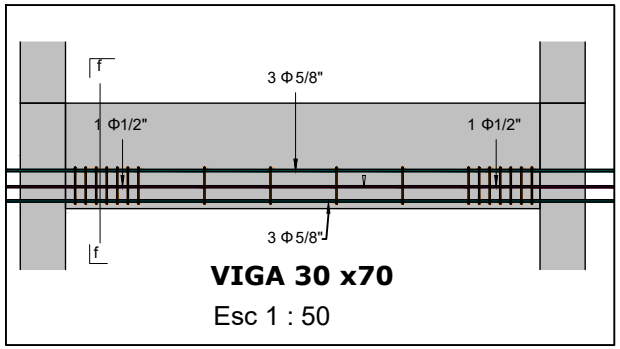
Esc 1 : 100



DETALLES DE MUROS CON DINTELES DE PUERTAS

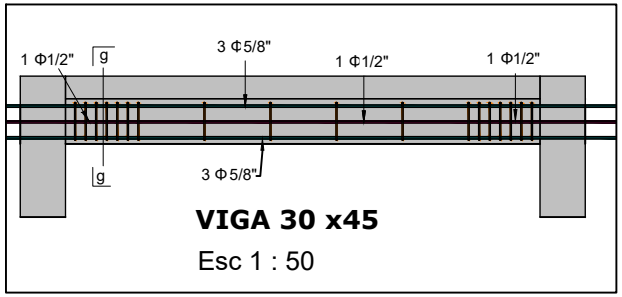
Esc 1 : 100

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** CORTES 1	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADA **AÑO:** 2024	**LAMINA:** R-09	



VIGA 30 x70

Esc 1 : 50

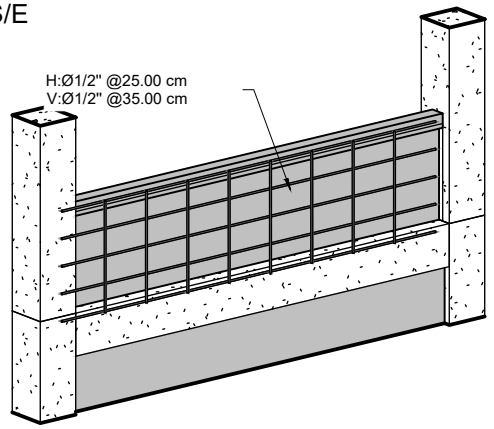


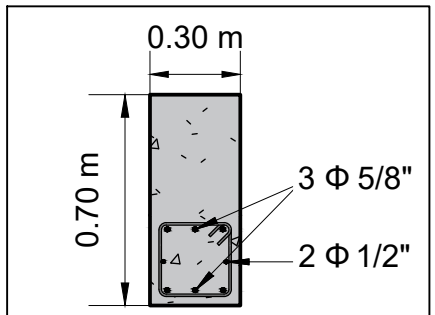
VIGA 30 x45

Esc 1 : 50

MURO DE CONCRETO

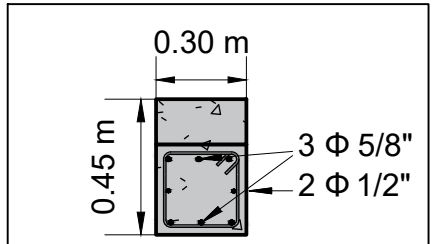
S/E





f **SECCION VIGA 30x70**

Esc 1 : 25



g **SECCION VIGA 30x45**

Esc 1 : 50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Concreto existente

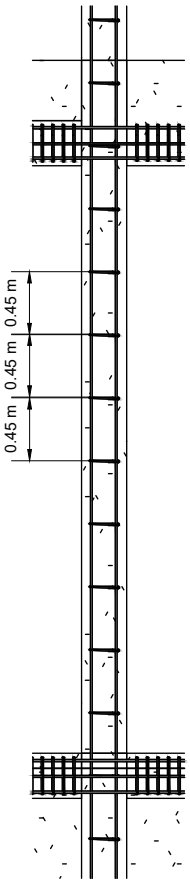
Resistencia a la compresión in situ columna: 213 Kgf/cm2

Resistencia a la compresión in situ vigas: 241 Kgf/cm2

Resistencia a la compresión in situ muros: 252 Kgf/cm2

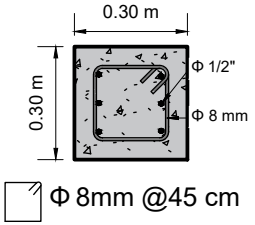
Acero de refuerzo existente

Esfuerzo de fluencia del acero : 2320 Kgf/cm2 (ASCE 41-17)



ESTRIBOS EN COLUMNA

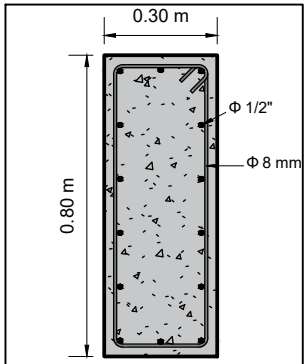
Esc 1 : 50



Φ 8mm @45 cm

COLUMNA 30x30 cm

Esc 1 : 20

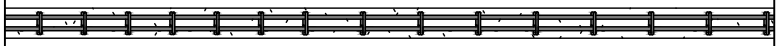


Φ 8mm @45 cm

COLUMNA 30x80 cm

Esc 1 : 20

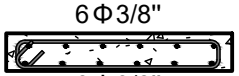
TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** CORTES 2	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADA **AÑO:** 2024	**LAMINA:** R-10	



Φ3/8": 1@5 cm, 2@10 cm r@ 30cm

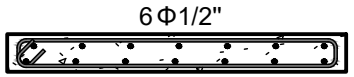
VIGA COLLAR VISTA LATERAL

Esc 1 : 25



VC 01

Esc 1 : 20

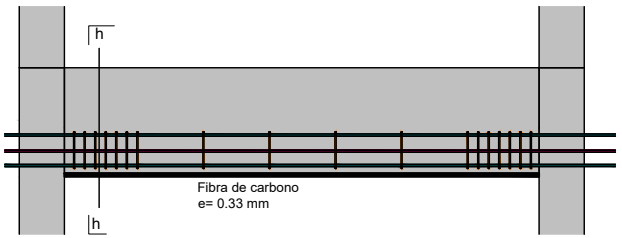


VC 02

Esc 1 : 20

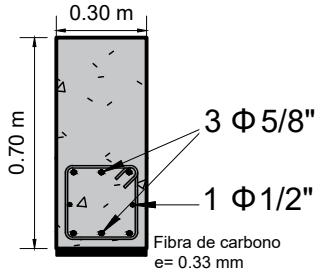
VC 03

Esc 1 : 20



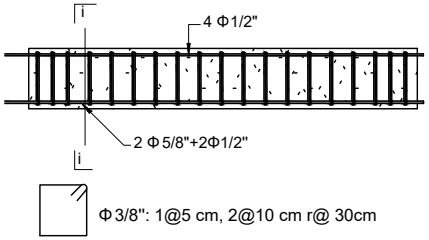
VIGA 30X70 REFORZADA

Esc 1 : 50



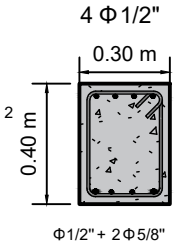
SECCION VIGA 30X70 REFORZADA

h Esc 1 : 25



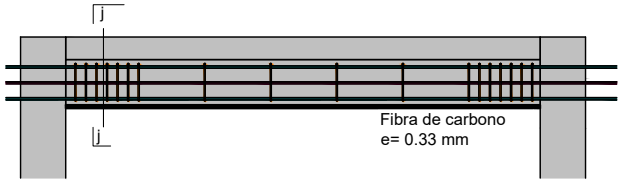
VIGA NUEVA 30x40 cm

i Esc 1 : 50



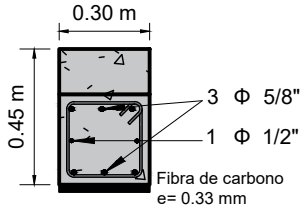
SECCION V3

Esc 1 : 25



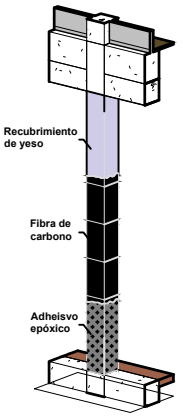
VIGA 30x45 REFORZADA

Esc 1 : 50



SECCION VIGA 30x45 REFORZADA

j Esc 1 : 25



COLUMNA REFORZADA

S/E

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Concreto nuevo

Resistencia a la compresión f'c= 210 Kgf/cm2

Acero de refuerzo

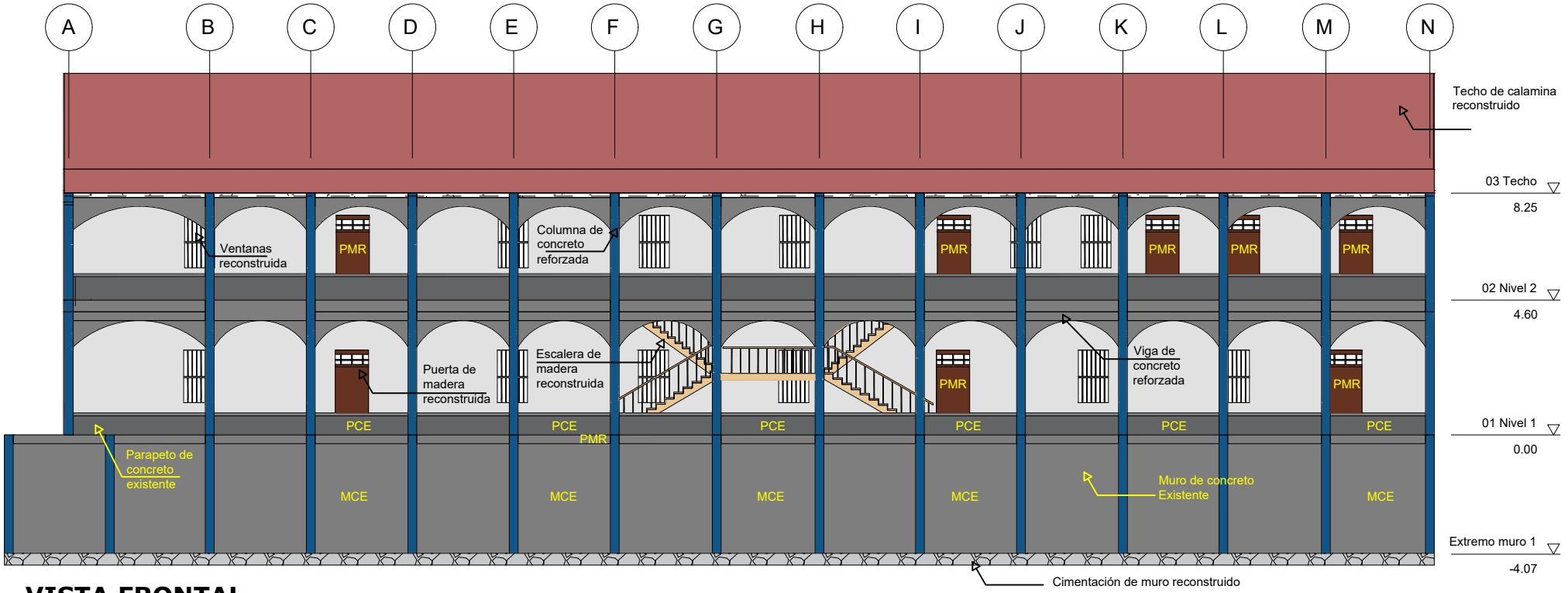
Esfuerzo de fluencia del acero fy= 4200 Kgf/cm2

