



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento físico y mecánico del adobe
incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.

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

AUTORA:

Peralta Gonzales, Carmen Patricia (ORCID:0000-0002-3869-0284)

ASESOR:

Mgr. Díaz Huiza, Luis Humberto (ORCID:0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

ATE-PERÚ

2021

DEDICATORIA

A todas las personas interesadas en las construcciones con materiales convencionales, quienes con su esfuerzo hacen de la ingeniería soluciones a diversas necesidades de vivienda rural, fomentando el desarrollo a nivel local y nacional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida. En segundo lugar, a mi asesor por su constante colaboración en el desarrollo de la presente investigación. Por último, a mis padres y hermanos por su incondicional apoyo lograron guiarme para la vida en un entorno sencillo e interesante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA.....	38
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	38
3.2 Variables y operacionalización	40
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	42
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
3.5 Procedimientos	44
3.6 Métodos de análisis de datos.....	61
3.7 Aspectos éticos.....	61
IV. RESULTADOS.....	62
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	78
VII. RECOMENDACIONES.....	80
VIII. REFERENCIAS.....	81
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición química de la cáscara de tuna</i>	26
Tabla 2. <i>Codificación de suelos finos y gruesos SUCS</i>	30
Tabla 3. <i>Clasificación de suelos método AASTHO</i>	32
Tabla 4. <i>Limites de granulometría del agregado fino</i>	34
Tabla 5. <i>Limites de granulometría del agregado grueso</i>	34
Tabla 6. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	41
Tabla 7. <i>Determinación de muestras en base a ensayos de laboratorio</i>	42
Tabla 8. <i>Dosificación de mezcla con y sin tratamiento</i>	43
Tabla 9. <i>Proporción de materiales en mezclas con y sin tratamiento</i>	51
Tabla 10. <i>Análisis granulométrico de agregado reciclados</i>	62
Tabla 11. <i>Dosificación de materiales en función a la degradación de suelo</i>	63
Tabla 12. <i>Prueba de cinta de barro en los estratos de la cantera Alintuyo</i>	64
Tabla 13. <i>Prueba de resistencia seca en los estratos de la cantera Alintuyo</i>	65
Tabla 14. <i>Prueba de la botella en los estratos de la cantera Alintuyo</i>	65
Tabla 15. <i>Resultados de estudio de suelo</i>	66
Tabla 16. <i>Composición de suelo por estrato</i>	66
Tabla 17. <i>Resistencia a compresión en unidades de adobe (Kg/cm²)</i>	67
Tabla 18. <i>Resistencia a flexión en unidades de adobe (kg/cm²)</i>	70
Tabla 19. <i>Absorción de agua en adobes con y sin tratamiento</i>	73

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Residuos de demolición	22
<i>Figura 2.</i> Producción de agregado reciclado (ACI-555, 2002)	23
<i>Figura 3.</i> Cáscara y pulpa de la tuna proveniente del opuntia ficus-indica	25
<i>Figura 4.</i> Prueba de cinta de barro	26
<i>Figura 5.</i> Prueba de presencia de arcilla	27
<i>Figura 6.</i> Prueba de sedimentación del suelo	27
<i>Figura 7.</i> Carta de plasticidad	31
<i>Figura 8.</i> Diseño experimental puro	39
<i>Figura 9.</i> Ubicación satelital cantera de suelo	45
<i>Figura 10.</i> Exploración de suelo y toma de muestras	45
<i>Figura 11.</i> Resultado de prueba de cinta de barro	46
<i>Figura 12.</i> Resultado de prueba de presencia de arcilla	46
<i>Figura 13.</i> Selección de agregado reciclado	47
<i>Figura 14.</i> Obtención del mucilago de tuna	48
<i>Figura 15.</i> Elaboración de muestras de adobe	50
<i>Figura 16.</i> Pesado de muestras de suelo	52
<i>Figura 17.</i> Lavado de muestras de suelo.....	54
<i>Figura 18.</i> Granulometría en muestra de suelo	55
<i>Figura 19.</i> Copa de casagrande con muestra de suelo.....	56
<i>Figura 20.</i> Limite plástico en muestra de suelo	57
<i>Figura 21.</i> Granulometría del agregado reciclado	58
<i>Figura 22.</i> Ensayo de resistencia a compresión	59
<i>Figura 23.</i> Ensayo de resistencia a flexión	60
<i>Figura 24.</i> Ensayo de absorción de agua.	60
<i>Figura 25.</i> Curva granulométrica del agregado reciclado	63
<i>Figura 26.</i> Curva granulométrica de suelo.....	67
<i>Figura 27.</i> Resistencia a compresión en mezclas con tratamiento.....	68
<i>Figura 28.</i> Comportamiento mecánico: Resistencia a compresión.....	69
<i>Figura 29.</i> Resistencia a flexión en mezclas con tratamiento	71
<i>Figura 30.</i> Comportamiento mecánico: Resistencia a flexión	72

RESUMEN

Las construcciones de tierra albergan a un segmento muy importante de la población mundial, y en lugares alejados como en el sur del Perú, muchas de las viviendas de adobe son vulnerables por su baja resistencia a los cambios climáticos que son cada vez más adversas, acelerando el desgaste o deterioro. En esa línea, la investigación analiza el comportamiento físico y mecánico en unidades de adobe mediante el uso de agregado reciclado y mucilago de tuna obtenido de fuentes locales. Asimismo, a través del diseño experimental puro, establece dosificaciones de mezclas previa a la caracterización de suelo mediante clasificación SUSC y selección de materiales. Por otro lado, se realizaron ensayos de resistencia a compresión, flexión, y absorción de agua, de tal forma que los especímenes para ensayo recibieron un tratamiento con los parámetros normativos de la E080 y aquellas contempladas en la norma técnica peruana respecto a los agregados y absorción de agua.

Los resultados de esta investigación determinaron una mejora en el comportamiento mecánico; en los ensayos de resistencia a compresión y flexión, incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en unidades de adobe. En ambos ensayos lograron superar los parámetros establecidos en la norma E0.80 respecto a las resistencias de compresión y flexión en 10.2 kg/cm² y 0.81 kg/cm² respectivamente; en relación al comportamiento físico, los resultados demuestran la baja resistencia de adobes en crudo, al perder su forma y no resistir durante 24 horas en agua. Sin embargo, se superó la prueba en adobes cocidos, manteniendo su forma después de 24 horas sumergidas en agua, asimismo los especímenes sin tratamiento presentaron menor saturación frente a los especímenes con tratamiento. En consecuencia, se recomienda estudiar a detalle las reacciones de mezcla que genera el mucilago de tuna en el agregado reciclado, siendo esta la explicación aun no investigada, la que podría manifestar el porqué; de la saturación mayor en especímenes con tratamiento.

Palabras clave: Análisis, comportamiento, físico, mecánico, adobe.

ABSTRACT

Earthen constructions are home to a very important segment of the world population, and in remote places such as southern Peru, many of the adobe houses are vulnerable due to their low resistance to climate changes that are increasingly adverse, accelerating wear or tear. Along these lines, the research analyzes the physical and mechanical behavior of adobe units through the use of recycled aggregate and prickly pear mucilage obtained from local sources. Likewise, through the pure experimental design, it establishes dosages of mixtures prior to the characterization of the soil by means of SUSC classification and selection of materials. On the other hand, tests of resistance to compression, bending, and water absorption were carried out, in such a way that the test specimens received a treatment with the normative parameters of E080 and those contemplated in the Peruvian technical standard regarding aggregates and water absorption.

The results of this research determined an improvement in mechanical behavior; in compression and flexural strength tests, incorporating recycled aggregate and prickly pear mucilage in adobe units. In both tests they managed to exceed the parameters established in the E0.80 standard with respect to compression and flexural strengths in 10.2 kg / cm² and 0.81 kg / cm² respectively; In relation to physical behavior, the results show the low resistance of adobes in crude oil, as they lose their shape and do not resist for 24 hours in water. However, the test was passed in cooked adobes, maintaining its shape after 24 hours submerged in water. Likewise, the untreated specimens showed less saturation compared to the treated specimens. Consequently, it is recommended to study in detail the mixing reactions that the prickly pear mucilage generates in the recycled aggregate, this being the explanation not yet investigated, which could show why; higher saturation in treated specimens.

Keywords: Analysis, behavior, physical, mechanical, adobe.

I. INTRODUCCIÓN

Diversas civilizaciones a lo largo del tiempo emplearon la tierra como material predominante en la construcción de casas, tumbas, fortalezas, palacios, ciudades con pequeñas casas de adobe que albergaban a personas, siendo una de ellas Catalhoyuk ubicada en la península de Antioquia-Turquía, reconocida por la UNESCO como patrimonio de la humanidad. No siendo ajeno al reconocimiento de una obra de adobe de mayor trascendencia, el Chan construido por los chimus se encuentra en el Perú y es considerada como la más grande de América y segunda a nivel mundial. Por su importancia del adobe en las construcciones convencionales, más del 30% de la población a nivel mundial vive en construcción de tierra, cifra reflejada a nivel nacional en más de dos millones de viviendas con paredes exteriores de adobe o tapia, y a nivel del departamento de Puno la proporción de viviendas con las características anteriores representa el 59.85% (INEI, 2017) encontrándose gran parte en el sur de la sierra, en localidades por encima de los 3500 m.s.n.m. donde las temperaturas en casos extremos descienden hasta $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el invierno (SENAMHI, 2021), y las condiciones climáticas son cada vez más adversas acelerando el desgaste o deterioro en las construcción de adobe.

No obstante, para Sherin, H. (2014) el uso del material tierra representa una alternativa sostenible para la construcción. Sin duda los bloques fabricados de tierra presentan menor contaminación en comparación al concreto; a pesar de ser frágil y de baja resistencia, posee ciertas ventajas en el comportamiento térmico y acústico frente a otros materiales de construcción industrial. Por otro lado, es accesible y fácil de utilizar en las construcciones de tierra.

El material tierra al ser frágil presenta diversos problemas desde la composición de la tierra, estabilidad, técnicas de elaboración que influyen en la resistencia frente a los cambios climáticos o ante cualquier movimiento sísmico, siendo la resistencia la fuerza mecánica que determina la capacidad de soporte. Al respecto: “La durabilidad del adobe es muy limitada por la intervención de los

agentes externos como lluvias, vientos y sismos, además de la composición de los suelos, su interacción con agua reduce la resistencia mecánica y culmina en su desintegración” (Benites, 2017, p.11).

Muchas de las investigaciones de tierra están orientadas a la estabilización del adobe, considerando diversos materiales; entre ellas están el asfalto, cemento, cal y otras de procedencia vegetal a fin de mejorar la resistencia mecánica y física, algunas investigaciones como: Benzerara y otros (2021) aborda sobre el refuerzo de la tierra cruda mediante fibras naturales de origen Argelia; Ramírez (2016) propone el uso de biopolímeros (quitosana y carragenina) extraídos de forma natural, con la finalidad de modificar las características físicas y mecánicas en las construcciones de adobe; desde otra perspectiva Sherin, *et al* (2014) sostiene que el uso de tierra es una alternativa para construcciones sostenibles que contribuyen al medio ambiente, en la medida que eviten la sobre explotación de los recursos desde la extracción de materiales en cantera, fabricación y construcción. En consecuencia, se tiene una base científica muy enriquecida, la cual nos permitirá conocer la composición de la tierra, desde la extracción en cantera para determinar las características que posee, de tal forma que nos conducirá a examinar el comportamiento del adobe.

Por otro lado, los agregados reciclados provenientes de las demoliciones de concreto representan una alternativa que podría reemplazar a los agregados naturales, dependiendo de la característica que la compone, y el uso a ser destinado, este recurso no es tratado en muchos lugares del departamento de Puno, y es de fácil acceso, además existe toda una normativa de reaprovechamiento que la respalda. Asimismo, según la cámara de comercio de construcción de Lima se construye anualmente 23,000.00 viviendas y su contaminación resulta mayor que otros sectores desde la extracción de recursos en canteras, fabricación de materiales y agregados que consumen gran cantidad de energía afectando el medio y su entorno. De tal manera que los impactos generados como; la emisión de sustancias tóxicas hasta el vertimiento de aguas afecta los suelos y aguas subterráneas.

Existe muchas posibilidades de mejorar las características de la tierra en la preparación de mezcla, para Gernot (2005) en muros de tierra apisonado son efectivos los suelos húmedo sueltos con baja contenido de arcilla y alto contenido de arena, asimismo terrones con alto contenido de arcilla no pueden utilizarse como material de construcción salvo que se reduzca el contenido de arcilla, disolviendo parte de los terrones en agua, posteriormente el contenido de agua debe rebajarse agregando arena a la mezcla. De hecho, existen muchas otras técnicas que podrían modificar la composición de la tierra y por ende mejorar la resistencia mecánica, lo más importante se cuenta con una serie de materiales de origen vegetal, animal, mineral hasta material reciclable como alternativa para modificar la composición del suelo. Por lo tanto, esta investigación pretende mejorar el comportamiento físico y mecánico del adobe mediante el uso de agregado reciclado y mucilago de tuna, materiales obtenidos de fuentes locales, puesto que existe la necesidad de mejorar la resistencia del adobe frente a los cambios bruscos que producen el medio ambiente.

