

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ADICIÓN DE VIRUTA DE PINO Y HOJAS DE
CORTADERIA SELLOANA PARA ESTUDIAR LAS
PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL
ADOBE EN GRANJA PORCÓN, CAJAMARCA
2024”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Luis Rafael Ramirez Quispe

Asesor:

Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

000-0001-7674-7125

Cajamarca - Perú

2025

JURADO EVALUADOR

JURADO N°01 Presidente	Ordoñez Bringas, David Eloy
	Nombre y apellidos

JURADO N°02	Carrasco Canales, Robert Manuel
	Nombre y apellidos

JURADO N°03	Noriega Vidal, Eduardo Manuel
	Nombre y apellidos

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 of 202 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trnoid::1:3252760997

19% Overall Similarity

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


Exclusions

▶ 1 Excluded Source

Top Sources

19%  Internet sources

5%  Publications

11%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

Replaced Characters

38 suspect characters on 7 pages

Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

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.



Página 2 of 202 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trnoid::1:3252760997

ÍNDICES DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICES DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	16
2. ANTECEDENTES	20
2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.3. ANTECEDENTES LOCALES	25
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
3.1. PROBLEMA CENTRAL.....	33
3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	33
4. OBJETIVOS	34
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	34
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
5. JUSTIFICACIÓN.....	35
5.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	35
5.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	35

5.3.	JUSTIFICACIÓN SOCIAL	35
5.4.	JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	35
5.5.	JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	36
6.	HIPÓTESIS.....	37
6.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	37
6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	37
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA		39
1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
1.1.	ENFOQUE	39
1.2.	DISEÑO.....	39
1.3.	TIPO	40
2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	40
2.1.	POBLACIÓN.....	40
2.2.	MUESTRA	40
3.	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	42
3.1.	MÉTODOS.....	42
3.2.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	42
3.3.	PROCEDIMIENTO	43
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....		52
1.	CONTENIDO DE HUMEDAD	52
2.	GRANULOMETRÍA POR LAVADO.....	52
3.	LÍMITES DE ATTERBERG	54
4.	ELECCIÓN DEL SUELO PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS DE ADOBE	54

5. CLASIFICACIÓN DEL SUELO ELEGIDO SEGÚN SUCS	55
6. PROCTOR MODIFICADO	57
7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	58
8. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	63
9. ABSORCIÓN DE AGUA	69
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	71
1. DISCUSIÓN	71
2. LIMITACIONES	79
3. IMPLICANCIAS	81
4. CONCLUSIONES	82
5. RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS	88
ANEXO A: PANEL FOTOGRÁFICO	88
ANEXO B: PROTOCOLOS DE LABORATORIO	105
ANEXO C: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES Y MATRIZ DE CONSISTENCIA	195

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de suelos SUCS.	29
Tabla 2: Clasificación de suelos AASHTO.	29
Tabla 3: Muestras para los ensayos de resistencia a compresión.	40
Tabla 4: Muestras para los ensayos de resistencia a flexión.....	41
Tabla 5: Muestras para los ensayos de absorción de agua.....	41
Tabla 6: Protocolos requeridos en la investigación y la Norma avalada que los respalda.	43
Tabla 7: Enumeración y ubicación de las canteras escogidas.	43
Tabla 8: Resultados del ensayo de contenido de humedad para las tres canteras estudiadas.	52
Tabla 9: Resultados del ensayo de análisis granulométrico por lavado para las tres canteras estudiadas.	52
Tabla 10: Resultados del ensayo de los límites de plasticidad para las tres canteras estudiadas.	54
Tabla 11: Clasificación del suelo SUCS.	55
Tabla 12: Clasificación del suelo AASHTO.....	56
Tabla 13: Resultados de los ensayos de compactación Proctor modificado.....	57
Tabla 14: Resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes patrón (0%).	58
Tabla 15: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes patrón (0%).	58
Tabla 16: Resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 0.75% de adición de viruta de pino.	58