Tejido de fibra de carbono

Resistencia a la tracción= 4300 N/mm2
Módulo de elasticidad= 240 000 N/mm2

Las ilustraciones de la fibra de carbono no se encuentran a escala

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** CORTES 3	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADA **AÑO:** 2024	**LAMINA:** R-11



VISTA FRONTAL

Esc 1 : 200

LEYENDA	
Símbolo	**Descripción**
MCE	Muro de adobe espesor = 90 cm
PCE	Muro de adobe espesor = 26 cm
PMR	Puerta de madera reconstruida

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: ALZADO EJE 1

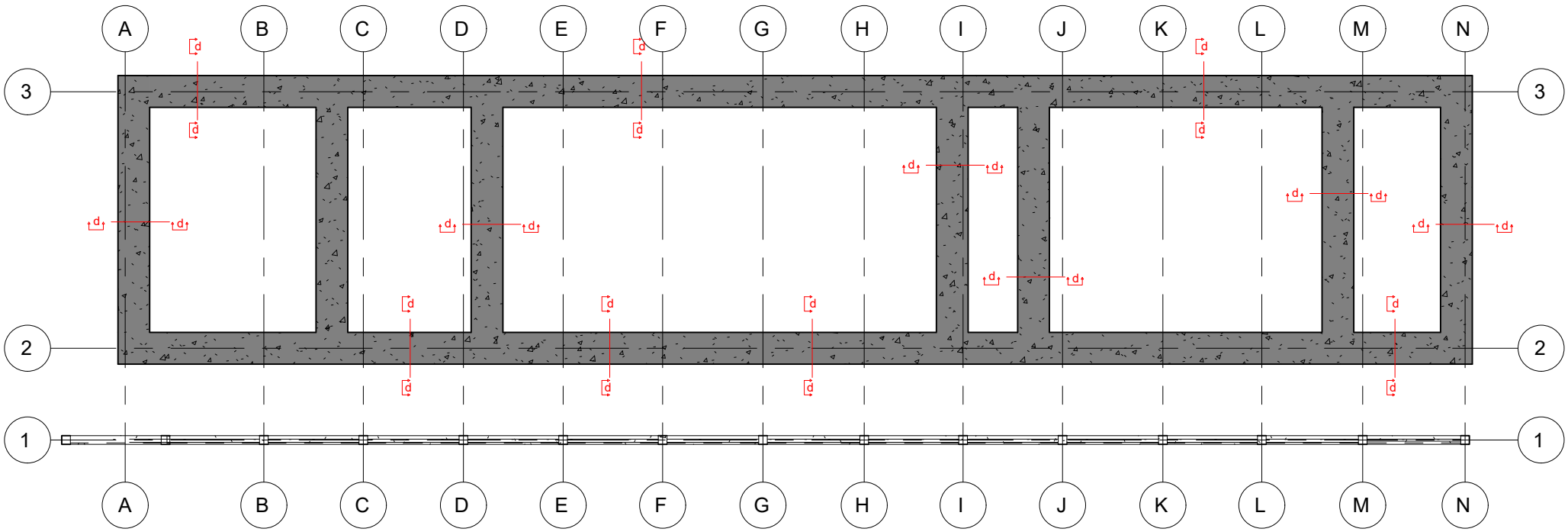
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: 1:200

AÑO: 2024

LAMINA: R-12



CIMENTACIÓN

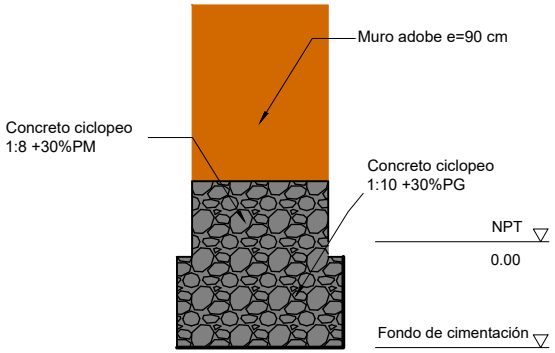
1 : 200

CORTE (d-d):

CIMENTACIÓN

MURO DE ADOBE

1 : 50



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Concreto cimimientos corridos:

Resistencia a la compresión f'c= 175 Kg/cm2

1:10 +25%PG (C:H)

Concreto sobrecimiento:

Resistencia a la compresión f'c= 175 Kg/cm2

1:8 +30%PM (C:H)

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: CIMENTACION MUROS DE ADOBE

UBICACION: DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:

BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES

BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

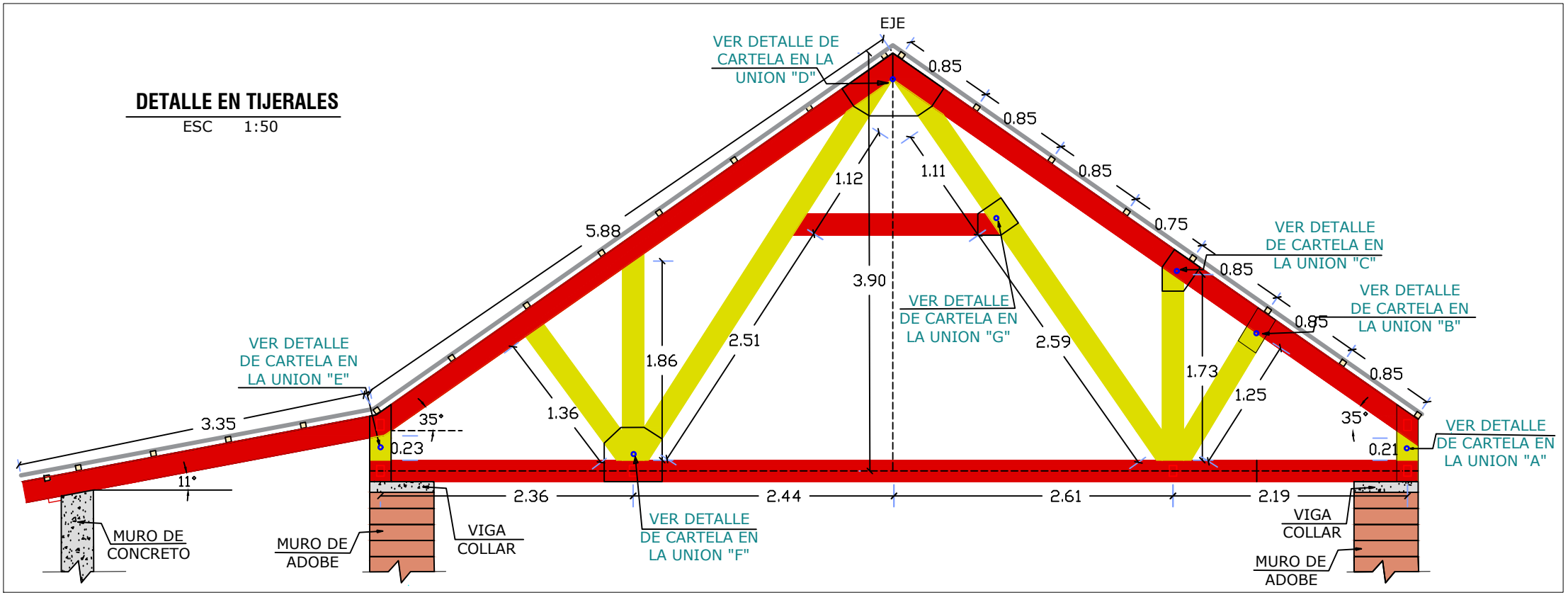
ESCALA: INDICADA

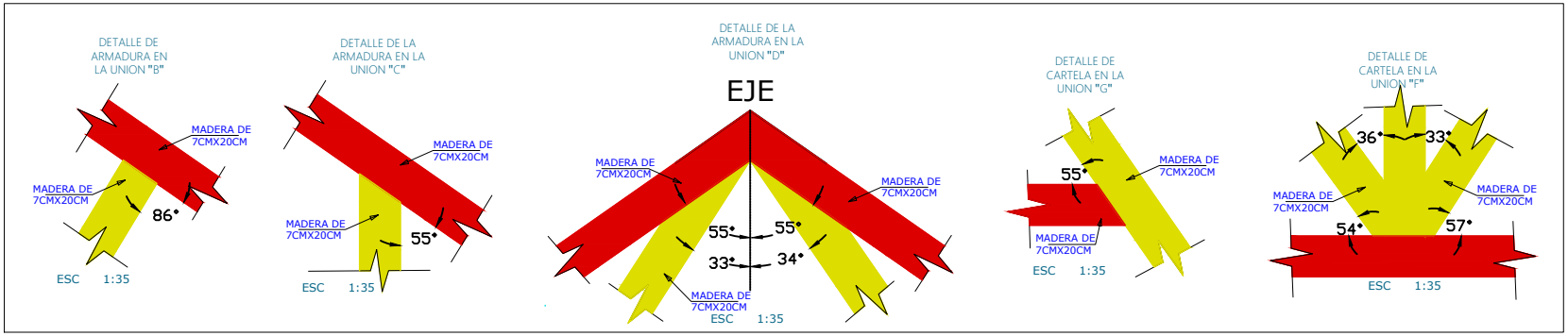
AÑO: 2024

LAMINA: R-13

DETALLE EN TIJERALES

ESC 1:50





LEYENDA

- TIJERAL DE MADERA 7CMX20CM
- MURO DE ADOBE
- MURO DE CONCRETO Y VIGA COLLAR
- CORREAS DE MADERA DE 5CMX5CM

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: PLANO DETALLE DE UNIONES EN TIJERALES