Formulación del problema

Del análisis abordado se plantea las interrogantes:

- ¿En qué medida mejora el comportamiento físico mecánico del adobe al incorporar agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?
- ¿Cuáles son las características del suelo para el estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?
- ¿Cuál es el comportamiento mecánico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?
- ¿Cuál es el comportamiento físico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?

Justificación del estudio

A nivel del departamento de Puno, el 59.85% de las viviendas tienen las paredes de adobe (INEI, 2017), y según su evaluación más de 20 mil de casas tienen una antigüedad de más 100 años, por lo que es evidente el daño o deterioro que podría estar afectando estas construcciones, Si bien es cierto lo vulnerable que son estas construcciones, es de entender que la población tiende a valorar las casas de adobe, ya sea por sus ventajas que tiene la tierra como material, o por el bajo costo que representa.

Justificación Teórica

El material tierra, es un elemento muy importante en las construcciones convencionales de adobe, su composición está en función a la zona donde se encuentran. Gernot, et al (2005), manifiesta que es posible reducir o modificar las características del material tierra, y de esta manera dar el uso adecuado en la construcción. En tal sentido la tesis contribuye a mejorar la resistencia mecánica en unidades de adobe mediante la incorporación de agregado reciclado y mucilago de tuna, el proceso en que se rige esta investigación se enmarca en la base teórica, y los lineamientos del reglamento nacional de edificaciones (E-0.80).

Justificación Social

El fin de esta investigación es contribuir en las construcciones de adobes, a través de los materiales obtenidos de fuentes locales, la cual representa una alternativa de aporte en las instituciones como el Ministerio de vivienda construcción y saneamiento a través del programa de vivienda rural, asimismo otras instituciones como Ministerio de ambiente a través de los gobiernos puedan fortalecer la gestión ambiental mediante el manejo adecuado de los residuos de construcción.

Justificación Metodológica.

El estudio asumirá una investigación a nivel experimental, basada en el método de análisis analítico y deductivo, de corte transversal.

Justificación Económica

Los materiales de fuentes locales son accesibles y económicos, pueden ser usados como una alternativa en las construcciones de tierra, por sus características e importancia en el reaprovechamiento representa una vía hacia una económica sostenible con responsabilidad. Por tanto, representa una opción socialmente aceptable para una población que habita en viviendas de material convencional.

Formulación de objetivos.

Se espera:

- Establecer dosificaciones de agregado reciclado y mucilago de tuna que permitan mejorar el comportamiento físico mecánico del adobe en Puno 2021

A través de los objetivos:

- Determinar las características del suelo para el estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.
- Analizar el comportamiento mecánico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.
- Analizar el comportamiento físico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.

Formulación Hipótesis

Se espera contrastar las hipótesis siguientes:

- Las dosificaciones establecidas de agregado reciclado y mucilago de tuna permiten mejorar el comportamiento físico mecánico del adobe en Puno 2021.
- Las características del suelo son determinantes para el estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.
- Es significativo el comportamiento mecánico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.
- Es significativo el comportamiento físico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Internacionales

Benzerara, M. *et al*, (2021), en su artículo “*Efecto combinado y sinérgico de fibras naturales argelinas y biopolímeros sobre el refuerzo de tierra cruda extruida*”, estudia el diseño de bloques de tierra con la adición de fibras naturales, a través de las pruebas de microscopia y extracción de fibras determinan las propiedades mecánicas de comprensión y ductibilidad. Establece dosificaciones de fibras de disolución de 5 mm a 15 mm en una proporción de 1,5% y 3% y un estabilizador de goma xantana HPM en una dosis de 1% a 2% de la masa de tierra seca. Los resultados determinan que al adicionar fibra sola la resistencia a comprensión de la tierra disminuye en comparación con la muestra reforzada. Asimismo, concluye que las fibras de disolución tienen mejor refuerzo ante las fibras naturales al crear un efecto sinérgico, de tal forma que el comportamiento mecánico mejora enormemente. Por tanto, resulta mayor la resistencia a la compresión, tracción y presenta mejores propiedades dúctiles.

Vásquez, A., Botero, L. & Carvajal, D., (2015), en su investigación “*Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional*”. Propone la fabricación de bloques de tierra comprimida reemplazando el agregado convencional por los agregados provenientes de los residuos de construcción y demolición (RCD), desarrolla ensayos de resistencia a la compresión, pruebas de capilaridad y abrasión sujetas a los parámetros que exige la norma colombiana. De todo este estudio se desprende que el bloque convencional con una composición de tierra del 35%, cemento 5%, arena 60% alcanza una resistencia a compresión de 3.52 Mpa; mientras que el bloque tratado logra una resistencia de 5.74% con el 70% de residuos de construcción y demolición, 25% de tierra, 5% de cemento. Asimismo, los bloques convencionales presentan un coeficiente capilar inferior entre 20 y 40, en comparación de los bloques tratados. Por último, todos los bloques alcanzan una resistencia a la abrasión mayor de 2 cm²/g, reflejándose que a mayor

porcentaje de adición de agregado mayor coeficiente de abrasión. En consecuencia, los bloques en tierra con adición de residuos de construcción y demolición resultaron con mejores propiedades mecánicas que los bloques con agregado convencional. Por tanto, cumplen con las especificaciones físicas y mecánicas establecidas en la norma colombiana, de tal forma que puede ser empleado para bloques de suelo cemento en la construcción.

López, A. (2018), en su investigación "*Desarrollo de un nuevo bloque de tierra mejorada con la incorporación de aditivos de compuestos orgánicos*". Determina las propiedades mecánicas de los bloques de tierra mediante la incorporación de gel de origen vegetal, con la aplicación de procedimientos estrictamente sostenible y completamente ecológico. En primera instancia procede a la caracterización de los materiales, luego diseña ensayos de resistencia mecánica, envejecimiento artificial y comportamiento frente al agua.

Los resultados de esta investigación señalan que las muestras elaboradas con gel de origen vegetal (GOV), obtuvieron resistencia mecánica superior al blanco de referencia, en el caso de resistencia a compresión la media en promedio alcanza en 7,34 N/mm², mejorando en 134% y la resistencia a flexión con una media en promedio de 3,88 N/mm², mejorando en 300% respecto al blanco de referencia. La mejor muestra en el ensayo a compresión y flexión es la muestra M1+22%, compuesta de 100% de tierra y 22% de GOV, con un tiempo macerado de 15 hasta 28 días. Por tanto, el autor demostró que el GEV mejora la resistencia de la tierra, con una resistencia a compresión superiores a las técnicas constructivas estudiadas hasta hoy en día como bloque de tierra no comprimida, y además está ubicado dentro de los altos estándares de resistencia como bloque de tierra.

2.2 Antecedentes Nacionales.

Ramírez, *et al* (2016), en su tesis para optar el grado de magister “*Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales*”. Plantea el estudio de las propiedades de resistencia al agua y comportamiento mecánico, empleando biopolímeros naturales, con el que pretende modificar las propiedades de suelo. Previo a los ensayos de permeabilidad, realizó una caracterización mecánica del suelo para luego determinar los efectos de los polímeros en la resistencia mecánica.

Los resultados de mecánica de suelo determinan el tipo de suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelo ASTM, 2011. Posterior, evalúa la propiedad física mediante el ensayo de permeabilidad, considerando especímenes con recubrimiento de polímetro natural en una concentración de 0.5%, 1% y 3%; cabe indicar con una concentración del 0.5% es posible proveer resistencia a la erosión del agua, con una concentración ligeramente mayor al 1% la protección es adecuada, y con el 3% de concentración presenta un incremento promedio de 85%. Referente al comportamiento mecánico mediante ensayo de flexión y tensión, ambas pruebas presentan un incremento promedio de 80% y 60% respectivamente. En consecuencias la incorporación de polímeros contribuye en la mejora de las construcciones de tierra, de tal manera que fue posible mejorar características mecánicas y por ende mejora el comportamiento de tierra en presencia del agua.

Sernaqué, S (2020), en su investigación “*Elaboración de bloque de tierra comprimida (BTC) con adición de residuos de demolición (RCD) como material de construcción sostenible en la ciudad de Piura 2020*”, propone un bloque de tierra comprimido con la adición de residuos de construcción y demolición. Para ello establece una caracterización de suelo, dosificación óptima de materiales, porcentaje de RCD en remplazo del agregado tradicional, ensayos y pruebas de resistencia mecánico y física, por último, compara el costo beneficio del BTC con y sin tratamiento.

Establece una metodología basada en un diseño experimental, en la que desarrolla ensayos de mecánica de suelos alineados a la normatividad E.070 de albañilería, E=080 diseño y construcción con tierra reforzada. Los resultados en mecánica de suelos, según el sistema unificado de clasificación de suelo, corresponde al tipo de suelo limo arcilloso de poca plasticidad (ML), y según AASTHO el suelo de tipo A-7-6 (15) corresponde a un suelo arcilloso. Por tanto, el autor incorpora arena para mejorar su granulometría y logra estabilizar la relación suelo-cemento. Asimismo, sostiene que la dosificación compuesta por 20% de suelo, 65% de arena y 15% de cemento en (BTC1) tiene una resistencia a compresión de 40 kg/cm², y los BTC+RCD1 alcanza una resistencia de 52 kg/cm². Por último, el ensayo a absorción por un tiempo de 24 horas, indica que los BTC con residuos de construcción y demolición presentan menor porcentaje de absorción de agua frente a los BTC, del mismo modo sucede con los costos unitarios.

Diaz, J.(2018), en su trabajo de investigación "*Propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca, Cajamarca 2018*", Determina las propiedades mecánicas y absorción de agua; a través de la caracterización del suelo y tratamiento natural de polímero, a nivel de laboratorio realiza ensayos de resistencia axial, flexión y absorción de agua. Para alcanzar estos objetivos desarrolla un diseño experimental, donde establece métodos para las dosificaciones de polímeros tanto para la muestra patrón y aquellas tratadas.

En los resultados, la muestra patrón supera en valor mínimo que exige la norma E.080, mientras que los bloques con el 5%, 6% y 7% de aditivo superan la muestra en un 62.64% respecto a la muestra patrón; de la misma forma la resistencia a flexión con el 5% de aditivo aumenta en un 24.73 %, con el 6% aumenta en 44.46% y con el 7% de aditivo aumenta solo en un 3.78 %. Respecto a la absorción del agua los resultados demuestran la baja resistencia de los adobes patrón sin ninguna adición el cual no resisten 24 horas sumergidas, sin embargo, los resultados obtenidos de los adobes compactados con porcentajes de 5%, 6% y 7% si logra resistir 24 horas sumergidos en agua. En consecuencia, se evidencia que el polímero natural de penca ayuda a mejorar las propiedades mecánicas y

absorción del adobe, cumpliendo con los datos que se presenta en la norma E.080 que son de 10.2 kg/cm² y 0.81 kg/cm² de resistencia a compresión y flexión respectivamente.

2.3 Teorías relacionadas al tema.

2.3.1 Tierra.

Gernot, et al (2005), después de haber investigado la tierra como material de construcción, considera que la tierra es la mezcla de arcilla, limo, arena fina; asimismo cuando el bloque de tierra arcillosa hechos a mano emplea el termino de bloque de barro o adobe. Por otro lado, la tierra forma parte de los materiales de construcción bastante accesible, de bajo costo, además los procesos de construcción son sencillos, su composición depende del lugar de extracción, en canteras cercanas a ríos es muy probable que encontraremos tierra con bastantes limos, mientras que en los cerros las tierras están compuestas en mayor proporción por arcilla. En consecuencia, las partículas de arcilla, limo y arena, son clasificados según su tamaño y categorizados para un determinado uso. Gernot, define las partículas según su tamaño:

En ingeniería las partículas se definen dependiendo de su diámetro; partículas con diámetros menores a 0.002 mm se denomina arcilla, entre 0.002 y 0.06 mm limo, y entre 0.06 y 2 mm arena. Las partículas de arcilla están compuestas por diferentes minerales arcilloso, que tiene la capacidad de pegar las partículas mayores en la tierra, mientras que los limos y arena actúan de relleno sin fuerza. (2005, p.23).

Por sus propiedades que posee este material, ofrece ventajas en almacenar calor, por lo que regula la humedad y ofrece un ambiente térmico, favorable a climas bajos como en el caso de Puno y otras regiones del Perú.