Tabla 17: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 0.75% de adición de viruta de pino.....	59
Tabla 18: Resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 1.50% de adición de viruta de pino.	59
Tabla 19: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 1.50% de adición de viruta de pino.....	60
Tabla 20: Resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 0.50% de adición de cortaderia selloana.	60
Tabla 21: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 0.50% de cortaderia selloana.	60
Tabla 22: Resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 1.00% de adición de cortaderia selloana.	61
Tabla 23: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la compresión de los adobes con un 1.00% de cortaderia selloana	61
Tabla 24: Cuadro resumen de la Resistencia a la compresión en las muestras ensayadas.	62
Tabla 25: Resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes patrón (0%).	63
Tabla 26: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes patrón (0%).	63
Tabla 27: Resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 0.75% de adición de viruta de pino.	63
Tabla 28: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 0.75% de adición de viruta de pino.	64

Tabla 29: Resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 1.50% de adición de viruta de pino.	64
Tabla 30: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 1.50% de adición de viruta de pino.	65
Tabla 31: Resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 0.50% de adición de cortaderia selloana.	65
Tabla 32: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 0.50% de adición de cortaderia selloana.	66
Tabla 33: Resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 1.00% de adición de cortaderia selloana.	66
Tabla 34: Datos estadísticos descriptivos de los resultados de los ensayos de Resistencia a la flexión de los adobes con un 1.00% de adición de cortaderia selloana.	67
Tabla 35: Cuadro resumen de la Resistencia a la flexión en las muestras ensayadas....	67
Tabla 36: Resultados de los ensayos de Absorción de agua de los adobes patrón (0%).	69
Tabla 37: Resultados de los ensayos de Absorción de agua de los adobes con un 0.75% de adición de viruta de pino.....	69
Tabla 38: Resultados de los ensayos de Absorción de agua de los adobes con un 1.50% de adición de viruta de pino.....	69
Tabla 39: Resultados de los ensayos de Absorción de agua de los adobes con un 0.50% de adición de cortaderia selloana.....	70
Tabla 40: Resultados de los ensayos de Absorción de agua de los adobes con un 1.00% de adición de <i>cortaderia selloana</i>	70
Tabla 41: Matriz de operacionalización de variables.	195
Tabla 42: Matriz de consistencia.	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo que resume el desarrollo de la investigación.....	50
Figura 2: Curvas granulométricas de las tres canteras estudiadas.	53
Figura 3: Gráfico resumen de la Resistencia a la compresión.	62
Figura 4: Gráfico resumen de la Resistencia a la flexión.....	67
Figura 5: Predio Granja Porcón, Cajamarca.....	88
Figura 6: Laguna del Predio Granja Porcón.....	88
Figura 7: Predio Granja Porcón.....	88
Figura 8: Carpintería central de Granja Porcón.	89
Figura 9: Producción de pino en la carpintería central de Granja Porcón.....	89
Figura 10: Cortaderia selloana cerca de un río en Granja Porcón.....	89
Figura 11: Tesista en Granja Porcón.	90
Figura 12: Muestra de tierra extraída de la Cantera 01.....	90
Figura 13: Recolección de viruta de pino de la carpintería de Granja Porcón.....	90
Figura 14: Recolección de tierra extraída de la Cantera 02.	91
Figura 15: Recolección de cortaderia selloana cerca de un río en Granja Porcón.	91
Figura 16: Una porción de cortaderia selloana recolectada para la investigación.	91
Figura 17: Muestra de tierra extraída de la Cantera 03.....	92
Figura 18: Recolección de tierra extraída de la Cantera 03.	92
Figura 19: Muestra de la Cantera 01 experimentada para contenido de humedad.	92
Figura 20: Muestra de la Cantera 02 experimentada para contenido de humedad.	93
Figura 21: Muestra de la Cantera 03 experimentada para contenido de humedad.	93
Figura 22: Malla N°200, fundamental para el ensayo de granulometría por lavado.....	93
Figura 23: Preparación de materiales y herramientas para el lavado de tierra.....	94
Figura 24: Lavado de tierra pasante por la malla N°200.	94