UBICACION: DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

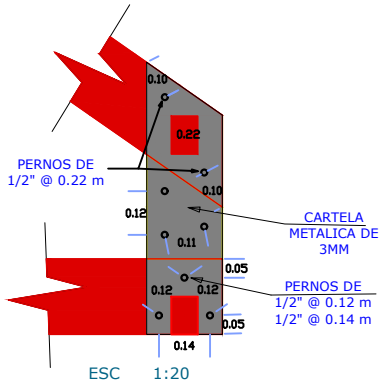
TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADAS

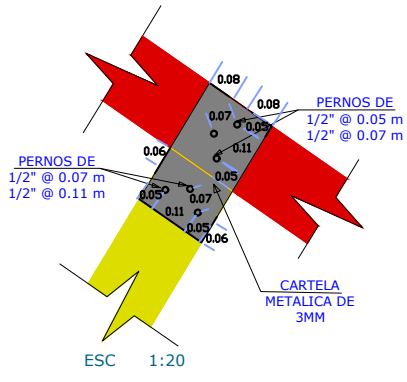
AÑO: 2024

LAMINA: R-14

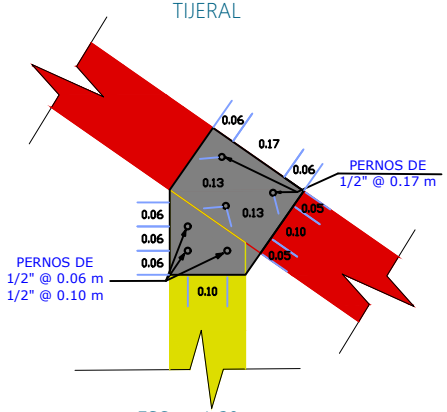
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "A" DE TIJERAL



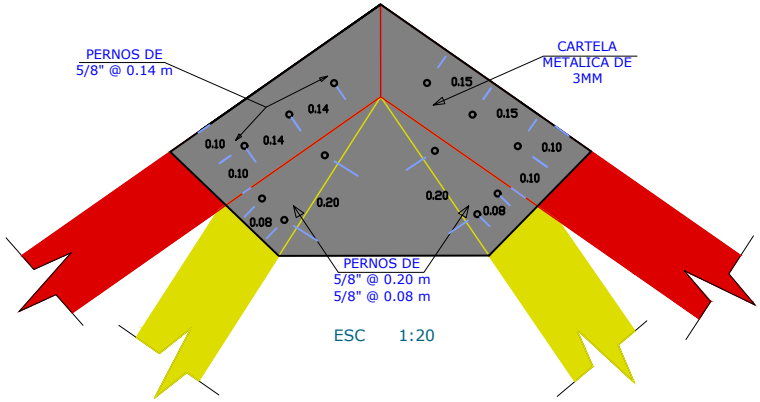
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "B" DE TIJERAL



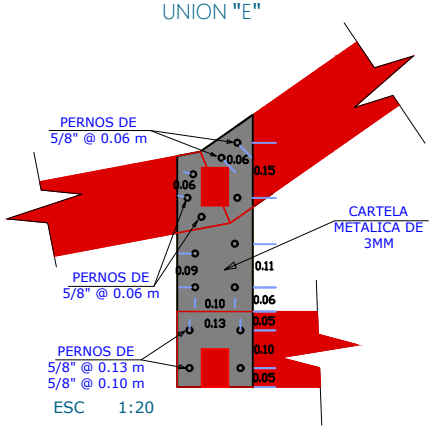
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "C" DE TIJERAL



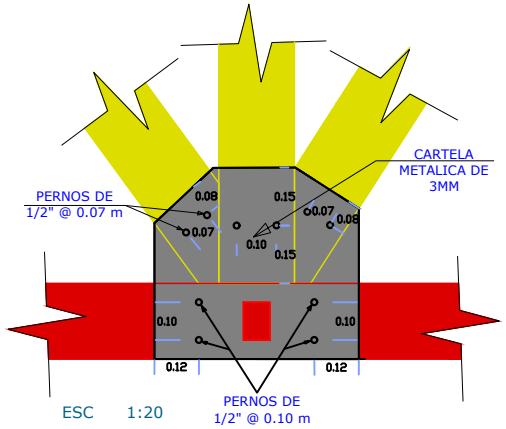
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "D" DE TIJERAL



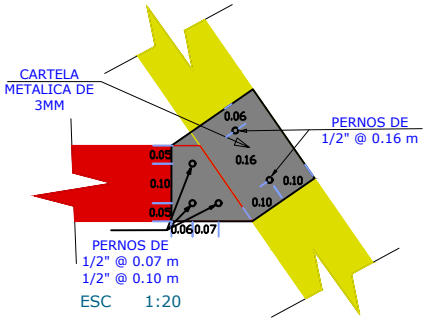
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "E"



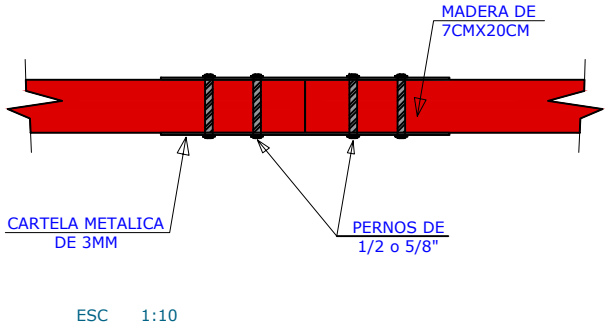
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "F"



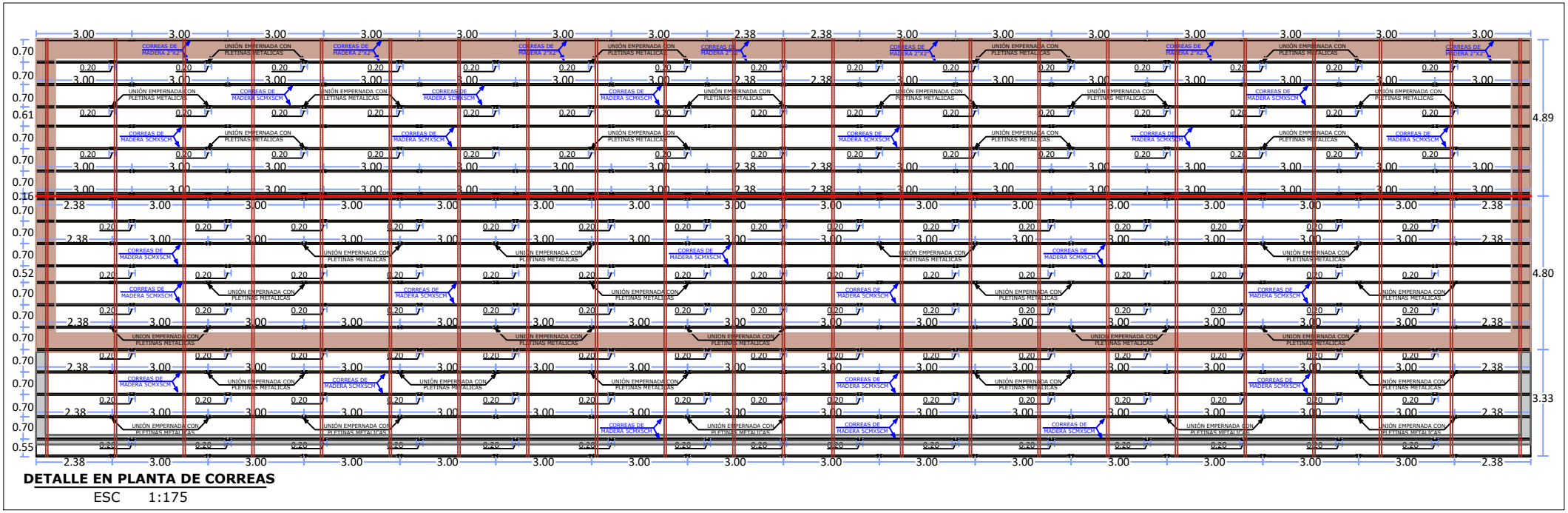
DETALLE DE CARTELA EN LA UNION "G"



DETALLE EN CORTE DE LA UNION EMPERNADA

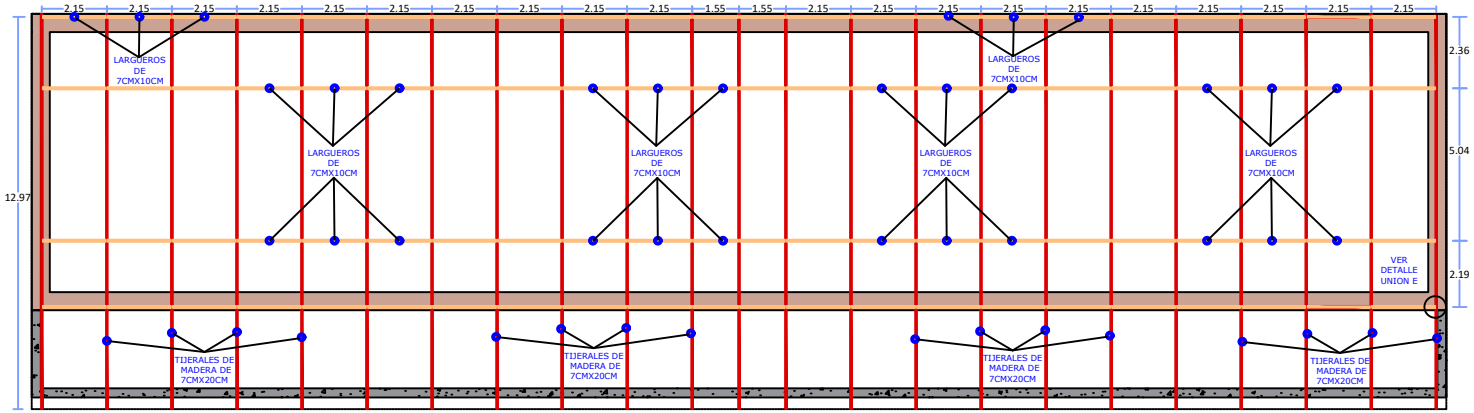


TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** PLANO DETALLE DE UNIONES DEL TIJERAL	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADAS **AÑO:** 2024	**LAMINA:** R-15	