2.3.2 Adobe

El adobe es considerado como bloque macizo de tierra sin cocer, en algunos casos contiene paja u otro material que mejore su estabilidad frente a los agentes externos (MVCS, 2010). Desde la época de la colonia y comienzos de la vida republicana el adobe fue mejorando su estabilidad con la adición de estiércol de ganado, paja cortada, grava, debido a los daños significativos causados por las lluvias y heladas que afectaron gran parte de las construcciones de adobe: Por otro lado, Morales y otros (1993) manifiesta que las construcciones recientes han causado números pérdidas de vidas al no ofrecer una seguridad en los movimientos sísmicos. En consecuencia, las construcciones de adobe han dejado de lado las técnicas tradicionales, así como la utilización de materiales de origen animal y vegetal que ayudan a la estabilidad y resistencia del adobe, de hecho, se utiliza en forma empírica y sin asistencia técnica. En ese sentido Morales y otros, sostienen:

Las principales fallas en el adobe se dan por la mala calidad del adobe, en lo que se refiere a la materia prima utilizada y las técnicas de producción, mano de obra deficiente y otras fallas en relación a la altura inadecuada del adobe. (1993, p.40).

El programa nacional de vivienda rural del Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, considera al adobe como el material de mayor importancia, siendo requisito indispensable para la ejecución de viviendas rurales en zonas altoandinas y de la amazonia del Perú, en respuesta al plan multisectorial ante heladas y friaje que busca cerrar el 100% de las brechas prioritarias en viviendas, escuelas, cobertizos y otros. En ese fin el programa de vivienda rural pone mayor énfasis en la elaboración del adobe previa a su ejecución, utiliza la técnica del reposo húmedo de la tierra.

Las adoberas que el programa nacional de vivienda rural recomienda tienen una dimensión de 40 cm x 40 cm x 8 cm, asimismo en la preparación del barro incorpora paja y pasa por un promedio de 2 días de adormecimiento, a fin de mejorar la adherencia entre los materiales y evitar las rajaduras.

En el moldeado; simultáneamente humedece el molde y acomoda porciones de barro en el molde, con el uso de una regla de madera nivela la mezcla a ras de la superficie de la adobera y posterior pasa al desmolde en terreno preparado y protegido del sol, el tiempo de secado es de 24 a 48 horas. Por último, después de 3 ó 5 días se colocará el adobe en canto para completar su secado por un mes.

Otras técnicas de perfeccionamiento en la composición de adobes es la adición de elementos orgánicos e inorgánicos como las que sostiene Costi de Castrillo y otros (2021), quienes investigan la reproducción de adobes tradicionales, utilizando paja o aserrín, enfocándose principalmente en el efecto del tipo y cantidad de fibra. mediante métodos físico y químico buscan mejorar las propiedades mecánicas y comportamiento ante acciones externas, principalmente el intemperismo al que se encuentran sometidas estas estructuras en su gran mayoría.

2.3.3 Agregado reciclado

Material obtenido a partir de los residuos de construcción y demolición, el cual debe cumplir granulométricamente lo indicado en la norma NTP 400.012 (Urbina, 2019, p 11). En material ambiental, el Ministerio de vivienda a través del D.S. N° 003-2013-Vivienda y en cumplimiento a la Ley N° 27314, establece que los residuos sólidos de construcción y demolición son generados en actividades y procesos de construcción, remodelación, demolición, rehabilitación de edificaciones de infraestructura. En tal sentido, los agregados reciclados provenientes del reciclaje del concreto simple, y otros por demolición forman parte de los residuos de construcción y demolición, de tal forma que se puedan usar como agregados en la fabricación de nuevos concretos, como material de relleno portante y otros que no contravengan la normativa vigente, en concordancia con la Norma técnica peruana (MVCS, 2013).

La NTP 400.050, clasifica los residuos de la actividad construcción en excedente de remoción, excedente de obra, escombros, otros residuos, a su vez los

escombros por su origen se sub dividen en concreto de demolición, mezclas asfálticas de demolición, material no bituminoso de demolición de carreteras y material de demolición no clasificado. En la figura 1, se puede observar que los residuos de la actividad de demolición, contienen fracciones de concreto, ladrillo, mortero, las cuales deben ser tratadas para obtener materiales secundarios con el fin de minimizar pérdida de calidad del material por reciclaje.



Figura 1. Residuos de demolición

Sabai, & Rugudagiza (2018), manifiesta que los desechos de construcción y demolición, representan un gran potencial para ser reutilizados en materiales de construcción. En tanto la producción de estos materiales reciclables amerita un plan de gestión en el manejo de residuos de construcción y demolición en el marco de una política ambiental, minimizando y evitando el manejo de residuos peligrosos. Al respecto Xianggang, Shuren,& Xiang sostienen que “las nuevas tecnologías facilitan el reciclaje, trituración, lavado, clasificado de agregados reciclados, y de esta manera forman parte en la mezcla de concreto reciclado con una cierta proporción y clasificación” (2018, p.20).

El comité del (ACI-555, 2002) sugiere el siguiente procedimiento:

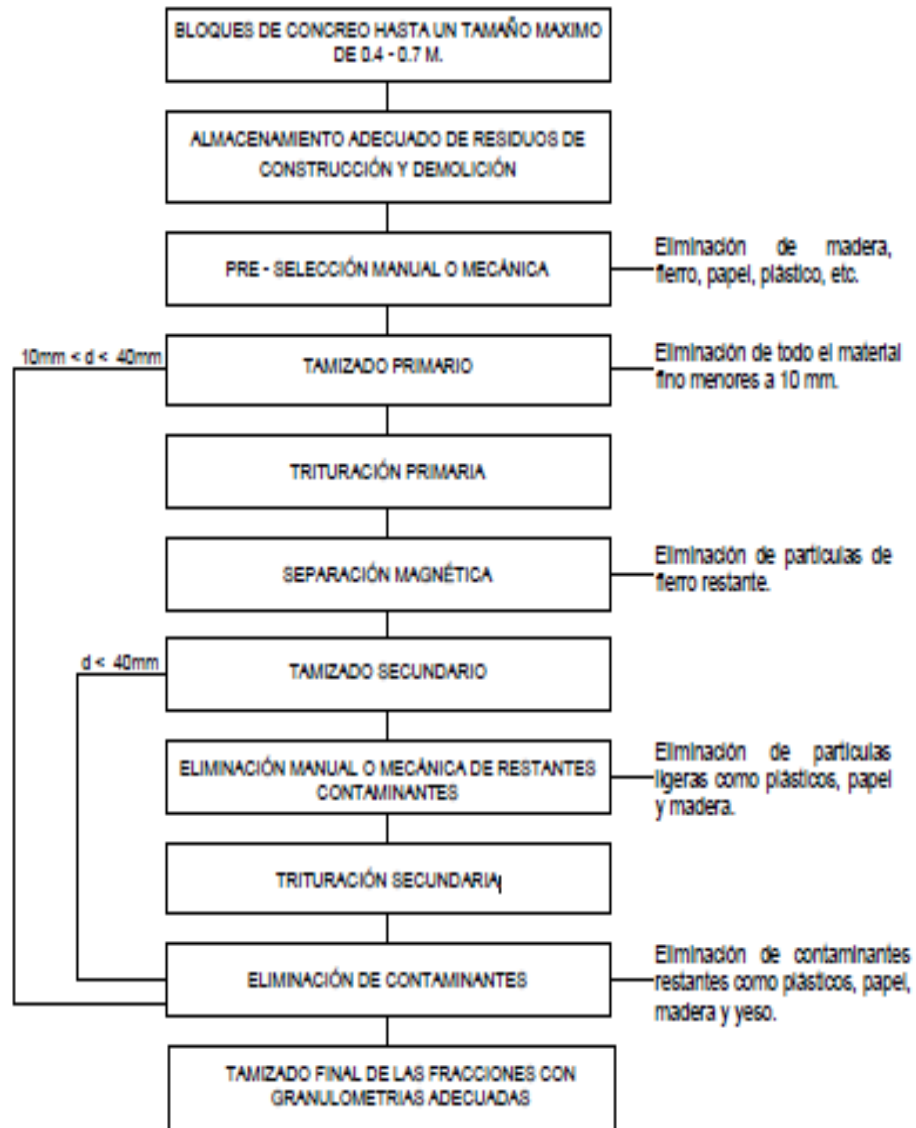


Figura 2. Producción de agregado reciclado (ACI-555, 2002)

La producción de agregado reciclado como se observa en la figura 2; empieza cuando el material reciclado es llevado a planta para su almacenamiento, luego pasa por una preselección manual o mecánica, donde elimina residuos contaminantes como cartones, fierros, papel o plástico, en esta fase los bloques se reducen con la ayuda de un martillo eléctrico hasta conseguir un tamaño de 80 mm; seguida se realiza un pre zarandeado utilizando una malla normal de 10 mm, una vez hecho el zarandeo pasa por el triturado primario, luego el separador

magnético separa los elementos metálicos que puedan haber quedado con el concreto, y finalmente pasa por la trituración secundaria, reduciendo el tamaño hasta obtener la granulometría adecuada, apto para ser transportado al lugar de obra y emplearlo para la fabricación de concreto, previo análisis de sus propiedades.

En relación al uso del agregado reciclado, es de necesidad conocer algunas propiedades para determinar su comportamiento: Por su lado Conde (2018) señala que los agregados reciclados provenientes del concreto simple tiene una resistencia menor frente a los agregados naturales, debido al desgaste en el proceso de trituración y la gran variedad de tamaño. El estudio de McNeil, & Kang, (2013) demuestra que la densidad de los agregados del concreto reciclado en su condición saturado y superficialmente seco es aproximadamente un 7% - 9% menor que los agregados naturales. Otras consideraciones del agregado reciclado como Bazalar y Cadenillas (2019) recomiendan conocer el uso y fuente de obtención de los materiales reciclados provenientes de construcción y demolición, así mejorar sus propiedades físicas. Por ello, considera que los agregados reciclados proveniente de estructuras son directamente proporcionales a sus propiedades mecánicas. Además, Shirani, Akbari, & Panahi, (2020) señala que los agregados de concreto reciclado son utilizados como el nuevo agregado de concreto los cuales son generados a partir de los escombros de construcción, remodelación o demolición de edificios, puentes, carreteras entre otras estructuras.

En consecuencia, la densidad de los agregados reciclados retiene la capacidad de unión de las partículas pequeñas, por el desgaste en el proceso de trituración estas se mantienen sueltas, expansivas. Sin embargo, Bazalar et al (2019) a través de un proceso químico, los iones densos pueden activarse mediante humo de sílice o aditivos de ceniza volcánica (p,33).

2.3.4 Mucilago de tuna

El opuntia es una planta que contiene mucilago o goma y se adapta a condiciones de fuerte estrés ambiental, tiene la capacidad de resistir altas temperatura y periodos prolongados de sequía; el fruto de esta planta es la tuna, fruta comestible que se produce en cuatro colores verde, amarillo, anaranjado y rojo. Para Sáenz y otros (2006), el mucílago proveniente del opuntia es considerado como un hidrocoloide natural, similar a las gomas comerciales.



Figura 3. Cáscara y pulpa de la tuna proveniente del opuntia ficus-indica.

. Al respecto Jiménez sostiene:

Debido a su composición química la cascara de tuna contiene mucilago, esta sustancia pegajosa proporciona al cactus la capacidad natural de almacenar grandes cantidades de agua; por lo que, al ponerse en contacto con el agua, el mucílago se hincha, y presenta propiedades tensioactivas similares a diversas gomas naturales, dándole una habilidad para precipitar partículas y iones de soluciones acuosas. (2014, p.11).

Tabla 1. *Composición química de la cáscara de tuna*

Componentes	% en peso seco
Cenizas	11.5
Grasas y ceras	11.0
Lignina	2.4
Proteínas (Nx6.25)	8.6
Mucilago	4.1
Otros Polisacáridos	35.0
Celulosa	27.00

Fuente: Elaborado en base (Habibi, 2004)

Para Habibi (2004), en la composición química de la cáscara de tuna encontró en peso seco 4.1% de mucilago y 11.5% de cenizas. Asimismo, Granados (1991) reporta un contenido de cenizas en base húmeda para opunta ficus de 2,1% y para opuntia spp blanca II de 4,3%; también encontraron valores de 0,22% de calcio, hierro 0,027%, indicios de cobalto, cobre, fósforo, magnesio y sílice; proteínas de 1,07%.

2.3.5 Pruebas de campo

Las pruebas de campo son establecidas y recomendadas bajo norma, son los resultados de los primeros estudios o verificaciones en campo, previos a los estudios de laboratorio. Determina la textura del suelo, el color, la conformación de partículas en relación a la degradación de suelos. Todas estas características físicas y entre otras determinan el tipo de suelo que lo constituye.



Figura 4. Prueba de cinta de barro

La prueba de cinta de barro, consiste en realizar un cilindro de aproximadamente 12 mm de diámetro hasta forma una cinta de 4 mm de espesor, dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso; en el otro extremo, al cortarse a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2017).