Figura 25: Juego de tamices para el proceso de granulometría por lavado.....	94
Figura 26: Muestra restante en una de las mallas de los tamices.	95
Figura 27: Muestra restante en una de las mallas en una tara.	95
Figura 28: Instrumentos para el ensayo de los Límites de Atterberg.	95
Figura 29: Cuchara de Casagrande con la muestra de la Cantera 01.	96
Figura 30: Cuchara de Casagrande con la muestra de la Cantera 02.	96
Figura 31: Cuchara de Casagrande con la muestra de la Cantera 03.	96
Figura 32: Cilindros hechos para la obtención del Límite Plástico.....	97
Figura 33: Preparación de los materiales y herramientas para el ensayo Proctor.	97
Figura 34: Molde cilíndrico lleno con tierra y viruta compactados.	97
Figura 35: Molde cilíndrico lleno con tierra compactada.	98
Figura 36: Tamiz con muestra retenida.	98
Figura 37: Molde cilíndrico con collarín llenado con tierra y cortaderia selloana compactados.	98
Figura 38: Preparación de los materiales y herramientas para el ensayo Proctor.	99
Figura 39: Llenado de molde cilíndrico con tierra y viruta.....	99
Figura 40: Máquina CINVA RAM.	99
Figura 41: Preparación de tierra, viruta y agua para la creación de adobes.	100
Figura 42: Ladrillo de adobe patrón dentro de la máquina CINVA RAM.	100
Figura 43: Ladrillos de adobe recién finalizados guardados en un almacén.....	100
Figura 44: Fallos regulares en algunos de los adobes durante su tiempo de secado...	101
Figura 45: Ladrillos de adobe almacenados en la Universidad.....	101
Figura 46: Ladrillos de adobe sumergidos en agua para el ensayo de absorción de agua.	101

Figura 47: Ladrillos de adobe sumergidos en agua para el ensayo de absorción de agua.
 102

Figura 48: Ladrillos de adobe después de 24 horas sumergidos. 102

Figura 49: Ladrillos de adobe después de 24 horas sumergidos. 102

Figura 50: Ladrillos de adobe cuadrados listos para el ensayo de Resistencia a la
 compresión. 103

Figura 51: Ladrillos de adobe cuadrados listos para el ensayo de Resistencia a la
 compresión. 103

Figura 52: Residuos de los ladrillos de adobe después de ser experimentados. 103

Figura 53: Residuos de los ladrillos de adobe después de ser experimentados. 104

Figura 54: Final de los ensayos de la resistencia a la compresión con un encargado de
 laboratorio..... 104

Figura 55: Máquina de compresión usados para los ensayos de Resistencia a la
 compresión y flexión. 104

Figura 56: Ladrillos de adobe cuadrados listos para el ensayo de Resistencia a la flexión.
 105

Figura 57: Residuos de los ladrillos de adobe después de ser experimentados. 105

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue estudiar las propiedades físico-mecánicas del adobe compactado con viruta de pino y *cortaderia selloana*. Para dicho trabajo de investigación se ha decidido traer todos los materiales necesarios del Predio Granja Porcón: además de eso, se ha contado con 3 canteras con el fin de escoger la de mejor material para elaborar los ladrillos de adobe. Teniendo las 3 muestras se procedió a elaborar los ensayos de contenido de humedad, granulometría por lavado y Límites de Atterberg. Después de realizados los ensayos, se determinó que la Cantera Número 01 (sin nombre) fue con la que se elaboraron las muestras. Después de realizar 20 ensayos de compactación Proctor con muestras de la Cantera 01, se estableció el contenido de humedad óptimo para cada porcentaje de adición al adobe. Con la ayuda de máquina CINVA RAM, se elaboró los 92 adobes expuestos en la muestra que serán ensayados después de 28 días para determinar su resistencia a la compresión, a la flexión y absorción de agua. Todos los adobes mejorados con adición de viruta y *cortaderia* cumplen con la hipótesis planteada, donde mejoran su esfuerzo en un mínimo de 15% con respecto a la resistencia a la compresión; sin embargo, en los ensayos de resistencia a la flexión, ninguno de los porcentajes de adición cumple con la hipótesis de mejora mínima del 15%, demostrando incluso que los adobes mejorados con 0.75% de viruta de pino y 0.50% de *cortaderia selloana* decrecen su esfuerzo en un 7.36 y 13.33%, respectivamente. En el caso de la absorción de agua, todos los adobes se han deshecho casi totalmente después de pasar 24 horas sumergidos bajo el agua, por lo que no se ha podido concretar el ensayo. Se recomienda hacer investigaciones futuras sobre esta última propiedad de los adobes usando la resina de pino, una de las materias primas más abundantes del Predio.