DETALLE EN PLANTA DE CORREAS

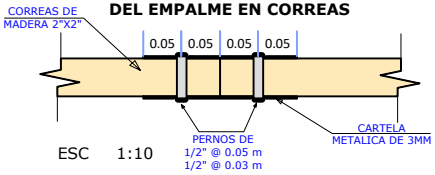
ESC 1:175



DETALLE EN PLANTA DE TIJERALES

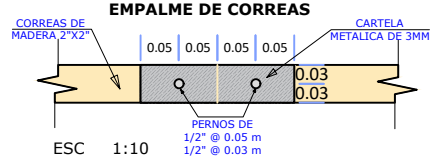
ESC 1:250

DETALLE DE CARTELA EN CORTE DEL EMPALME EN CORREAS



ESC 1:10

DETALLE DE CARTELA DEL EMPALME DE CORREAS



ESC 1:10

TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"

PLANO: DETALLE DE CORREAS Y TIJERALES

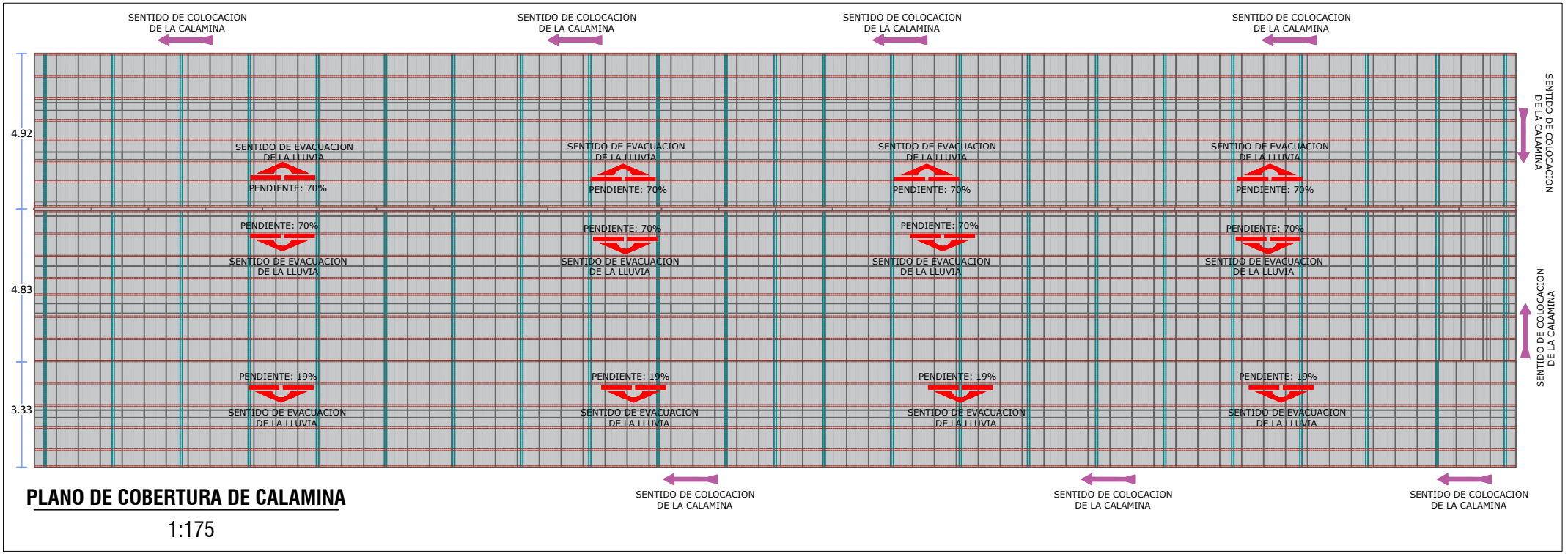
UBICACION:
DISTRITO: YUCAY
PROVINCIA: URUBAMBA
DEPARTAMENTO: CUSCO

TESISTAS:
BACH. ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES
BACH. SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS

ESCALA: INDICADAS

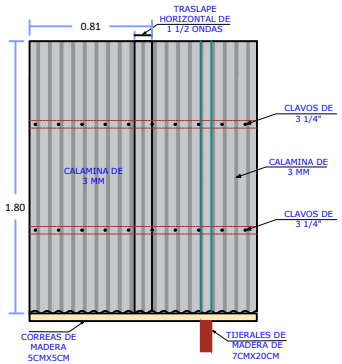
AÑO: 2024

LAMINA: R-16



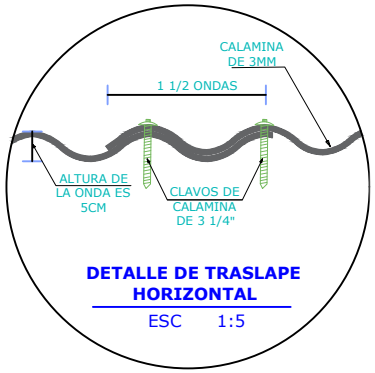
PLANO DE COBERTURA DE CALAMINA

1:175



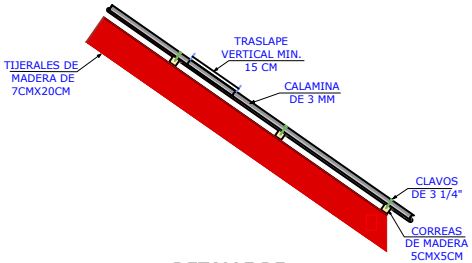
DETALLE DE TRASLAPE HORIZONTAL ENTRE CALAMINAS

ESC 1:50



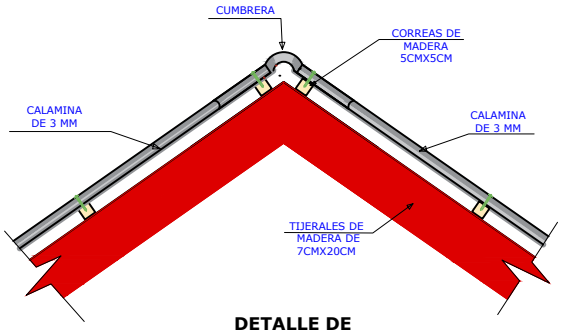
DETALLE DE TRASLAPE HORIZONTAL

ESC 1:5



DETALLE DE TRASLAPE VERTICAL ENTRE CALAMINAS

ESC 1:50



DETALLE DE FIJACION DE LA CUMBRERA

ESC 1:30

	TESIS: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY"	**PLANO:** DETALLE DE COBERTURA	**UBICACION:** DISTRITO: YUCAY PROVINCIA: URUBAMBA DEPARTAMENTO: CUSCO	**TESISTAS:** **BACH.** ABEL ALEJANDRO JOSE AREVALO FUENTES **BACH.** SONIA ELIZABETH PACCO NAVEROS	**ESCALA:** INDICADAS **AÑO:** 2024	**LAMINA:** R-17

K6. Presupuesto de Restauracion estructural

LISTA DE INSUMOS DEL PRESUPUESTO

PROYECTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PRESUPUESTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PROPIETARIO : NO IDENTIFICADO

UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: URUBAMBA DIST: YUCAY

FECHA DE PROY. : 1/04/2023

Código	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
	MANO DE OBRA				**216,419.53**
471060034	TOPOGRAFO	hh	47.1680	28.50	1,344.29
471100002	OPERARIO	hh	3,141.6185	27.31	85,797.60
471101144	PEON	hh	6,275.1799	19.43	121,926.74
011100001	OFICIAL	hh	327.7262	22.43	7,350.90
	MATERIALES				**220,061.70**
021060010	CLAVO C/C 2 1/2"	kg	11.6022	7.00	81.22
051060013	PIEDRA GRANDE MÁXIMO 6"	m³	77.5500	60.00	4,653.00
030020006	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	318.0135	5.00	1,590.07
020020028	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	0.8000	11.00	8.80
430020042	MADERA ROLLISO 4" X 3M	pza	25.0000	20.00	500.00
301100005	CALAMINA GALVANIZADA NACIONAL 3.60x0.80m 0.24mm	und	20.5200	29.00	595.08
391100007	INSTALACION ELECTRICA	pto	8.0052	15.49	124.00
441100008	TRIPLAY DE 4' X 8' X 6 MM	pln	17.7500	30.00	532.50
391100012	AGUA	m³	81.1688	15.00	1,217.53
391100025	INSTALACION PROVISIONAL DE ENERGIA ELECTRICA	glb	1.0000	750.00	750.00
301100032	YESO EN BOLSA DE 28 KG	bls	23.5840	7.00	165.09
441100038	CASCO DE SEGURIDAD CERTIFICADO	und	12.0000	8.00	96.00
441100041	BOTAS CON PUNTERA DE ACERO	und	12.0000	30.00	360.00
441100042	PROTECTOR DE OIDO	und	12.0000	4.00	48.00
011100056	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gl	0.0576	38.25	2.21
021100061	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	35.3252	7.00	247.28
021100065	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	9.3191	6.50	60.57
301100674	CINTA SEÑALIZADORA	rll	1.0000	53.00	53.00
041060006	ARENA GRUESA	m³	84.7327	70.00	5,931.29
051060024	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	83.6140	70.00	5,852.98
431060030	MADERA TORNILLO	p2	411.0248	3.22	1,323.50
391060063	GUANTES DE CUERO	und	12.0000	10.00	120.00
211100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls	859.6830	29.00	24,930.81
441060008	MADERA CORRIENTE-LISTON	und	47.1680	15.00	707.52
481060069	UNIFORME DE TRABAJO	und	12.0000	80.00	960.00
481060070	MASCARA RESPIRADOR CONTRA POLVO	und	12.0000	12.70	152.40
481060071	GUANTES PVC NITRILO	und	12.0000	15.00	180.00
481060072	LENTE VISOR TRANSPARENTE	und	12.0000	4.00	48.00
481060073	ZAPATO PUNTA ACERO	und	12.0000	55.00	660.00
021060046	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	59.4424	4.70	279.38
021060048	MADERA PARA ENCOFRADOS	p2	539.4270	11.00	5,933.70
301060193	IMPERMEABILIZANTE EN BOLSA	bol	54.3900	4.00	217.56
041060009	TERRA PREPARADA - AMASADA DORMIDA	m³	434.4000	15.00	6,516.00
041060010	PAJA-ICHU	kg	1,900.5000	1.00	1,900.50
041060012	MOLDE DE ADOBERA 91x31x16cm	und	10.0000	50.00	500.00
041060013	MORTERO DE TIERRA	m³	117.0000	25.00	2,925.00
431060068	MADERA PARA CARTELERA DE 1cm	p2	11.1328	12.00	133.59
021060051	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	75.0000	6.00	450.00
301060202	PRESERVANTE PARA MADERA	gln	1.9200	53.00	101.76
431060071	CORREA DE 3x2" DE 3.0M (Euacalipto)	m	556.6400	5.00	2,783.20
211060015	CEMENTO BASE CIMENTICIA ADHERENTE	kg	356.8400	35.00	12,489.40
301060071	MORTERO AUTOSOPORTANTE	kg	1,248.9400	4.50	5,620.23
591060008	TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO	m²	125.8800	500.00	62,940.00
591060009	RESINA EPOXICA	kg	125.8800	70.00	8,811.60