Figura 5. Prueba de presencia de arcilla

Esta prueba consiste en elaborar seis bolitas de barro de 2 cm de diámetro, pasa por un secado de 48 horas. Por último, se presiona cada bolita con el dedo pulgar, basta que se rompa una de ellas, el suelo carece de arcilla y se sugiere buscar otra cantera; en el caso que no se rompa ninguna de las seis bolitas, la cantera puede ser utilizado como material de construcción (Norma E-080, 2017).



Figura 6. Prueba de sedimentación del suelo

La prueba de botella o sedimentación del suelo sirve para determinar la cantidad de grava, arena y finos que contiene un suelo. Se realiza en un recipiente transparente colocando una cantidad de tierra y agua, en el transcurso de 24 hora se podrá observar la estratificación del suelo (Norma E.080, 2006).

2.3. 6. Comportamiento físico y mecánico del adobe

El comportamiento mecánico para Pelleg (2016), se ocupa de los fenómenos relacionados con la estabilidad bajo fuerza, donde la deformación bajo fuerzas aplicadas y la fractura de material dependen de su estructura (p.1). Respecto al comportamiento físico según Izquierdo y Ramalho (2018), las propiedades físicas de la materia tienen características que al ser observadas pueden medirse así mismo, y no cambian a nuevas formas químicas, por ejemplo: densidad, viscosidad, absorción (p. 235).

Los ensayos de granulometría, peso específico, contenido de materia orgánica, contenido de humedad y límites de consistencia determinan el comportamiento físico y mecánico del adobe. Para ello es importante, conocer la degradación de suelo para controlar la humedad, y mejorar la resistencia a los esfuerzos a carga, Asimismo puedan soportar los cambios de los agentes externos como las lluvias, precipitaciones, heladas, vientos, granizos. En general, debe utilizarse la menor cantidad de agua para que logre activar la arcilla existente y alcanzar la máxima resistencia seca.

Análisis granulométrico de suelo. La granulometría determina la repartición de cantidad de partículas de suelo en distintos tamaños o partículas contabilizadas en porcentajes (Norma ASTM D422, 2005).

Contenido de humedad (w%). Establece la cantidad de agua que posee un suelo en su estado natural, está representada por la relación del peso del agua y peso seco (Norma ASTM D2216, 2005).

Características de plasticidad. En el año 1946 Atterberg estableció la clasificación de los suelos arcillosos en función al efecto de la humedad ejercida en la superficie. En ese orden define los límites de consistencia en seis tipos; límite de pegajosidad, límite superior de flujo viscoso, límite líquido, límite plástico, límite de cohesión y límite de contracción (Norma ASTM D4318, 2005).

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Divide a los suelos en dos grupos:

a) Suelos de partículas gruesas

Los suelos de grano grueso se subdividen en gravas (G) y arenas (S), las gravas contienen un porcentaje mayor de fracción gruesa que es retenida en el tamiz N° 4, y las arenas pasan por el tamiz N° 4. Tanto las gravas como las arenas se dividen en cuatro grupos secundarios; GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC respectivamente, según la cantidad, el tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica.

Tabla 2. Codificación de suelos finos y gruesos SUCS

		Descripción
SUELOS FINOS	CL	Arcillas de baja plasticidad
	ML	Limos de baja plasticidad.
	OL	Suelos orgánicos de baja plasticidad.
	CH	Arcillas de alta plasticidad.
	MH	Limos de alta plasticidad.
	OH	Suelos orgánicos de alta plasticidad.
SUELOS GRUESOS	GW	Gravas bien graduadas
	SW	Arenas bien graduadas
	GP	Gravas mal graduadas con cantidades reducidas de partículas finas
	SP	Arenas mal graduadas con cantidades reducidas de partículas finas
	GM	Gravas limosas
	GC	Gravas arcillosas
	SM	Arenas limosas
	SC	Arenas arcillosas

Fuente: Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS

b) Suelos de partículas pequeñas

Son aquellos suelos que pasan en más del 50% en el tamiz N° 200, para este método se utiliza la carta de plasticidad de Casagrande, la cual permite clasificar los tipos de suelo en arcilla y limos.

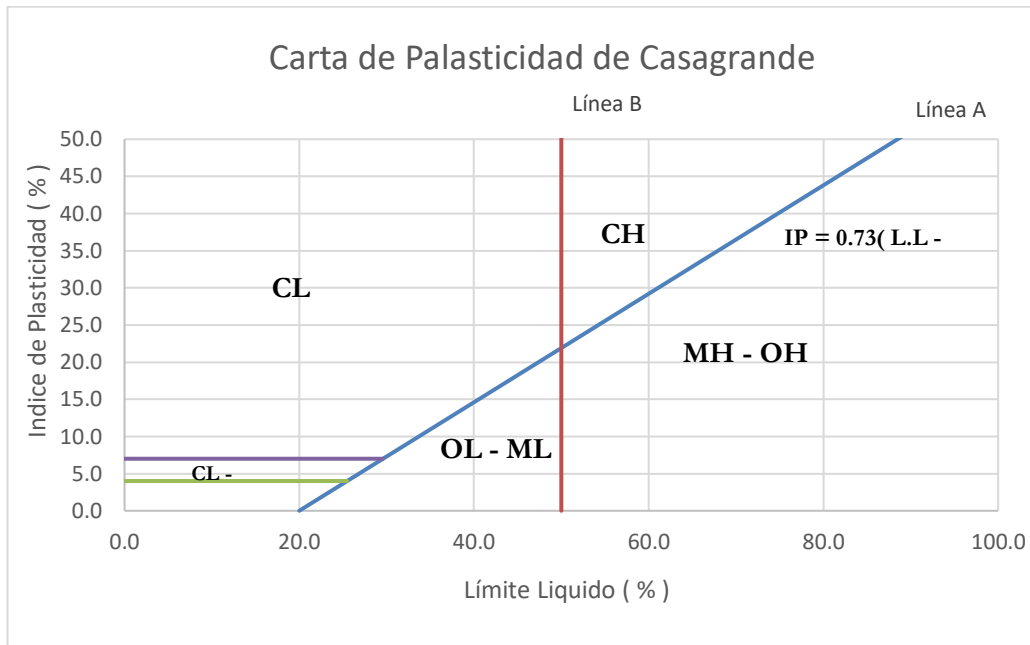


Figura 7. Carta de plasticidad

Características de la curva granulométría

La gráfica granulométría suele dibujarse en porcentajes como ordenada y los tamaños de las partículas como abscisas:

- Coeficiente de uniformidad (C_u)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad \text{Para gravas bien granuladas (GW)}$$

$$C_u > 4$$

Para arenas bien granuladas (SW)

$$C_u > 6$$

- Coeficiente de curvatura (C_c)

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} \quad \text{Para suelos bien gradulados (W) entre 1 y 3}$$

Donde:

D_{60} =Tamaño donde el 60% en peso del suelo sea igual o menor.

D_{10} =Tamaño donde es igual o mayor al 10% en peso del suelo.

D_{30} =Se define análogamente que las anteriores.

Clasificación de suelos AASTHO

Herrera y Mejía (2016), la “norma asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes (ASSTHO), determina la calidad relativa de suelo de terraplenes y subrasante, mediante los estudios de laboratorio granulometría, límite líquido e índice de plasticidad” (p,15).

Nomenclatura:

Suelos con 35% o menos de finos:

- A - 1 Gravas y arenas
- A - 2 Gravas limosas o arcillosas; arenas limosas o arcillosas
- A - 3 Arenas finas

Suelos con más de 35% de finos:

- A - 4 Suelos limosos
- A – 5 Suelos limosos
- A - 6 Suelos arcillosos
- A - 7 Suelos arcillosos

Índice de plasticidad del sub grupo A-7-5 es menor o igual (LL-30)

Índice de plasticidad del sub grupo A-7-6 es mayor o igual (LL-30)

Tabla 3. *Clasificación de suelos método AASTHO*

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla N° 200)							Limos y Arcillas (35% pasa malla N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
%que pasa tamiz											
N°10	50 máx.		51min.								
N°40	30máx.	50 min.	51min.								
N°200	15máx.	25máx.	10máx.	35máx.	35máx.	35máx.	35máx.	36min.	36min.	36min.	
Caract Bajo N° 40											
LL				40máx	41 min.	40máx	41 min.	40máx	41 min.	40máx	41 min.
IP	6máx	6máx	NP	10máx	10máx	11 min.	11 min.	10máx	10máx	11 min.	11 min.
IG	0	0	0	0	0	4máx	4máx	8 máx.	12máx	16máx	20máx
Tipo de material	Gravas y arenas		Arena fina	Grava y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno fundado	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo			

Fuente: Asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes (AASTHO).

Análisis granulométrico de agregado reciclado

La granulometría de los agregados de concreto reciclado depende del uso anterior del agregado, su producción puede variar según el proceso de trituración al que fue sometido según los ajustes de apertura de las máquinas trituradoras. “El porcentaje de agregado grueso que se obtiene puede variar entre 70% y 90% del agregado total producido” (Monje & Rodríguez, 2016, p. 28).

Es de considerar que los volúmenes producidos del agregado grueso también dependen del tamaño máximo del agregado reciclado y su función antes de pasar de ser triturado. “La fracción gruesa posee una curva granulométrica adecuada, que se puede englobar dentro de los límites granulométricos que recomiendan algunas normas internacionales para el empleo de agregado grueso en concreto estructural” (Monje & Rodríguez, 2016, p. 28). Teniendo en cuenta algunas investigaciones, las granulometrías de los agregados de concreto reciclado se desarrollan dentro de los límites de los agregados naturales.

Granulometría de agregados

Es la distribución por tamaños de partícula de un agregado que pasa por una serie de apertura de tamices, de mayor a menor y se expresa como porcentaje en peso de cada tamaño con respecto a la masa total, en la granulometría de los agregados fino se utilizan 8 tamices: 3/8”, N° 4,8,16,30,50,100 y 200, mientras en el agregado grueso se utilizan 11 tamices: 4”,3”,2”,1 ½ ”,1”,3/4”,1/2”,3/8”, N°4,8,16.

Agregado fino:

La norma NTP 400.037, establece los siguientes límites de granulometría del agregado fino:

Tabla 4. *Limites de granulometría del agregado fino*

Tamiz	Porcentaje (%) que pasa en la masa
3/8"	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	5-30
N° 100	0-30

Fuente: NTP 400.037

Agregado grueso:

La norma NTP 400.012 establece los siguientes limites de granulometría del agregado grueso:

Tabla 5. *Limites de granulometría del agregado grueso*

Tamaño máximo Apertura cuadrada Mm(pulg.)	Cantidad de la muestra de ensayo Mínimo Kg(Lb)
3/8"	1(2)
1/2"	2(4)
3/4"	5(11)
1"	10(22)
1 1/2"	15(33)
2"	20(44)
2 1/2"	35(77)
3"	60(130)
3 1/2"	100(220)
4"	150(330)
5"	300(660)

Fuente: NTP 400.012

Módulo de finura

Representa un parámetro físico que permite calcular el módulo de finura tanto del agregado grueso y agregado fino, para lo cual se realiza la granulometría sumando los porcentajes (%) retenido acumulados en sus respectivos tamices.

$$MF \text{ AGREGADO FINO } \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (3/8", N° 4, 8, 16, 30, 50, 100)}}{100}$$

$$MF \text{ AGREGADO GRUESO } \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (1\frac{1}{2}" , 3\frac{3}{4}" , 1\frac{1}{2}" , 3\frac{3}{8}" , N° 4, 8, 16, 30, 50, 100)}}{100}$$

El módulo de finura para la elaboración de concreto, es considerado como referencia en el estudio, este indicador debe encontrarse dentro del parámetro 2.1 y 3.5.

2.3.7 Ensayos de laboratorio

2.3.7.1 Resistencia a la compresión. La resistencia a compresión es la principal propiedad mecánica en unidades de albañilería, los valores altos señalan una buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición, mientras los valores bajos son recomendables en unidades de albañilería poco resistente y poco durable: La resistencia a compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de (f_o) mínimo aceptable de 10.2 kg/cm² (Norma E-080, 2017).

La resistencia a compresión se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{W}{A}$$

Donde:

C = Resistencia a compresión del espécimen (Kg/cm²).

W = Carga máxima aplicada (Kg).

A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm²).

Al realizar las pruebas a compresión las variaciones en los resultados son difíciles de salvar, debido a diversos factores que podrían afectar en el proceso de elaboración del adobe. En tanto, es importante tener en cuenta estas variaciones a fin de mejorar la estabilidad y uniformidad del adobe.

2.3.7.2 Resistencia a flexión. La flexión de un material se analiza mediante el esfuerzo que experimenta el material en su cara longitudinal, ante una determinada carga hasta el punto en el que la unidad ensayada falle, el valor de la carga máxima soportada. El módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{3W * L}{2b * d^2}$$

Donde:

S = Resistencia a flexión del espécimen (Kg/cm²).

W = Carga máxima aplicada (Kg).