PALABRAS CLAVE: adobe, resistencia, viruta, *cortaderia selloana*, compresión, flexión

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and materials C67. (2019). *Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile*. Estados Unidos: American Association State Highway and Transportation.
- Barrantes Cáceres, R. (2016). *Diseños de investigación en las ciencias sociales y de la salud*. Lima, Perú: Fondo Editorial UCSS.
- Benitez-Zapata, V. (2017). *Abode estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina)*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Chonlón, Á., & Mejía, N. (2023). *Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Agregando Viruta de Madera y Tusa de Maíz*. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán.
- Díaz, C., & Puyen, V. (2019). *Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro*. Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Escudero, A. I., & Ruiz, M. A. (2017). *Diseños de investigación en psicología y educación*. Madrid, España: Pirámide.
- Gaitán, G. P. (2021). *Influencia de la hoja de cortadera y su efecto en la resistencia a compresión del adobe en viviendas, provincia de Cajamarca, distrito de Baños del Inca 2021*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- García Gómez, I. (2017). *Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales*. Oaxaca, México: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- García, I., Alavéz, R., & Morales, V. J. (2021). *Resina de pino como aglutinante sostenible para el refuerzo del adobe*. Oaxaca, México: Universidad & Ciencia Vol.10.

- Glazier, J. D. (2016). *Structured observation: How it works*. Wisconsin, Estados Unidos: College & Research Libraries News.
- González-Sánchez, B., Sandoval-Castro, K., Navarro-Ezquerria, A., Ramírez-Casas, J., Sánchez-Calvillo, A., Alonso-Guzmán, E. M., & Navarro-Mendoza, E. G. (2022). *Development and intervention proposal with earthen refurbishments with vegetal origin gel (VOG) for the preservation of traditional adobe buildings*. España y México: Heritage.
- Guía Verde - Green Media for Smart Business. (2023). *Cortaderia selloana*. Retrieved from Cortaderia selloana: <https://www.guiaverde.com/guia-de-plantas/cortaderia-selloana-473/>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (3.^a ed.). Ciudad de Mexico, Mexico: McGraw-Hill Education.
- Hurtado, O. (2018). *Características físicas y mecánicas de unidades de adobe con hojas de pino y aserrín en el distrito de Súcota, Cajamarca*. Chiclayo, Perú: Universidad César Vallejo.
- Mantilla, J. (2018). *Variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Marotti de Mello, A., & Wood Jr., T. (2019). What is applied research anyway? Sao Paulo, Brasil: *Revista de Gestão*, 26(4).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. *Diario Oficial del Bicentenario "El Popular"*, 1-24.

Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la Lengua Española*. Retrieved from

Resina: <https://dle.rae.es/resina>

Real Academia Española. (2023). *Pino*. Retrieved from Pino:

<https://dle.rae.es/pino?m=form>

Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. La Habana, Cuba: Revista EAN.

Sanz, J. (2017). *Mecánica de suelos*. Barcelona, España: Técnicos Asociados S.A.

Valderrama, C., & Velásquez, J. (2022). *Influencia del tamaño y porcentaje de viruta de pino en las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado, Trujillo*.

Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo.

Wikipedia Enciclopedia. (2023). *Viruta*. Retrieved from Viruta:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Viruta#:~:text=La%20viruta%20es%20un%20fragmento,perforaci%C3%B3n%2C%20sobre%20madera%20o%20metales>.