Código	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
431060072	VIGA DE MADERA PINO RADIATA DE 2"x8"x8.5M	und	56.0000	120.00	6,720.00
431060073	TIJERAL DE MADERA DE L=9.8M Y ALTURA DE 4.0M	und	24.0000	300.00	7,200.00
521060019	CALAMINA GALVANIZADA	und	292.1120	29.00	8,471.25
021060052	CLAVO DE CALIMINA	kg	25.5598	12.00	306.72
431060074	TABLA DE MADERA PINO RADIATA	p2	4,254.1400	7.00	29,778.98
021060053	PLANCHA METALICA DE E=3 MM	und	224.0000	10.00	2,240.00
021060054	PERNO DE 1/2"	und	896.0000	2.00	1,792.00
	EQUIPO				**27,867.10**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	4.9494	216,419.53	10,711.40
481060004	VOLQUETE 6 m3	vje	106.9398	120.00	12,832.78
490020129	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	56.8667	4.20	238.84
490010166	ROTO MARTILLO	hm	142.7360	21.85	3,118.78
481060049	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 p3	hm	104.4507	4.50	470.03
491060154	ESTACION TOTAL	hm	46.8113	10.58	495.26
	SUB-CONTRATOS				**2,000.00**
391060068	CONTROL DE HUMEDAD	gbl	1.0000	500.00	500.00
391060069	CONTROL DE CALIDAD DE FABRICACIÓN DE ADOBE	gbl	1.0000	500.00	500.00
391060070	CONTROL DE RESISTENCIA INSUTO DE ELEMENTOS DE CONCRETO	gbl	1.0000	1,000.00	1,000.00

TOTAL:	**466,348.33**

Analisis de Costos Unitarios

PROYECTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PRESUPUESTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PROPIETARIO : NO IDENTIFICADO

UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: URUBAMBA DIST: YUCAY

FECHA DE PROY. : 1/04/2023

Partida: 1.1.1.1 ALMACEN DE OBRA — Rendimiento:15 m²/Día

Costo Unit. por m² **85.68**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**35.29**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.5333	27.31	14.56
471101144	PEON	hh	2.00	1.0667	19.43	20.73
MATERIALES						**48.63**
301100005	CALAMINA GALVANIZADA NACIONAL 3.60x0.80m 0.24mm	und	-	0.3800	29.00	11.02
391100007	INSTALACION ELECTRICA	pto	-	0.1600	15.49	2.48
431060030	MADERA TORNILLO	p2	-	4.2220	3.22	13.59
441100008	TRIPLAY DE 4' X 8' X 6 MM	pln	-	0.3550	30.00	10.65
021100061	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	-	0.0250	7.00	0.18
430020042	MADERA ROLLISO 4" X 3M	pza	-	0.5000	20.00	10.00
021060046	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.1500	4.70	0.71
EQUIPO						**1.76**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	35.29	1.76

Partida: 1.1.1.2 SERVICIOS HIGENICOS — Rendimiento:8 m²/Día

Costo Unit. por m² **225.48**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**46.74**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	1.0000	27.31	27.31
471101144	PEON	hh	1.00	1.0000	19.43	19.43
MATERIALES						**176.40**
021100061	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	-	0.1770	7.00	1.24
020020028	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	-	0.2000	11.00	2.20
431060030	MADERA TORNILLO	p2	-	50.0000	3.22	161.00
301100005	CALAMINA GALVANIZADA NACIONAL 3.60x0.80m 0.24mm	und	-	0.3800	29.00	11.02
021060046	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.2000	4.70	0.94
EQUIPO						**2.34**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	46.74	2.34

Partida: 1.1.1.3 AGUA

Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl **225.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						**225.00**
391100012	AGUA	m³	-	15.0000	15.00	225.00

Partida: 1.1.1.4 ENERGIA ELECTRICA

Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl **750.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						**750.00**
391100025	INSTALACION PROVISIONAL DE ENERGIA ELECTRICA	glb	-	1.0000	750.00	750.00

Partida: 1.1.2.1 EQUIPO DE SEGURIDAD INDIVIDUAL PARA INICIO DEL TRABAJO

Rendimiento:1 und/Día

Costo Unit. por und **218.70**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						**218.70**
481060069	UNIFORME DE TRABAJO	und	-	1.0000	80.00	80.00
441100038	CASCO DE SEGURIDAD CERTIFICADO	und	-	1.0000	8.00	8.00
481060070	MASCARA RESPIRADOR CONTRA POLVO	und	-	1.0000	12.70	12.70
391060063	GUANTES DE CUERO	und	-	1.0000	10.00	10.00
481060071	GUANTES PVC NITRILO	und	-	1.0000	15.00	15.00
441100042	PROTECTOR DE OIDO	und	-	1.0000	4.00	4.00
481060072	LENTE VISOR TRANSPARENTE	und	-	1.0000	4.00	4.00
441100041	BOTAS CON PUNTERA DE ACERO	und	-	1.0000	30.00	30.00
481060073	ZAPATO PUNTA ACERO	und	-	1.0000	55.00	55.00

Partida: 1.1.2.2 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl **53.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						**53.00**
301100674	CINTA SEÑALIZADORA	rll	-	1.0000	53.00	53.00

Partida: 1.1.3.1 LIMPIEZA DE TERRENO

Rendimiento:40 m²/Día

Costo Unit. por m² **4.08**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**3.89**
471101144	PEON	hh	1.00	0.2000	19.43	3.89
EQUIPO						**0.19**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	3.89	0.19

Partida: 1.1.3.2 TRAZOS, NIVELES (REPLANTEO PRELIMINAR) Rendimiento:400 m²/Día

Costo Unit. por m² **1.71**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**0.96**
471060034	TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0200	28.50	0.57
471101144	PEON	hh	1.00	0.0200	19.43	0.39
MATERIALES						**0.49**
301100032	YESO EN BOLSA DE 28 KG	bls	-	0.0100	7.00	0.07
441060008	MADERA CORRIENTE-LISTON	und	-	0.0200	15.00	0.30
021060051	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	-	0.0200	6.00	0.12
EQUIPO						**0.26**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	0.96	0.05
491060154	ESTACION TOTAL	hm	1.00	0.0200	10.58	0.21

Partida: 1.1.3.3 REPLANTEO Rendimiento:400 m²/Día

Costo Unit. por m² **1.71**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**0.96**
471060034	TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0200	28.50	0.57
471101144	PEON	hh	1.00	0.0200	19.43	0.39
MATERIALES						**0.49**
301100032	YESO EN BOLSA DE 28 KG	bls	-	0.0100	7.00	0.07
441060008	MADERA CORRIENTE-LISTON	und	-	0.0200	15.00	0.30
021060051	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	-	0.0200	6.00	0.12
EQUIPO						**0.26**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	0.96	0.05
491060154	ESTACION TOTAL	hm	1.00	0.0200	10.58	0.21

Partida: 1.1.4.1 CONTROL DE HUMEDAD DE MADERA Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl **500.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						**500.00**
391060068	CONTROL DE HUMEDAD	gbl	-	1.0000	500.00	500.00

Partida: 1.1.4.2 CONTROL DE CALIDAD DE FABRICACIÓN DE ADOBE Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl **500.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						**500.00**
391060069	CONTROL DE CALIDAD DE FABRICACIÓN DE ADOBE	gbl	-	1.0000	500.00	500.00

Partida: 1.1.4.3 CONTROL DE RESISTENCIA INSUTO DE ELEMENTOS DE CONCRETO — Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl: **1,000.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						**1,000.00**
391060070	CONTROL DE RESISTENCIA INSUTO DE ELEMENTOS DE CONCRETO	gbl	-	1.0000	1,000.00	1,000.00

Partida: 1.2.1.1 DEMOLICION DE MURO DE ADOBE DE E=0.90 M — Rendimiento:18 m³/Día

Costo Unit. por m³: **21.81**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**20.77**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.4444	27.31	12.14
471101144	PEON	hh	1.00	0.4444	19.43	8.63
EQUIPO						**1.04**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	20.77	1.04

Partida: 1.2.1.2 RETIRO DE CIMENTACIÓN EXISTENTE — Rendimiento:5 m³/Día

Costo Unit. por m³: **70.33**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**66.98**
011100001	OFICIAL	hh	1.00	1.6000	22.43	35.89
471101144	PEON	hh	1.00	1.6000	19.43	31.09
EQUIPO						**3.35**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	66.98	3.35

Partida: 1.2.1.3 CORTE Y NIVELACIÓN MANUAL DE TERRENO — Rendimiento:120 m²/Día

Costo Unit. por m²: **2.94**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**2.80**
011100001	OFICIAL	hh	1.00	0.0667	22.43	1.50
471101144	PEON	hh	1.00	0.0667	19.43	1.30
EQUIPO						**0.14**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	2.80	0.14

Partida: 1.2.1.4 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE — Rendimiento:30 m³/Día

Costo Unit. por m³: **52.63**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**31.09**
471101144	PEON	hh	6.00	1.6000	19.43	31.09
EQUIPO						**21.54**
481060004	VOLQUETE 6 m3	vje	0.00	0.1666	120.00	19.99
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	31.09	1.55

Partida: 1.2.2.1 CIMIENTO CORRIDO MAMPOSTERIA DE PIEDRA, MEZCLA 1:10 + 30% P.G. Rendimiento:20 m³/Día

Costo Unit. por m³ **273.78**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**84.03**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	0.8000	27.31	21.85
471101144	PEON	hh	8.00	3.2000	19.43	62.18
MATERIALES						**183.75**
051060013	PIEDRA GRANDE MÁXIMO 6"	m³	-	0.6000	60.00	36.00
211100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls	-	3.0500	29.00	88.45
391100012	AGUA	m³	-	0.0800	15.00	1.20
041060006	ARENA GRUESA	m³	-	0.4200	70.00	29.40
051060024	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.4100	70.00	28.70
EQUIPO						**6.00**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	84.03	4.20
481060049	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 p3	hm	1.00	0.4000	4.50	1.80