L = Distancia entre apoyos (cm)

b = Ancho promedio del espécimen en el plano de falla. (cm)

d = Espesor promedio del espécimen en el plano de falla, (cm)

El módulo de rotura del lote se determinará como el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados (ASTM C293, 1994).

2.3.7.3 Absorción de agua. La absorción de agua es la cantidad de líquido que absorbe la unidad a través de sus poros, implica una alteración de las características de un espécimen o de un material como el hinchamiento, produciendo saturación total o parcialmente, la cual altera las dimensiones reduciendo la resistencia y la dureza, asimismo aumenta la tenacidad y características dieléctricas empeoran (NTP 339.613, 2005).

Para determinar el valor de absorción se emplea la siguiente expresión:

$$A = \frac{100 * (W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

A= Absorción (%)

Ws= Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría (Kg)

Wd= Peso seco del espécimen (Kg).

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 *Tipo de investigación*

La investigación es de carácter aplicativo, cuya intención es dar solución a los problemas y circunstancias concretas. Al respecto Behar (2008) sostiene:

La investigación aplicada se basa en el uso de conocimientos teóricos ante una determinada situación, Investiga para poder conocer y luego hacer o actuar para poder modificar, en otras palabras, transforma los conocimientos científicos en tecnología. Tanto la investigación aplicada como la básica tienen que estar de la mano de manera estrecha, porque el primero va depender mucho de los resultados del último (p.20).

3.1.2 *Diseño de investigación*

El estudio establece un diseño experimental puro, en referencia (Arias, 2012) en su texto sostiene; a diferencia del diseño cuasi experimental el diseño experimental puro debe controlar todos los factores que pudieran alterar el proceso. En esa línea, se planteó la ecuación $A=f(B)$; donde el comportamiento físico y mecánico representa la variable dependiente (A) y los materiales intervinientes representa la variable independiente (B), al respecto cabe indicar que la variable dependiente está conformada por variables controladas y variables experimentadas. Por lo que, el diseño fue reformulado en la función $Y=f(X)$, donde las variables X1, X2 son las variables experimentadas, es decir agregado reciclado y mucilago de tuna, y las variables X3, X4 son las variables controladas tierra y paja. El diseño experimental también determina un antes y después; para ello, la mezcla patrón es la que permitirá realizar las comparaciones con las mezclas alteradas o experimentadas con diferentes niveles de dosificación en cuanto a los materiales.

Las variables que analizaremos estarán en función:

$A=f(B)$; donde:

A: Variables independientes

B: Variable dependiente

Estableciendo:

$$y = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

y = Comportamiento físico mecánico

x_1 = Agregado reciclado

x_2 = Mucilago de tuna

x_3 = Tierra

x_4 = Paja

Además:

X_1, X_2 : Grupo de variables experimentales (Manipuladas o de tratamiento)

X_3, X_4 : Grupo de variables controladas

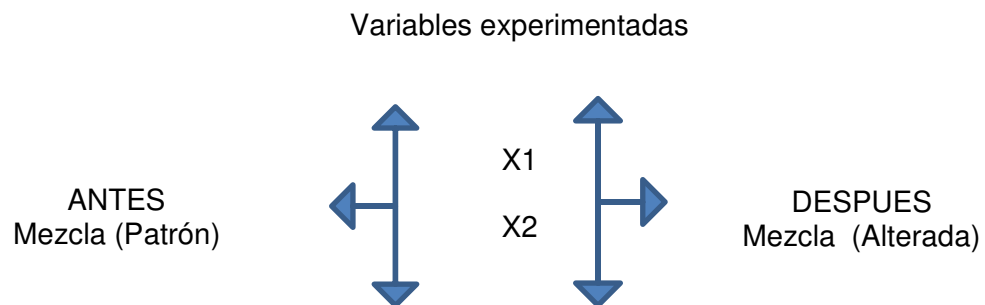


Figura 8. Diseño experimental puro

3.1.3 Nivel de investigación

La investigación alcanza un nivel explicativo en función al comportamiento de las variables independientes. Rodríguez (2011), señala “la investigación de nivel explicativo trata de descubrir, investigar y determinar las relaciones causales funcionales que existen entre las variables de manera que se puede explicar el cómo, cuándo, dónde y por qué ocurre un fenómeno” (p. 52).

3.2 Variable y operacionalización

Variables de estudio

Análisis del comportamiento físico y mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.

Variable independiente

Agregado reciclado y mucilago de tuna

Variable dependiente

Comportamiento físico-mecánico

Tabla 6. *Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable I				
Agregado reciclado	Material obtenido a partir de los residuos de construcción y demolición, el cual debe cumplir granulométricamente lo indicado en la norma NTP 400.012 (Urbina, 2019, p11.)	El agregado reciclado, mediante proceso de chancado serán triturados hasta obtener partículas de tamaño entre 1" y 11/2"	Análisis granulométrico Módulo de finura	Porcentaje de agregado reciclado (20%,30%,40%) $\Sigma\%$ Acumulados retenidos /100
Mucilago de tuna	El mucilago proveniente de la planta opuntia, se considera un hidrocoloide natural, similar a las gomas comerciales; por su anatomía y morfología esta planta se adaptada a condiciones de fuerte estrés ambiental, tiene la capacidad de resistir altas temperaturas y periodos prolongados de sequía (Sáenz et al., 2006).	El mucilago de tuna mediante proceso de macerado, serán puestas en agua en recipientes por un periodo de tiempo de 15 días hasta obtener un líquido viscoso	Extracto (goma) mucilago	Dosis (5%,6%, 7%)
Variable II				
Comportamiento mecánico	Pelleg (2016). Se ocupa de los fenómenos relacionados con la estabilidad bajo fuerza. La deformación bajo fuerzas aplicadas y la fractura de material dependen de su estructura.	Se realiza ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión y flexión, según Norma E.080.	Clasificación de suelo Contenido de humedad Granulometría Limite plástico Limite liquido Índice de plasticidad	Granulometría Límites de atterberg
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión Resistencia a flexión
Variable II				
Comportamiento físico	Izquierdo y Ramalho (2018). Las propiedades físicas de la materia tienen caracteres que al ser observadas pueden medirse así mismo no cambian a nuevas formas químicas, por ejemplo: densidad, viscosidad, absorción,	Se realiza un estudio de suelo de la cantera seleccionada para la elaboración de adobes, teniendo en cuenta la Norma E.080.	Propiedades físicas	Absorción al agua

FUENTE: Elaborado por el tesista.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Teniendo en cuenta el objeto de investigación la población de estudio está compuesta por 72 unidades de adobe; de las cuales por 54 unidades pasarán por un proceso experimental y 18 unidades a nivel patrón.

3.3.2 Muestra

Por la naturaleza de la investigación en la extracción de la muestra se aplicó el método no probalístico y bajo el criterio por conveniencia se extrajo una muestra de 54 unidades de adobe de una población de 72; siendo esta muestra selecta y debidamente representada para su análisis; en la tabla 7, se detalla el número de mezclas en función a la cantidad de ensayos en laboratorio.

Tabla 7. *Determinación de muestras en base a ensayos de laboratorio*

Mezcla	Ensayos de laboratorio			Total Especímenes
	Resistencia a la compresión	Resistencia a Flexión	Absorción de agua	
Mz-0	6	6	6	18
Mz-1	6	6	6	18
Mz-2	6	6	6	18
Mz-3	6	6	6	18
TOTAL	24	24	24	72

Fuente: Elaborado por el tesista.

Diseño de mezcla. Tomando en cuenta los estudios de Velásquez & y otros (2014), donde reemplaza la arena con residuos de construcción y demolición en 50%, 60% y 70% en un bloque de tierra comprimida, y (Mosquera, 2018) que considera la penca de tuna en las proporciones de 5%, 6% y 7% como aditivo en la elaboración de adobe. Se establece cuatro diseños de mezcla: La primera mezcla Mz-0, incluye tierra y paja de forma convencional; las otras mezclas Mz-1, Mz-2 y Mz-3 establecen diferentes dosificaciones en los materiales tierra, agregado reciclado y mucilago de tuna, estas proporciones están en función a la granulometría de suelo

de los resultados de laboratorio y se presenta en la tabla 8. Dosificaciones de mezclas con y sin tratamiento.

Tabla 8. *Dosificaciones de mezclas con y sin tratamiento*

Mezcla	Porcentaje (%)			
	Agregado reciclado	Tierra	Mucilago de Tuna	Paja
Mz-0	0%	95%	0%	5%
Mz-1	20%	70%	5%	5%
Mz-2	30%	59%	6%	5%
Mz-3	40%	48%	7%	5%

Fuente: Elaborado por el tesista.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 *Técnicas*

a) En los ensayos de laboratorio se aplicó la técnica de medición, empleando fichas de monitoreo para el registro de datos, asimismo en presencia de un especialista en mecánica de suelos se procedió a la validación de los trabajos realizados de acuerdo a los procedimientos establecidos en el reglamento nacional de edificaciones.

b) En los trabajos de campo, básicamente en la obtención de muestras de suelo, proceso de elaboración de adobe, pruebas y ensayos en laboratorio se utilizó la técnica de observación bajo los protocolos de seguridad y salud entorno al covid_19.

3.4.2 *Instrumentos*

a) Máquinas de laboratorio

b) Ficha de observación, instrumento de uso para el registro de datos y observaciones en la toma de datos.

A través de hojas de Excel, Minitab 18, se realizó el procesamiento de datos, análisis e Interpretación de resultados.

3.4.3 Validez y Confiabilidad

Los ensayos de laboratorio estarán validados por un especialista en mecánica de suelos, y los procedimientos están alineamientos a la norma E0.80, NTP 400.037 y 339.613.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Revisión Literaria

Previa consulta sobre el tema en particular, se tomó en cuenta base teórica que sustenta el estudio, y términos precisos para evitar imprecisiones.

3.5.2 Trabajo de campo

Los trabajos de campo se realizaron previa consulta y fueron alineadas a los parámetros de la norma E=80.

3.5.2.1 Selección de tierra

Para efectos de análisis, se levantó tres muestras de un perfil de suelo ubicado en una cantera abierta de nombre Alintuyo del distrito de llave, provincia de El Collao, departamento de Puno, en las coordenadas 432581.7 y 8220382.7 del sistema WGS 84.

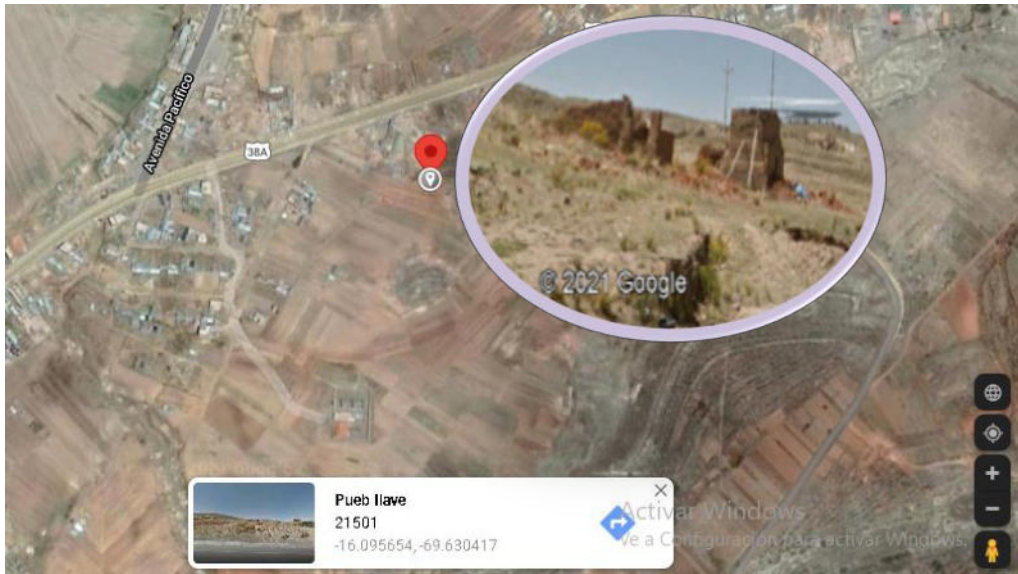


Figura 9. Ubicación satelital cantera de suelo



<i>Tierra orgánica</i>	0-0.30 cm M1
<i>Tierra limo arenoso de color marrón</i>	0.30-0.70cm M-2 Bolsa N° 1
<i>Tierra entre limo y arcilla color rojo pardo</i>	0.70-1.20 cm M-3 Bolsa N° 2
<i>Tierra roja arcilla</i>	1.20-1.50 cm M-4 Bolsa N° 3



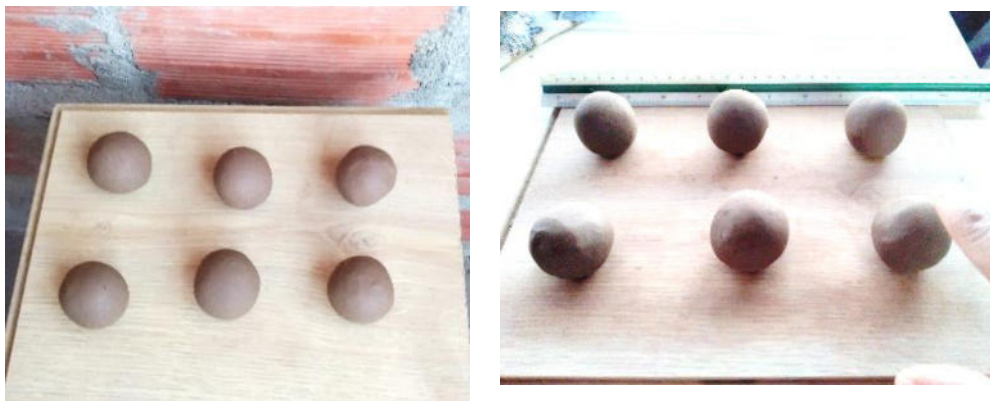
Figura 10. Exploración de suelo y toma de muestras

Previa selección de muestras de tierra, se determinó la calidad del suelo mediante las pruebas de barro, presencia de arcilla y sedimentación.