Partida: 1.2.2.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO h=0.40m Rendimiento:14 m²/Día

Costo Unit. por m² **67.32**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**26.70**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.5714	27.31	15.60
471101144	PEON	hh	1.00	0.5714	19.43	11.10
MATERIALES						**39.28**
021060048	MADERA PARA ENCOFRADOS	p2	-	3.3500	11.00	36.85
021100061	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	-	0.2600	7.00	1.82
021060046	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.1300	4.70	0.61
EQUIPO						**1.34**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	26.70	1.34

Partida: 1.2.2.3 SOBRECIMIENTOS MEZCLA CEMENTO-HORMIGON 1:8 + 25% PM Rendimiento:15 m³/Día

Costo Unit. por m³ **314.88**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**80.94**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	1.0667	27.31	29.13
471101144	PEON	hh	5.00	2.6667	19.43	51.81
MATERIALES						**225.25**
051060013	PIEDRA GRANDE MÁXIMO 6"	m³	-	0.4200	60.00	25.20
211100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls	-	4.2000	29.00	121.80
391100012	AGUA	m³	-	0.1600	15.00	2.40
041060006	ARENA GRUESA	m³	-	0.4500	70.00	31.50
051060024	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.4200	70.00	29.40
011100056	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gl	-	0.0040	38.25	0.15
301060193	IMPERMEABILIZANTE EN BOLSA	bol	-	3.7000	4.00	14.80
EQUIPO						**8.69**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	80.94	4.05
490020129	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.00	0.5333	4.20	2.24
481060049	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 p3	hm	1.00	0.5333	4.50	2.40

Partida: 1.2.2.4 REFUERZO EN CIMIENTO DE MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO (CALZADURA) Rendimiento:20 m³/Día

Costo Unit. por m³ **273.78**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**84.03**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	0.8000	27.31	21.85
471101144	PEON	hh	8.00	3.2000	19.43	62.18
MATERIALES						**183.75**
051060013	PIEDRA GRANDE MÁXIMO 6"	m³	-	0.6000	60.00	36.00
211100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls	-	3.0500	29.00	88.45
391100012	AGUA	m³	-	0.0800	15.00	1.20
041060006	ARENA GRUESA	m³	-	0.4200	70.00	29.40
051060024	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.4100	70.00	28.70
EQUIPO						**6.00**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	84.03	4.20
481060049	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 p3	hm	1.00	0.4000	4.50	1.80

Partida: 1.2.3.1.1 CONCRETO VIGA COLLAR F'C= 210 kg/cm2 Rendimiento:20 m³/Día

Costo Unit. por m³ **415.91**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**84.03**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	0.8000	27.31	21.85
471101144	PEON	hh	8.00	3.2000	19.43	62.18
MATERIALES						**324.20**
211100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls	-	8.5000	29.00	246.50
041060006	ARENA GRUESA	m³	-	0.5500	70.00	38.50
051060024	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.5600	70.00	39.20
EQUIPO						**7.68**
481060049	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 p3	hm	1.00	0.4000	4.50	1.80
490020129	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.00	0.4000	4.20	1.68
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	84.03	4.20

Partida: 1.2.3.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA COLLAR Rendimiento:9 m²/Día

Costo Unit. por m² **103.43**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**41.55**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.8889	27.31	24.28
471101144	PEON	hh	1.00	0.8889	19.43	17.27
MATERIALES						**59.80**
021060048	MADERA PARA ENCOFRADOS	p2	-	5.2000	11.00	57.20
021060046	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.2400	4.70	1.13
021100061	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	-	0.2100	7.00	1.47
EQUIPO						**2.08**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	41.55	2.08

Partida: 1.2.3.1.3 ACERO DE REFUERZO EN VIGA COLLAR Rendimiento:150 kg/Día

Costo Unit. por kg **8.08**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**2.50**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.0533	27.31	1.46
471101144	PEON	hh	1.00	0.0533	19.43	1.04
MATERIALES						**5.45**
021100065	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0300	6.50	0.20
030020006	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	5.00	5.25
EQUIPO						**0.13**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	2.50	0.13

Partida: 1.2.4.1 ELABORACION DE ADOBES 0.60 x 0.30 x 0.15 m

Rendimiento:600 und/Día

Costo Unit. por und **2.20**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**1.77**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	0.0267	27.31	0.73
471101144	PEON	hh	4.00	0.0533	19.43	1.04
MATERIALES						**0.34**
041060009	TERRA PREPARADA - AMASADA DORMIDA	m³	-	0.0160	15.00	0.24
391100012	AGUA	m³	-	0.0020	15.00	0.03
041060010	PAJA-ICHU	kg	-	0.0749	1.00	0.07
EQUIPO						**0.09**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	1.77	0.09

Partida: 1.2.4.2 MOLDES Y CUBIERTAS PARA ADOBES

Rendimiento: gbl

Costo Unit. por gbl **50.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						**50.00**
041060012	MOLDE DE ADOBERA 91x31x16cm	und	-	1.0000	50.00	50.00

Partida: 1.2.4.3 ASENTADO DE MUROS DE ADOBE e=0.90M REFORZADO

Rendimiento:10 m²/Día

Costo Unit. por m² **41.51**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**37.39**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.8000	27.31	21.85
471101144	PEON	hh	1.00	0.8000	19.43	15.54
MATERIALES						**2.25**
041060013	MORTERO DE TIERRA	m³	-	0.0900	25.00	2.25
EQUIPO						**1.87**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	37.39	1.87

Partida: 1.2.5.1 REPARACION DE HUMEDAD, EFLORENCIAS Y FISURAS

Rendimiento:10 m²/Día

Costo Unit. por m² **154.13**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**33.48**
011100001	OFICIAL	hh	1.00	0.8000	22.43	17.94
471101144	PEON	hh	1.00	0.8000	19.43	15.54
MATERIALES						**101.50**
301060071	MORTERO AUTOSOPORTANTE	kg	-	7.0000	4.50	31.50
211060015	CEMENTO BASE CIMENTICIA ADHERENTE	kg	-	2.0000	35.00	70.00
EQUIPO						**19.15**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	33.48	1.67
490010166	ROTO MARTILLO	hm	1.00	0.8000	21.85	17.48

Partida: 1.2.5.2 REPARACIÓN DE DERRUMBAMIENTO DE MUROS, COLUMNA Y VIGA DE CONCRETO Rendimiento:6 m²/Día

Costo Unit. por m² **629.88**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**280.08**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	2.6667	27.31	72.83
471101144	PEON	hh	8.00	10.6667	19.43	207.25
MATERIALES						**324.20**
211100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bls	-	8.5000	29.00	246.50
041060006	ARENA GRUESA	m³	-	0.5500	70.00	38.50
051060024	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.5600	70.00	39.20
EQUIPO						**25.60**
481060049	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 p3	hm	1.00	1.3333	4.50	6.00
490020129	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.00	1.3333	4.20	5.60
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	280.08	14.00

Partida: 1.2.6.1.1 REFORZAMIENTO DE COLUMNAS CON FIBRA DE CARBONO Rendimiento:5 m²/Día

Costo Unit. por m² **648.53**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**74.79**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	27.31	43.70
471101144	PEON	hh	1.00	1.6000	19.43	31.09
MATERIALES						**570.00**
591060008	TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO	m²	-	1.0000	500.00	500.00
591060009	RESINA EPOXICA	kg	-	1.0000	70.00	70.00
EQUIPO						**3.74**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	74.79	3.74

Partida: 1.2.6.2.1 REFORZAMIENTO DE VIGAS CON FIBRA DE CARBONO Rendimiento:5 m²/Día

Costo Unit. por m² **648.53**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**74.79**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	27.31	43.70
471101144	PEON	hh	1.00	1.6000	19.43	31.09
MATERIALES						**570.00**
591060008	TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO	m²	-	1.0000	500.00	500.00
591060009	RESINA EPOXICA	kg	-	1.0000	70.00	70.00
EQUIPO						**3.74**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	74.79	3.74

Partida: 1.2.7.1.1 UNIONES METALICAS EN ELEMENTOS DE MADERA Y CONCRETO

Rendimiento:20 und/Día

Costo Unit. por und **47.04**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**27.66**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.4000	27.31	10.92
011100001	OFICIAL	hh	1.00	0.4000	22.43	8.97
471101144	PEON	hh	1.00	0.4000	19.43	7.77
MATERIALES						**18.00**
021060053	PLANCHA METALICA DE E=3 MM	und	-	1.0000	10.00	10.00
021060054	PERNO DE 1/2"	und	-	4.0000	2.00	8.00
EQUIPO						**1.38**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	27.66	1.38

Partida: 1.2.8.1.1 VIGAS DE MADERA 2"X8"X8.5M

Rendimiento:10 und/Día

Costo Unit. por und **172.94**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**52.94**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.8000	27.31	21.85
471101144	PEON	hh	2.00	1.6000	19.43	31.09
MATERIALES						**120.00**
431060072	VIGA DE MADERA PINO RADIATA DE 2"x8"x8.5M	und	-	1.0000	120.00	120.00

Partida: 1.2.8.2.1 ARMADO EN SITIO E IZADO DE TIJERRALES

Rendimiento:6 und/Día

Costo Unit. por und **462.39**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**150.55**
471100002	OPERARIO	hh	2.00	2.6667	27.31	72.83
471101144	PEON	hh	3.00	4.0000	19.43	77.72
MATERIALES						**304.31**
431060073	TIJERAL DE MADERA DE L=9.8M Y ALTURA DE 4.0M	und	-	1.0000	300.00	300.00
021100061	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	-	0.0100	7.00	0.07
301060202	PRESERVANTE PARA MADERA	gln	-	0.0800	53.00	4.24
EQUIPO						**7.53**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	150.55	7.53

Partida: 1.2.8.3.1 COLOCACIÓN DE CORREAS 2"x2" Rendimiento:50 m/Día

Costo Unit. por m **13.63**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**7.48**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.1600	27.31	4.37
471101144	PEON	hh	1.00	0.1600	19.43	3.11
MATERIALES						**5.78**
431060068	MADERA PARA CARTELERA DE 1cm	p2	-	0.0200	12.00	0.24
021060046	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	-	0.0500	4.70	0.24
021060051	CLAVO PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	-	0.0500	6.00	0.30
431060071	CORREA DE 3x2" DE 3.0M (Euacalipto)	m	-	1.0000	5.00	5.00
EQUIPO						**0.37**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	7.48	0.37

Partida: 1.2.8.4.1 MADERA Rendimiento:18 m²/Día

Costo Unit. por m² **108.09**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**29.41**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.4444	27.31	12.14
471101144	PEON	hh	2.00	0.8889	19.43	17.27
MATERIALES						**77.21**
431060074	TABLA DE MADERA PINO RADIATA	p2	-	11.0000	7.00	77.00
021060010	CLAVO C/C 2 1/2"	kg	-	0.0300	7.00	0.21
EQUIPO						**1.47**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	29.41	1.47

Partida: 1.2.9.1 COBERTURA DE CALAMINA ACERO GALVANIZADO PLATEADO Rendimiento:60 m²/Día

Costo Unit. por m² **21.28**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						**8.82**
471100002	OPERARIO	hh	1.00	0.1333	27.31	3.64
471101144	PEON	hh	2.00	0.2667	19.43	5.18
MATERIALES						**12.02**
521060019	CALAMINA GALVANIZADA	und	-	0.4000	29.00	11.60
021060052	CLAVO DE CALIMINA	kg	-	0.0350	12.00	0.42
EQUIPO						**0.44**
370010001	HERRAMIENTAS	%mo	-	5.0000	8.82	0.44

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PRESUPUESTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PROPIETARIO : NO IDENTIFICADO

UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: URUBAMBA DIST: YUCAY

FECHA DE PROY. : 1/04/2023

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO**					**466,348.33**
1.1	**OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD**					**17,276.75**
1.1.1	**OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES**					**6,160.92**
1.1.1.1	ALMACEN DE OBRA	m²	50.00	85.68	4,284.00	
1.1.1.2	SERVICIOS HIGENICOS	m²	4.00	225.48	901.92	
1.1.1.3	AGUA	gbl	1.00	225.00	225.00	
1.1.1.4	ENERGIA ELECTRICA	gbl	1.00	750.00	750.00	
1.1.2	SEGURIDAD Y SALUD					2,677.40
1.1.2.1	EQUIPO DE SEGURIDAD INDIVIDUAL PARA INICIO DEL TRABAJO	und	12.00	218.70	2,624.40	
1.1.2.2	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gbl	1.00	53.00	53.00	
1.1.3	TRAZOS Y REPLANTEO					6,438.43
1.1.3.1	LIMPIEZA DE TERRENO	m²	589.60	4.08	2,405.57	
1.1.3.2	TRAZOS, NIVELES (REPLANTEO PRELIMINAR)	m²	1,179.20	1.71	2,016.43	
1.1.3.3	REPLANTEO	m²	1,179.20	1.71	2,016.43	
1.1.4	CONTROL DE CALIDAD					2,000.00
1.1.4.1	CONTROL DE HUMEDAD DE MADERA	gbl	1.00	500.00	500.00	
1.1.4.2	CONTROL DE CALIDAD DE FABRICACIÓN DE ADOBE	gbl	1.00	500.00	500.00	
1.1.4.3	CONTROL DE RESISTENCIA INSUTO DE ELEMENTOS DE CONCRETO	gbl	1.00	1,000.00	1,000.00	
1.2	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL					449,071.58
1.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					51,220.42
1.2.1.1	DEMOLICION DE MURO DE ADOBE DE E=0.90 M	m³	607.00	21.81	13,238.67	
1.2.1.2	RETIRO DE CIMENTACIÓN EXISTENTE	m³	34.96	70.33	2,458.74	
1.2.1.3	CORTE Y NIVELACIÓN MANUAL DE TERRENO	m²	590.70	2.94	1,736.66	
1.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m³	641.96	52.63	33,786.35	
1.2.2	CONCRETO SIMPLE					43,300.84
1.2.2.1	CIMIENTO CORRIDO MAMPOSTERIA DE PIEDRA, MEZCLA 1:10 + 30% P.G.	m³	84.00	273.78	22,997.52	
1.2.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO h=0.40m	m²	90.66	67.32	6,103.23	
1.2.2.3	SOBRECIMIENTOS MEZCLA CEMENTO-HORMIGON 1:8 + 25% PM	m³	14.70	314.88	4,628.74	
1.2.2.4	REFUERZO EN CIMIENTO DE MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO (CALZADURA)	m³	34.96	273.78	9,571.35	
1.2.3	CONCRETO ARMADO					15,703.42
1.2.3.1	VIGA COLLAR					15,703.42
1.2.3.1.1	CONCRETO VIGA COLLAR F'C= 210 kg/cm2	m³	20.60	415.91	8,567.75	
1.2.3.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA COLLAR	m²	45.33	103.43	4,688.48	
1.2.3.1.3	ACERO DE REFUERZO EN VIGA COLLAR	kg	302.87	8.08	2,447.19	
1.2.4	MUROS PORTANTES DE ADOBE					114,193.00
1.2.4.1	ELABORACION DE ADOBES 0.60 x 0.30 x 0.15 m	und	27,150.00	2.20	59,730.00	
1.2.4.2	MOLDES Y CUBIERTAS PARA ADOBES	gbl	10.00	50.00	500.00	
1.2.4.3	ASENTADO DE MUROS DE ADOBE e=0.90M REFORZADO	m²	1,300.00	41.51	53,963.00	

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.2.5	REPARACION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO					46,767.90
1.2.5.1	REPARACION DE HUMEDAD, EFLORENCIAS Y FISURAS	m²	178.42	154.13	27,499.87	
1.2.5.2	REPARACIÓN DE DERRUMBAMIENTO DE MUROS, COLUMNA Y VIGA DE CONCRETO	m²	30.59	629.88	19,268.03	
1.2.6	REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS DE ESTRUCTURALES DE CONCRETO					81,636.95
1.2.6.1	REFORZAMIENTO EN COLUMNAS					73,348.74
1.2.6.1.1	REFORZAMIENTO DE COLUMNAS CON FIBRA DE CARBONO	m²	113.10	648.53	73,348.74	
1.2.6.2	REFORZAMIENTO EN VIGAS					8,288.21
1.2.6.2.1	REFORZAMIENTO DE VIGAS CON FIBRA DE CARBONO	m²	12.78	648.53	8,288.21	
1.2.7	UNIONES METALICAS					10,536.96
1.2.7.1	UNIONES METALICAS EN ELEMENTOS DE MADERA Y CONCRETO					10,536.96
1.2.7.1.1	UNIONES METALICAS EN ELEMENTOS DE MADERA Y CONCRETO	und	224.00	47.04	10,536.96	
1.2.8	ESTRUCTURAS DE MADERA					70,171.73
1.2.8.1	VIGAS DE MADERA 2"X8"					9,684.64
1.2.8.1.1	VIGAS DE MADERA 2"X8"X8.5M	und	56.00	172.94	9,684.64	
1.2.8.2	TIJERALES Y RETICULADOS					11,097.36
1.2.8.2.1	ARMADO EN SITIO E IZADO DE TIJERRALES	und	24.00	462.39	11,097.36	
1.2.8.3	CORREAS					7,587.00
1.2.8.3.1	COLOCACIÓN DE CORREAS 2"x2"	m	556.64	13.63	7,587.00	
1.2.8.4	PISO DE MADERA PINO RADIATA					41,802.73
1.2.8.4.1	MADERA	m²	386.74	108.09	41,802.73	
1.2.9	COBERTURA DE CALAMINA					15,540.36
1.2.9.1	COBERTURA DE CALAMINA ACERO GALVANIZADO PLATEADO	m²	730.28	21.28	15,540.36	

Costo Directo		466,348.33
Gastos Admin. Directa	12%	55,961.80
TOTAL :		**522,310.13**

[Son: quinientos veintidós mil trescientos diez soles con trece céntimos]

HOJA RESUMEN

PROYECTO : DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

PROPIETARIO : NO IDENTIFICADO

UBICACION : DPTO: CUSCO PROV: URUBAMBA DIST: YUCAY

FECHA DE PROY. : 1/04/2023

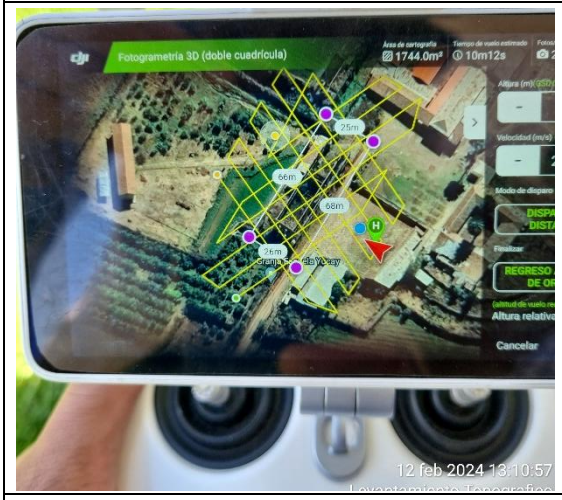
Item	Descripción	Parcial
1.0	DESARROLLO DE UN SISTEMA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE INTEGRACIÓN CONCRETO, ADOBE Y MADERA CON UN ADECUADO DESEMPEÑO ESTRUCTURAL PARA RESTAURACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL ANTIGUO PABELLÓN EDUCATIVO DE LA GRANJA ESCUELA DE YUCAY, DISTRITO DE YUCAY, PROVINCIA DE URUBAMBA, DEPARTAMENTO DE CUSCO	466,348.33

Costo Directo		466,348.33
Gastos Admin. Directa	12.00%	55,961.80
TOTAL :		**522,310.13**

[Son: quinientos veintidós mil trescientos diez soles con trece céntimos]

K7. Panel fotográfico

Levantamiento topográfico: Fotogrametría aérea

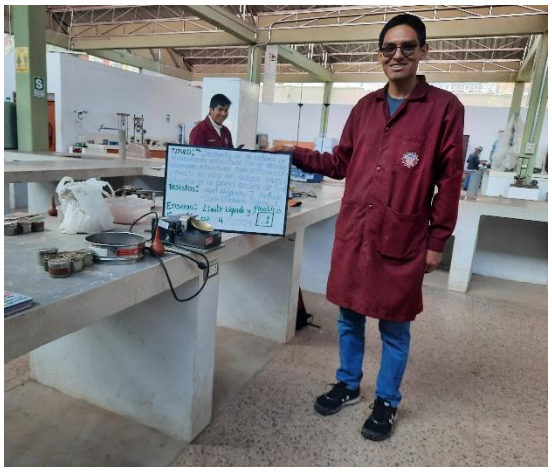


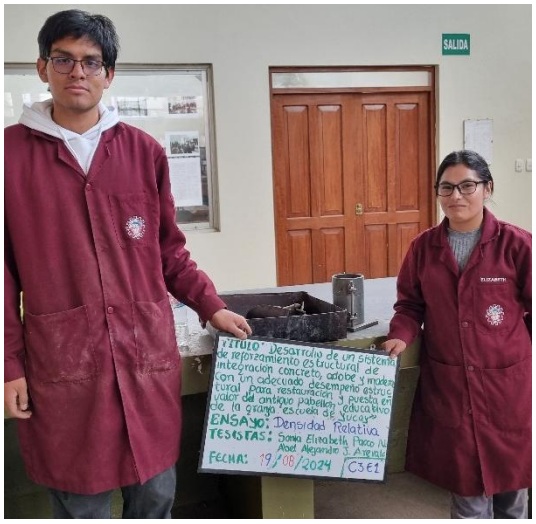
Plan de vuelo del área a investigar.