La cinta de 12 mm y 4 mm se encuentra entre 20 cm y 25 cm de longitud. Por tanto, es un suelo bastante arcilloso

Figura 11. Resultado de prueba de cinta de barro



Después de 48 horas de las seis bolitas de barro de aproximadamente 2 cm de diámetro, ninguna se rompió. Por tanto, la cantera contiene arcilla y es posible utilizar en el estudio.

Figura 12. Resultado de prueba de presencia de arcilla

3.5.2.2 Selección de agregado de concreto reciclado

El plan de desarrollo urbano sostenible de llave (Collao, 2017-2030), establece que los residuos de escombros, demolición, desmonte y residuos no peligrosos son recogidos por el servicio municipal en menos del 50% por la oficina encargada del mantenimiento público y son dispuestas en los alrededores de la ciudad (p,51). Considerando lo mencionado se identificó el punto de muestreo para la obtención de agregado reciclado; la cual corresponde a la demolición de una vivienda, ubicada en las coordenadas de 432575.76 y 8220844.82. del sistema WGS 84.

Bajo medidas de seguridad y según lo contemplado en el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de construcción y demolición, se procedió a la toma de muestra, para estimar el volumen del concreto reciclado se aplicó el método de cono. Una vez identificada y obtenida la muestra pasa por una maquina chancadora manual, donde se obtiene trozos de material chancado de 2" a 4" aproximadamente, posterior para un triturado menor se utiliza una herramienta tipo combo, los tamaños del material registrados fueron de 1" a ½". Finalmente fue trasladado a laboratorio en sacos debidamente identificadas para su respectivo análisis de granulometría por tamizado.



Figura 13. Selección de agregado reciclado

3.5.2.3 Selección de mucilago de tuna

El mucilago de tuna fue extraído de la cáscara de tuna, obtenerlo corresponde a todo un proceso de maceración, desde el recojo de materia prima de los mercados locales hasta la obtención del producto final, es necesario tener en cuenta que la cáscara de tuna representa un residuo frutal bastante accesible, en algunos casos lo utilizan para fines de compostaje. Según Habibi *et al* (2004). Por sus características que posee la cáscara de tuna es posible obtener el 4.1% de mucilago respecto al peso seco.



Figura 14. Obtención del mucilago de tuna

En el proceso de macerado, primero se realizó la selección y limpieza de la materia prima, luego es colocado en un recipiente con cierta cantidad de agua, posterior pasa por una maceración de 15 a 20 días hasta obtener una sustancia líquida viscosa de color rojizo. Finalmente es retirado la materia prima y la sustancia es envasada y protegida en un bidón.

3.5.3 Elaboración de adobes

La elaboración de adobe está sujeta a la norma técnica E=080, y los lineamientos del manual de adobes del programa de nacional de vivienda rural, en la que

establece requisitos y recomendaciones desde las técnicas del lanzado de barro que se practica comúnmente, y la degradación de suelo por norma que debe aproximarse entre el 10-20% de arcilla, 15-25% de limo y 55-70% de arena, asimismo, estos rangos pueden variar cuando se fabrique adobes estabilizados.

Al respecto la norma peruana E-0.80 señala que el adobe, debe ser macizo, las perforaciones perpendiculares que pudiera contener en su cara de asiento no deben superar el 12% del área bruta. Sobre todo, deben estar libres de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su residencia o durabilidad.

El adobe al ser unidad de construcción en albañilería debe ser fabricadas y/o moldeadas con los requisitos y parámetros exigidos por norma, Podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deben ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. (Reglamento Nacional de Edificación, E=080).

Por efecto de contrastar la humedad se recomienda remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños, además de mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas y secar los adobes bajo sombra. (Reglamento Nacional de Edificación, E=080).



Figura 15. Elaboración de muestras de adobe

La elaboración de adobe pasa por todo un proceso de planificación, ejecución, control y seguimiento; En primer lugar en la selección de materia prima, la tierra pasa por un estudio de suelo en laboratorio, mientras que el mucilago de tuna es obtenido manualmente a través de la cáscara de tuna por un proceso de maceración; la segunda actividad consiste en el tamizado de tierra mediante zaranda con el fin de eliminar materiales como el vidrio, caucho u otro material que pueda perjudicar la mezcla de barro; para la dosificación de materiales se planteó cuatro mezclas Mz-0, Mz-1, Mz-2, y Mz-3, la mezcla Mz-0 corresponde a la variable control que involucra un dosificación de razón (5:1); equivalente a 5 baldes de tierra y 1 balde de paja; es decir para 18 unidades de adobe convencional se requiere un total de 74 Kg. de materia prima; de las cuales 95% está conformada por tierra y 5% por paja. En relación a las demás mezclas Mz-1, Mz-2 y Mz-3 se establecieron una dosificación en función a la degradación de suelo por norma (10-20% de arcilla, 15-25% de limo y 55-70% de arena), considerando este parámetro

y los resultados de la granulometría de suelo, se reduce el nivel de arcilla aumentando la cantidad de arena. Por consiguiente, la mezcla Mz-1 está compuesta por 70% de tierra, 20% de agregado reciclado y 5% de mucilago de tuna; la mezcla Mz-2 por 59% de tierra, 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna; por último, la mezcla Mz-3 compuesta por 48% de tierra, 40% de agregado reciclado y 7% de mucilago de tuna, cabe indicar que el % de paja no varía.

Tabla 9. *Proporción de materiales en mezclas con y sin tratamiento*

Mezcla	Agregado reciclado		Mucilago de tuna		Tierra		Paja	
	%	(kg)	%	(Lt)	%	(kg)	%	(kg)
Mz-0					95	68	5	4
Mz-1	20	22	5	3.4	70	43	5	3.6
Mz-2	30	29	6	4.4	59	35	5	3.6
Mz-3	40	36	7	5.4	48	27	5	3.6

FUENTE: Elaborado por el tesista.

En el mezclado se juntó en seco los materiales tierra, agregado reciclado y paja, con el uso de una pala se removi6 hasta que los materiales sean distribuidos uniformemente, luego es adicionado el mucilago de tuna en la parte superior de la mezcla, y con una cantidad necesaria de agua se form6 la masa de barro, una vez terminado este proceso la mezcla pasa por un periodo de 24 horas de adormecimiento, protegida con pl6stico para evitar su evaporaci6n.

Previo al moldeado; se verific6 la humedad de la mezcla mediante la prueba de barro que consiste en dejar caer de una altura de un metro una peque1a bola de barro, en efecto la bola se rompi6 en pedazos grandes; por tanto, la mezcla contiene suficiente agua. En el moldeo se utiliz6 una adobera de madera de dimensi6n 15 cm x20 cm x 8 cm sin fondo, con el lavado de molde y espaciado de arena fina en las caras interiores antes de cada uso, se empieza con el relleno de mezcla en el molde, para nivelar la mezcla y emparejar la superficie se utiliz6 regla de madera. Finalmente, el adobe es retirado del molde en una superficie plana,

nivelada y cubierta con un tendal de calamina para la protección de sol, pasado los tres días las unidades de adobe fueron puestos en canto y en el transcurso de una semana se procede al apilado, en general el tiempo de secado fue de 28 días.

3.5.4 Ensayos en laboratorio

Contenido de Humedad

Método de ensayo que determina el contenido de humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, el peso de la muestra seca es extraído mediante el secado en horno; la cual es expresada como tanto por ciento. (Norma ASTM D 2216).

Materiales utilizados:

- a) Balanza
- b) Espátula
- c) Horno
- d) Recipiente para el manejo de muestras



Figura 16. Pesado de muestras de suelo

Procedimiento:

Tomando en cuenta las recomendaciones en el ensayo, se tomó tres muestras en sus respectivos recipientes; luego se procedió al pesado de cada muestra y fueron llevados a horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Pasado este tiempo es retirado del horno y nuevamente es pesado y registrado. Por último, el porcentaje promedio del contenido de humedad es obtenido aplicando la expresión (1).

$$W(\%) = \left(\frac{W_w}{W_{ms}} \right) * 100 \dots\dots (1)$$

Análisis granulométrico

El análisis granulométrico para las construcciones de adobe fue desarrollado en base a la Norma técnica ASTM D 422, separando los finos por lavado; los materiales utilizados fueron:

- a) Balanza
- b) Juego de tamices
- c) Cazoleta y tapa de tamices
- d) Recipientes en forma de lavadero
- e) Rodillo
- f) Horno

Procedimiento:

Teniendo en cuenta el procedimiento del lavado de muestra, se toma muestras de cada perfil de tierra, estas fueron llevadas al horno para su secado, y registro de peso, los terrones del material fueron machacados con rodillo en un superficie plana y limpia. Posterior, la muestra es coloca en un recipiente de agua, y el material es desintegrado con los dedos de la mano, el agua es cambiado constantemente hasta obtener un agua limpia, separando las piedras más grandes una tras una. Finalmente, el material es llevado a horno para su secado y registro de peso.



Figura 17. Lavado de muestras de suelo

El análisis de tamices se realiza con una muestra lavada, secada y pesada, la muestra es colocada en el juego de tamices de la malla N° 4 hasta la malla N° 200, con la cazoleta en la parte inferior y la tapa en la parte superior, sosteniendo el juego de tamices se procede a dar movimientos rotatorio horizontal durante 15 minutos, concluida este proceso, el material es retirado de arriba hacia abajo, empezando por el tamiz mayor hasta los más pequeños, Por último, el material retenido (PR) es pesado y se calcula los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz con la expresión (2).

$$\%PR = 100 * PR/Pms.....(2)$$



Figura 18. Granulometría en muestra de suelo

Determinando los porcentajes de los pesos retenidos acumulados (%PAR) y se calcula los porcentajes pasantes acumulativos por los tamices según la expresión (3)

$$\%PASA = 100 - \%PAR.....(3)$$

Con los porcentajes que pasas y el tamaño de los tamices, se grafica la curva granulométrica en escala semilogarítmica.

Características de plasticidad

La norma ASTM D4318, determina el límite líquido mediante copa de bronce.

Equipos utilizados:

- a) Copa de casa grande
- b) Acanalador
- c) Espátula
- d) Balanza
- e) Tamiz N° 40

- f) Estufa
- g) Tara
- h) Mortero y mano

Procedimiento:

Para determinar el límite líquido se considera una muestra que pasa por el tamiz N° 40, esta es colocada en un recipiente pequeño para obtener una masa uniforme y consistente, luego se trabaja con una porción de masa en la copa de Casagrande, con el acanalador se traza una línea en el medio y se empieza a girar la manivela del equipo a razón de dos golpes por segundo, hasta que la ranura se cierre en $\frac{1}{2}$ "aproximadamente. De tal forma que se realizó dos ensayos por muestra, teniendo en cuenta que el número de golpes que cierra la ranura debe comprenderse entre 10 y 35. Las muestra que pasa esta prueba son consideradas para determinar contenido de humedad (w%), finalmente se obtiene el LL como el valor de contenido de humedad para 25 golpes.



Figura 19. Copa de Casagrande con muestra de suelo

Limite plástico:

La norma ASTM D4318, establece el límite plástico mediante la presión de masa de un cilindro de diámetro pequeño.

Equipos utilizados:

- a) Vidrio
- b) Horno
- c) Balanza
- d) Tamiz N° 40
- e) Clavo de 3mm de diámetro.



Procedimiento:

El límite plástico se obtiene de la muestra en estado seco que pasa por el tamiz N° 40, esta muestra es colocada en un recipiente para ser mezclada con agua, formando una esfera de masa uniforme y consistente se divide en tres partes iguales. De tal forma que cada parte es trabajada sobre un vidrio y con la presión de los dedos de la mano se forma pequeños cilindros de 3 mm de diámetro. El número de repeticiones del proceso para las otras muestras de suelo fueron tres y finalmente se determinó el LP, el cual representa el promedio de los contenidos de humedad W (%).