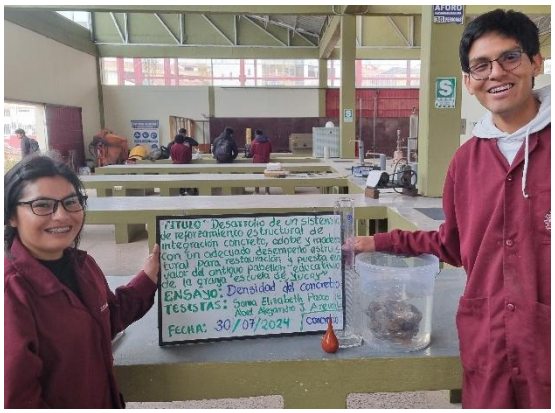
Levantamiento Arquitectónico mediante cinta métrica.

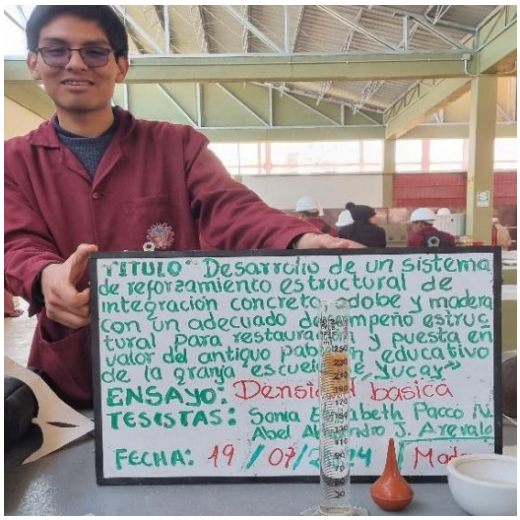
Visualización de patologías.

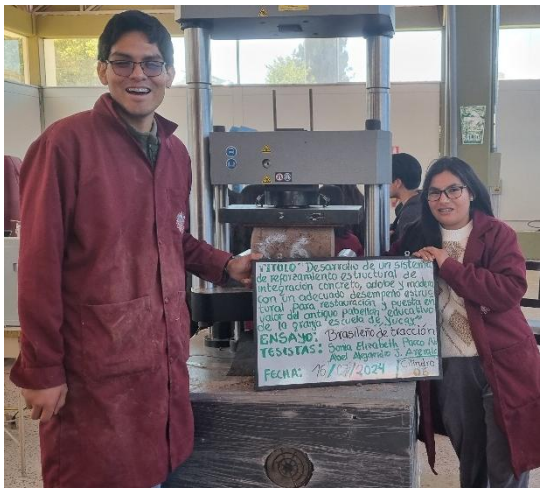
Exploración de suelos mediante calicatas. (C1)

Exploración de suelos mediante calicatas (C2).	Exploración de suelos mediante calicatas (C3).
Contenido de humedad de las muestras obtenidas de las calicatas.	Preparación de las muestras obtenidas de las calicatas para el análisis granulométrico.
	
Límites líquido y plástico de la muestra de las distintas calicatas.	Análisis granulométrico por tamizado del suelo de las calicatas.

Procedimiento del ensayo de cono de arena de las distintas calicatas.	Ensayo de cono de arena de las distintas calicatas.
	
Densidad relativa (Peso unitario máximo).	Densidad relativa (Peso unitario mínimo).
Preparación de muestras para el análisis granulométrico (Adobe).	Análisis granulométrico por tamizado del suelo que compone el adobe.

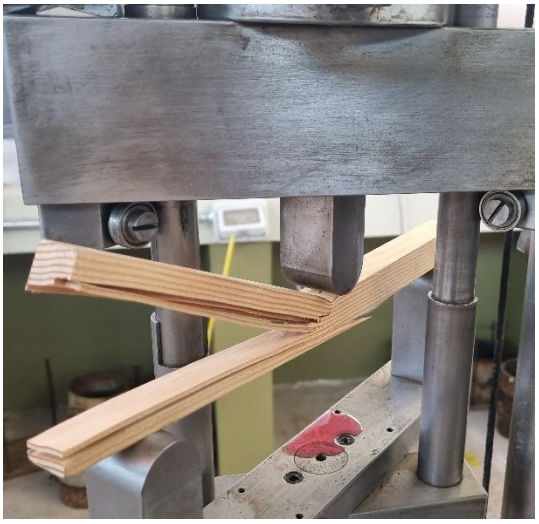
Límites liquido del suelo de que compone el adobe.	Contenido de humedad del suelo para la elaboración del adobe.
Análisis granulométrico del suelo para la elaboración del adobe.	Límites de consistencia (pesado de muestras después del ensayo).
	
Ensayo para determinar la densidad del concreto.	Determinación de la muestra de concreto.

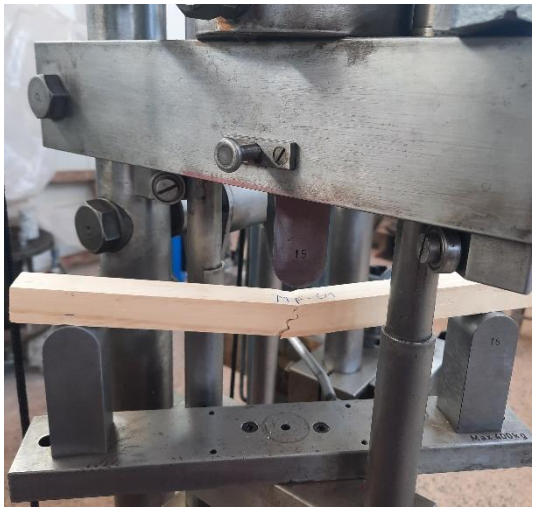
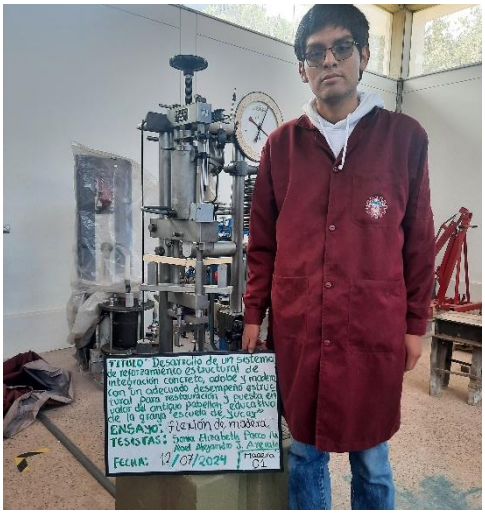
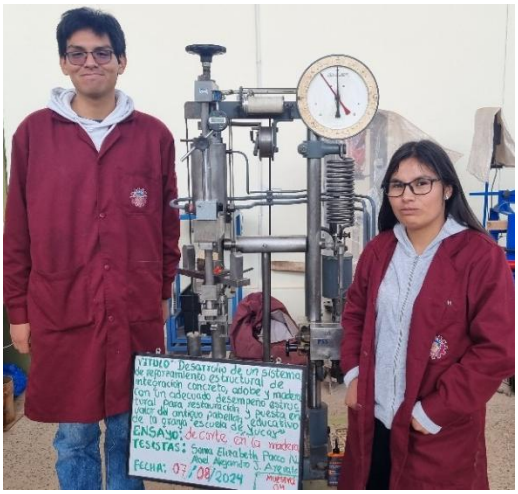
	
Preparación de muestras de la madera nueva para el ensayo de contenido de humedad (Pino Radiata).	*Densidad básica de la madera nueva (Pino Radiata).*
Cálculo de la cantidad de agua utilizado en la elaboración de adobe.	*Preparación del barro para la elaboración de adobe.*
Elaboración de las unidades de adobe para la restauración.	*Elaboración de cilindros del material tierra.*

Colocación de una capa de yeso en las muestras que serán sometidas a los distintos ensayos.	*Preparación de la mezcla para la colocación de la capa de yeso.*
Preparación de muestra para el ensayo de corte de la madera existente	*Preparación de muestra para el ensayo de flexión estática de la madera existente.*
	
Compresión del material tierra en cubos.	*Tracción del material tierra en cilindros.*

Tracción del mortero en muestras de dos adobes unidas por mortero.	*Módulo de Poisson en cilindros.*
Elaboración de pilas.	*Compresión de pilas de adobe (preparación de pilas).*
Compresión de pilas de adobe.	Elaboración de muretes.

Compresión Diagonal en muretes (preparación de muretes).	*Compresión Diagonal en muretes.*
Determinación de la resistencia a compresión con esclerómetro.	*Equipo para determinar la resistencia a compresión con esclerómetro.*
Determinación de la distribución de acero en muros con el escáner.	*Determinación de la distribución de acero en columnas con el escáner.*

Rotura de la muestra en ensayo de compresión paralela al grano.	*Ensayo de compresión de la madera existente.*
	
Flexión estática de la madera existente.	*Rotura la de madera existente en ensayo de flexión estática.*
Rotura de la muestra en el ensayo de compresión de la madera nueva.	*Ensayo de compresión de la madera nueva (pino radiata).*

	
Rotura de la muestra en el ensayo de flexión estática de la madera nueva.	*Flexión estática de la madera nueva (pino radiata)*
Ensayo de tracción de la madera nueva.	*Rotura de la muestra en el ensayo de tracción de la madera nueva.*
	
Ensayo de corte de la madera nueva.	*Rotura de la muestra en el ensayo de tracción de la madera nueva.*