Ensayo de granulometría por tamizado del concreto reciclado

El ensayo granulométrico del concreto reciclado fue desarrollado tomando en consideración la norma ASTM -C33 y la NTP 400.037.

Procedimiento:

Para el ensayo granulométrico se considera muestra consistente, la misma es lavada y secada en un horno a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$, una vez obtenido la muestra es colocada en la parte superior del juego de tamices de mayor a menor. De tal forma que se procede a sostener el juego de tamices para su respectivo movimiento horizontal, vertical y circular durante 15 minutos.



Figura 21. Granulometría del agregado reciclado

Ensayo de resistencia a compresión en unidad

Los ensayos fueron realizados con la certificación de laboratorio de ingeniería geotecnia en base a los procedimientos y parámetros mínimos de la norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada. Iniciándose previa selección de las muestras, verificando la nivelación de cara a fin que la carga pueda ser aplicada en sentido uniforme, una vez visualizada se procede a colocar en la maquina las muestras una tras otra, con la carga aplicada a velocidad constante hasta el fallo del adobe o rotura, En total fueron sometidos a prueba 24 especímenes; de los cuales 6 corresponden al patrón de muestra, y 18 a muestras experimentadas con sus respectivas dosificaciones.



Figura 22. Ensayo de resistencia a compresión

Ensayo de resistencia a flexión

El ensayo de resistencia a flexión se desarrolló en base a la norma ASTM C293 y la certificación del laboratorio de ingeniería geotecnia, previa verificación y selección de unidades de adobe, se procedió al registro de medidas y distancia entre los apoyos que son consideradas como elementos de soporte ante una carga puntual. Por último, las unidades de adobe fueron colocadas en la máquina una tras otra, aplicando la carga a velocidad constante hasta su deformación o fallo en el punto medio de la unidad de adobe.



Figura 23. Ensayo de resistencia a flexión

Ensayo de Absorción

Los procedimientos y parámetros del ensayo de absorción están sujetas a la NTP 339.613, y la certificación del laboratorio de ingeniería geotécnica. Primero se inicia con la selección y verificación de especímenes, luego es llevado a horno para su cocción durante tres horas a una temperatura de 110 °C a 115°C, terminando este proceso se procede a la toma de peso y registro de datos, finalmente en un recipiente de agua los especímenes son sumergidos durante 24 horas, pasado este tiempo es retirado y nuevamente pesado, la diferencia de estos resultados representa el porcentaje de adsorción.



Figura 24. Ensayo de absorción de agua.

3.6 Métodos de análisis de datos

En el análisis de datos se aplicó el método analítico- deductivo, la cual permitió establecer análisis mediante la observación con la finalidad de responder a la hipótesis planteada y su inferencia respecto a la deducción. En ese sentido, fueron llevadas a laboratorio muestras con y sin tratamiento para los ensayos de resistencia a compresión, flexión y absorción de agua. Los datos obtenidos fueron procesados para su análisis e interpretación, utilizando herramientas de cálculo como microsoft excel, minitab 18 para el contraste de hipótesis. Los ensayos se realizaron teniendo en cuenta la norma E.080, NTP 400.012, 400.037 y 339.613.

3.7 Aspectos éticos

La prueba de similitud de esta investigación fue evaluada por el Turnitin y los resultados de los ensayos de laboratorio cuentan con la confiabilidad y veracidad por la calibración de sus equipos. Asimismo, se realizó dosificaciones propias, considerando referencias de otros autores, en lineamiento a la norma E.080 y NTP 400.012, 400.037 y 339.613.

IV RESULTADOS

4.1 Dosificación de agregado reciclado y mucilago

Respecto al tamizado del agregado reciclado; la tabla 10 evidencia las características físicas del agregado reciclado como el color gris claro; contenido de humedad que alcanza al 5.3%, y los porcentajes de grava, arena y finos en 2.1%, 95.6% y 2.3 respectivamente, categóricamente se encuentra en el grupo SP de acuerdo al SUC. Por tanto, tiene una composición granulométrica con exceso de algunos tamaños particulares, y por los defectos que pudiera existir en su composición tienen a empeorar si se aumenta el porcentaje de sustitución en el fabricado de concreto con agregados de concreto reciclado. (Ver Anexo-4; 4.2)

Tabla 10. *Análisis granulométrico de agregado reciclados*

Tamiz		PR	%PR	%RPA	% QUE PASA	Descripción	Resultado
N°	Abertura (mm)						
3/8	9.53				100.00	Peso inicial	628.5
1/4	6.35					% de Humedad	5.3
N°4	4.75	13	2.1	2.1	97.9	% de grava	2.1
N°8	2.36	13.2	2.1	4	95.8	% de arena	95.6
N°10	2.00					% de finos	2.3
N°16	1.19	29.3	4.7	8.9	91.1	% Pasante N°200	2.3
N°20	0.85					Color	Gris claro
N°30	0.60	238.3	37.9	46.8	53.2	L.L.:	NP
N°40	0.42					L.P.:	NP
N°50	0.30	214.8	34.2	81.0	19.0	I.P.:	NP
N°60	0.25					MF.:	2.37%
N°80	0.18						
N°100	0.15	78.3	12.5	93.5	6.5		
N°200	0.07	26.6	4.2	97.7	2.3	CLASIFIC. SUC	SP
Bandeja		14.8	2.3	100			

FUENTE: Elaborado por el tesista.

Teniendo en cuenta los resultados de granulometría de los agregados reciclados, los valores corresponden o se trata de una arena fina reciclado, donde sus partículas fueron retenidas en los tamices N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, y por su módulo de finura (2.37%), se encuentra entre los márgenes de uso para concreto.

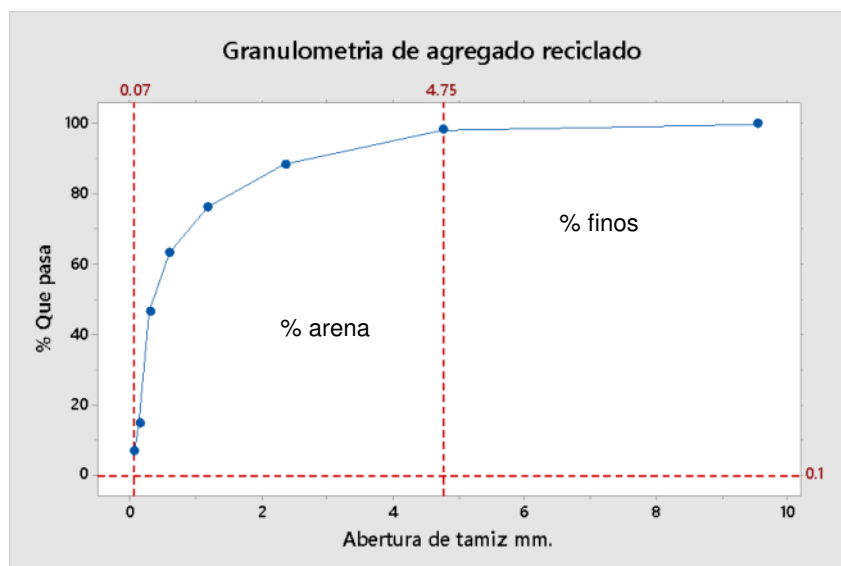


Figura 25. Curva granulométrica del agregado reciclado

En la práctica, los valores aconsejables de sustitución del concreto reciclado llegan hasta el 50%. Sin embargo, investigaciones señalan que los agregados reciclados tienen una densidad menor que los agregados naturales, de tal forma que retienen la capacidad de unión por la desintegración en el proceso de trituración al cual se someten. De hecho, puede activarse los iones de unión mediante el humo de sílice o aditivos de ceniza. En tal sentido dadas las propiedades de la cáscara de tuna, se consideró el mucilago (extracto de goma) como una alternativa adherente en la mezcla de tierra compuesta por limos y arcillas.

Tabla 11. Dosificación de materiales en función a la degradación de suelo

Mezcla	Agregado Reciclado retenido	Porcentaje (%)				
		Muestra de suelo: M-4 (Arena 37.40 % y limos y arcillas 62.60)			Mucilago de tuna	Paja
		Arena	Limos y arcillas	Tierra		
Mz-0	0%	36	59	95%	0%	5%
Mz-1	20%	26	44	70%	5%	5%
Mz-2	30%	22	37	59%	6%	5%
Mz-3	40%	18	30	48%	7%	5%

FUENTE: Elaborado por el tesista.

Por consiguiente: La dosificación de agregado reciclado está en función a la degradación de suelo de la muestra M-4, cuyas características físicas son favorables en comparación con las muestras de suelo M-2 y M-3, al presentar menor contenido de humedad en arcillas y limos respecto al estudio de suelo y menor contenido de arcillas respecto a la prueba de sedimentación en campo.

4.2 Características de suelo por medio de pruebas de campo y estudio de suelo.

Pruebas de campo

El suelo empleado en la construcción tiene alta variabilidad en su composición, dadas que sus características determinaran la capacidad de resistencia mecánica y física. Para efectos de análisis se realizó las pruebas de campo de cinta de barro, resistencia seca y de sedimentos para determinar la calidad de suelo, en los tres estratos de la cantera abierta de nombre Alintuyo, ubicada en el distrito de llave, provincia del Collao y departamento Puno, con las coordenadas 432581.7 y 8220382.7 del sistema WGS 84.

Tabla 12. *Prueba de cinta de barro en los estratos de la cantera Alintuyo*

Estratos de Muestra: Cantera Alintuyo		
Muestra	Longitud de descolgado	Norma E. 0.80
M-2	15 cm	De 20 a 25 cm.
M-3	20 cm	De 20 a 25 cm
M-4	24 cm	De 20 a 25 cm

FUENTE: Elaborado por el tesista.

En la tabla 12, se presenta los primeros resultados de prueba de campo realizado con el fin de observar la calidad de suelo, seguida de la tabla 13, que corresponde a la prueba de resistencia seca; en ambos resultados se evidencia que la tierra en los estratos M-2, M-3 y M4 presenta mayor cantidad de arcilla.

Tabla 13. *Prueba de resistencia seca en los estratos de la cantera Alintuyo*

Estratos de Muestra: Cantera Alintuyo			
Rollo	Estrato de muestras		
	M-2	M-3	M-4
R1	NSR	NSR	NSR
R2	NSR	NSR	NSR
R3	NSR	NSR	NSR
R4	NSR	NSR	NSR
R5	NSR	NSR	NSR
R6	NSR	NSR	NSR

FUENTE: Elaborado por el tesista.

(*) NSR: No se rompe

Teniendo en cuenta la tabla 14 prueba de sedimentación, la composición de suelo del estrato M-3 presenta menos arcilla y limo frente a las muestras M-2 y M-4, además logra separa los finos de los gruesos. Por lo que tiene mayor aproximación a la degradación del suelo para la elaboración de adobes según la norma E.080.

Tabla 14. *Prueba de la botella en los estratos de la cantera Alintuyo*

Estratos de Muestra: Cantera Alintuyo		
Muestra	% Arena y	% Arcilla y
	Grava	Limo
M-2	NSA	30%
M-3	30%	70%
M-4	40%	60%

FUENTE: Elaborado por el tesista.

(*) NSA: No se aprecia

Estudio de suelo

Los resultados de la tabla 15. Evidencia que la muestra de suelo M-4 considerada para el diseño de mezclas está compuesto en más del (60%) de finos (arcilla y limos) que pasan por la malla N° 200, y menos del (40%) de arena. Finalmente, la plasticidad de esta muestra de suelo se estudió a través de la determinación de los límites líquido y plástico que corresponde al 29% y 20%, respectivamente. Con estos resultados el suelo se clasifica como arcilla de baja plasticidad (CL) según el

sistema unificado de clasificación de suelos (Ver Anexo-4; 4.1 A, B y C).

Tabla 15. *Resultados de estudio de suelo*

Ensayos	Muestras de Suelo		
	Muestra-2	Muestra-3	Muestra-4
Contenido de humedad	27.1	27.6	25.6
Análisis granulométrico			
- Pasa la malla N° 200	72	64.0	62.6
- Pasa la malla N° 4 y retenido en la malla N° 200	28	36.0	37.4
Limite Líquido	39.84	28.8	28.98
Limite Plástico	25.83	20.43	19.83
Índice de Plasticidad	14.01	8.39	9.15
Clasificación SUCS	ML	CL	CL

FUENTE: Elaborado por el tesista.

Las características físicas de las muestras de suelo M-2, M-3 y M-4, presentan una granulométrica predominante en limos y arcillas según la clasificación SUC, en consecuencia, la fundación de terreno de la cantera de Alintuyo está compuesta por suelos limosos y suelos arcillosos, categorizada en el grupo de suelos regulares a malos según la clasificación AASTHO.

Tabla 16. *Composición de suelo por estrato*

Muestra	Composición de suelo			Clasificación SUCS	Clasificación ASSTHO
	% de grava	% de arena	% de finos		
M-2	0.8	27.2	72	ML	A-6 (9)
M-3	2.1	33.9	64.0	CL	A-4(7)
M-4	0.2	37.2	62.6	CL	A-4(6)

FUENTE: Elaborado por el tesista.

Los resultados demuestran que el suelo de la cantera Alintuyo presenta terrones de tierra con alto contenido de arcilla. En tanto, no puede ser utilizado como material de construcción, sin embargo, se recomienda reducir o rebajar el contenido de arcilla a fin de ser utilizado en la elaboración de adobes en cumpliendo con los parámetros que exige la Norma E-080.

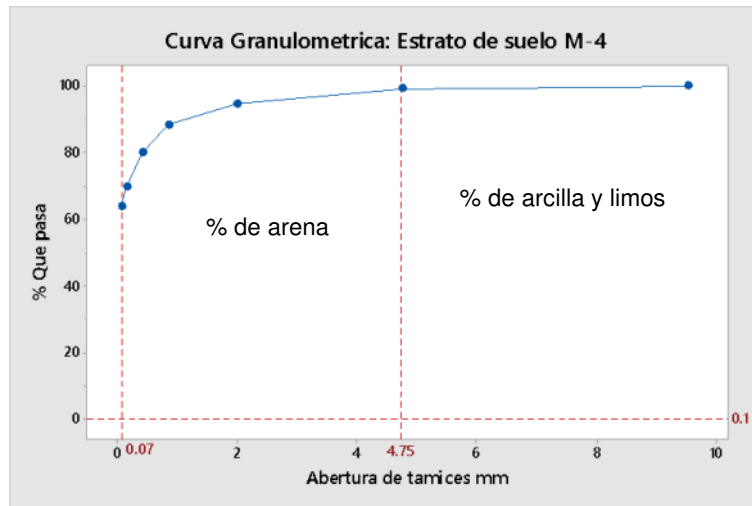


Figura 26. Curva granulométrica de suelo

4.3 Análisis de la Resistencia mecánica en unidades de adobe.

4.3.1 Resistencia a la compresión

Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión en los especímenes sin y con tratamiento a los 28 días de secado, se presentan en la tabla 17, (Ver Anexo-4; 4.3).

Tabla 17. Resistencia a compresión en unidades de adobe (Kg/cm²)

Especímen	(Sin tratamiento) Mezcla-0	Con tratamiento		
		Mezcla -1 (AR20%+MT 5%)	Mezcla-2 (ARC 30%+MT 6%)	Mezcla-3 (ARC 40%+MT 7%)
E1	29.31	29.84	34.98	26.92
E2	32.81	23.58	30.76	25.25
E3	32.27	26.67	31.49	21.27
E4	27.62	24.60	30.28	22.97
Media	30.5	26.17	31.88	24.10
Desv.Est.	2.46	2.76	2.13	2.49
N	4	4	4	4

FUENTE: Elaborado por el tesista.
(AR): Agregado reciclado
(MT): Mucilago de tuna

La resistencia a compresión de especímenes sin tratamiento, dosificadas con el 95% de tierra y 5% paja, presentan una fuerza de rotura media de 30.5 kg/cm² con una desviación estándar de 2.46, mientras que los especímenes con tratamiento, incorporando agregado reciclado en 20%, 30% y 40% y mucilago de tuna en 5%,6% y 7%, alcanza una fuerza de rotura media de 27.38 kg/cm². Por tanto, este resultado considera un incremento del 17.18% en relación a la resistencia mínima de 10.20 kg/cm² establecido en la norma E 0.80. En forma específica; la mezcla Mz-1 tiene una media de 26.17 Kg/cm²; mientras que la mezcla Mz-2 y la mezcla Mz-3 alcanzan una media de 31.88 y 24.10 kg/cm² respectivamente. Estos resultados evidencias que no se puede reemplazar más del 50% del agregado reciclado, según la degradación recomendable para la elaboración de adobes que establece entre el 10-20% de arcilla, 15-25% de limo y 55-70% de arena. Por último, la mezcla Mz-2 con la incorporación del 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna se encuentra dentro de dichos parámetros y presentan mejor resistencia a compresión en comparación a las mezclas Mz-1 y Mz-3, superando a los especímenes de adobe convencional.

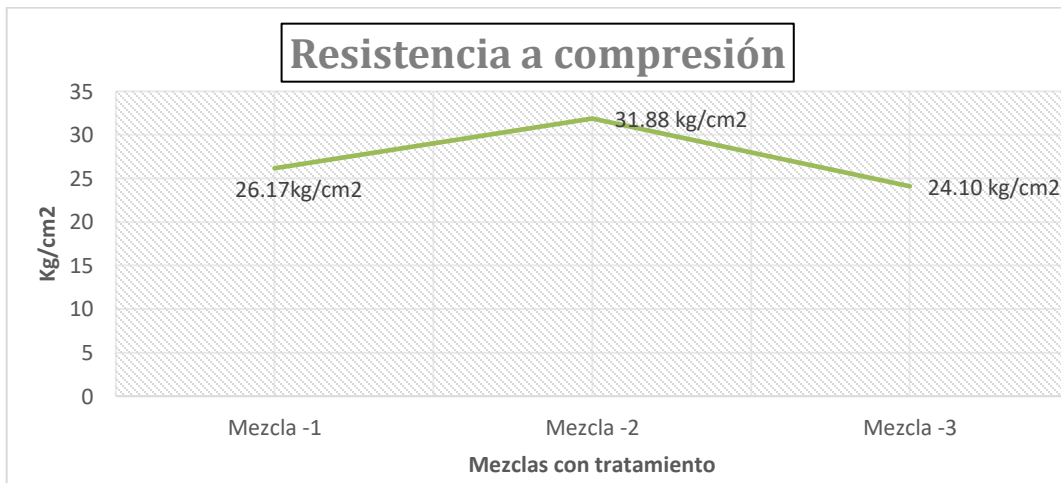


Figura 27. Resistencia a compresión en mezclas con tratamiento

Análisis estadístico: Para resistencia a compresión en especímenes con tratamiento.

Prueba t de student:

Hipótesis nula $H_0: \mu = 10.2$

Hipótesis alterna $H_1: \mu > 10.2$

Valor T	Valor p
7.39	0.009

H_0 : La media hipotética de los especímenes con tratamiento es igual a 10.20 Kg/cm², según la norma E0.80.

H_1 : La media hipotética de los especímenes con tratamiento es mayor a 10.20 Kg/cm², según la norma E0.80

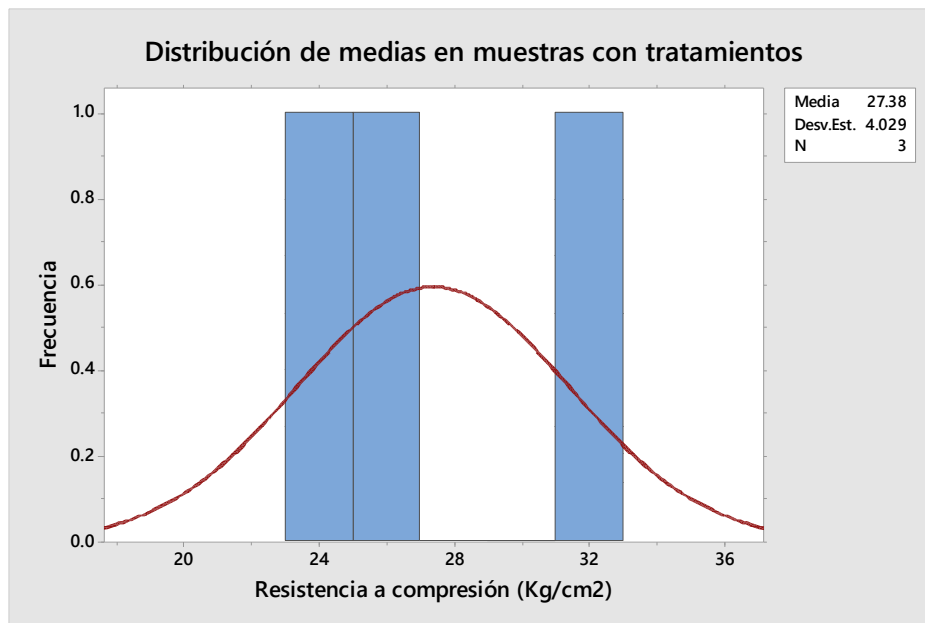


Figura 28. Comportamiento mecánico: Resistencia a compresión

Resultado: El valor de p es menor al nivel de significancia ($0,009 < 0.05$). Decisión tomada; estadísticamente se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 ; Es decir la media de la resistencia a compresión de las muestras con tratamiento es de 27.38 kg/cm², por lo que resulta ser mayor a la media hipotética de 10.20 kg/cm². Por tanto, esta cifra supera lo indicado en la normativa E0.80.

4.3.2 Resistencia a flexión

Los resultados de los ensayos de resistencia a flexión en los especímenes sin y con tratamiento a los 28 días de secado, se presentan en la tabla 18. (Ver Anexo-4; 4.4).

Tabla 18. Resistencia a flexión en unidades de adobe (kg/cm²).

Especímen	(Sin tratamiento) Mezcla-0	Con tratamiento		
		Mezcla -1 (ARC 20%+MT 5%)	Mezcla-2 (ARC 30%+MT 6%)	Mezcla-3 (ARC 40%+MT 7%)
E1	6.65	5.97	7.65	4.50
E2	6.78	5.47	7.50	5.62
E3	7.47	5.76	6.92	5.90
E4	7.15	6.87	7.12	5.27
Media	7.012	6.018	7.298	5.323
Desv.Est.	0.371	0.604	0.336	0.606
N	4	4	4	4

FUENTE: Elaborado por el tesista.

(AR): Agregado reciclado

(MT): Mucilago de tuna

La resistencia a flexión de especímenes sin tratamiento, dosificadas con el 95% de tierra y 5% paja, presentan una tensión media de 7.012 kg/cm² con una desviación estándar de 0.371, mientras que los especímenes con tratamiento, incorporando agregado reciclado en 20%, 30% y 40% y mucilago de tuna en 5%,6% y 7%, alcanza una tensión media de 6.21 kg/cm². Por tanto, este resultado supera en relación a la resistencia mínima de 0.81 kg/cm². En forma particular; la mezcla Mz-1 tiene una media de 6.018 Kg/cm²; mientras que la mezcla Mz-2 y la mezcla Mz-3 alcanzan una media de 7.298 y 5.32 kg/cm² respectivamente. Por consiguiente; la mezcla Mz-2 con la incorporación del 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna se encuentra dentro de dichos parámetros y presentan mejor resistencia a flexión en comparación a las mezclas Mz-1 y Mz-3, superando a los especímenes de adobe convencional.

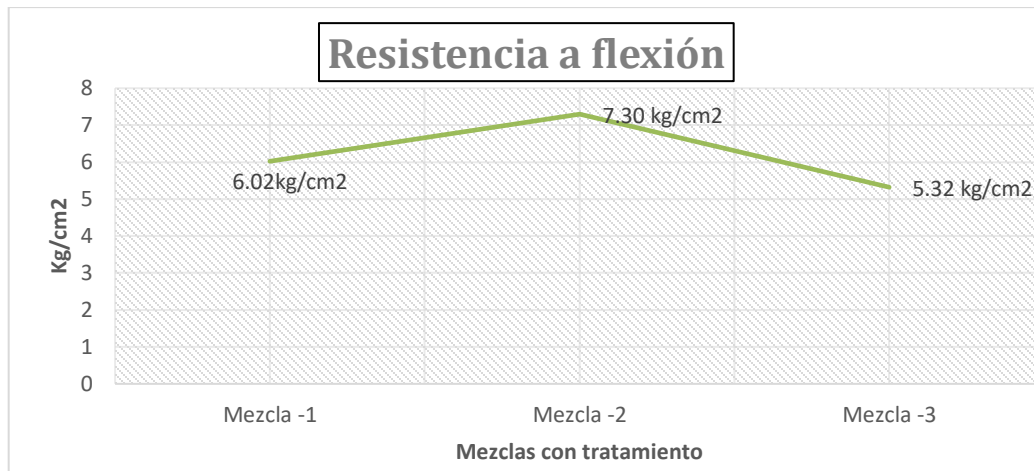


Figura 29. Resistencia a flexión en mezclas con tratamiento.

Análisis estadístico: Para resistencia a flexión en especímenes con tratamiento

Prueba t de student:

Hipótesis nula $H_0: \mu = 0.81$

Hipótesis alterna $H_1: \mu > 0.81$

Valor T	Valor p
9.34	0.006

H_0 : La media hipotética de los especímenes con tratamiento es igual a 0.81 Kg/cm², según la norma E080.

H_1 : La media hipotética de los especímenes con tratamiento es mayor a 0.81 Kg/cm², según la norma E080.

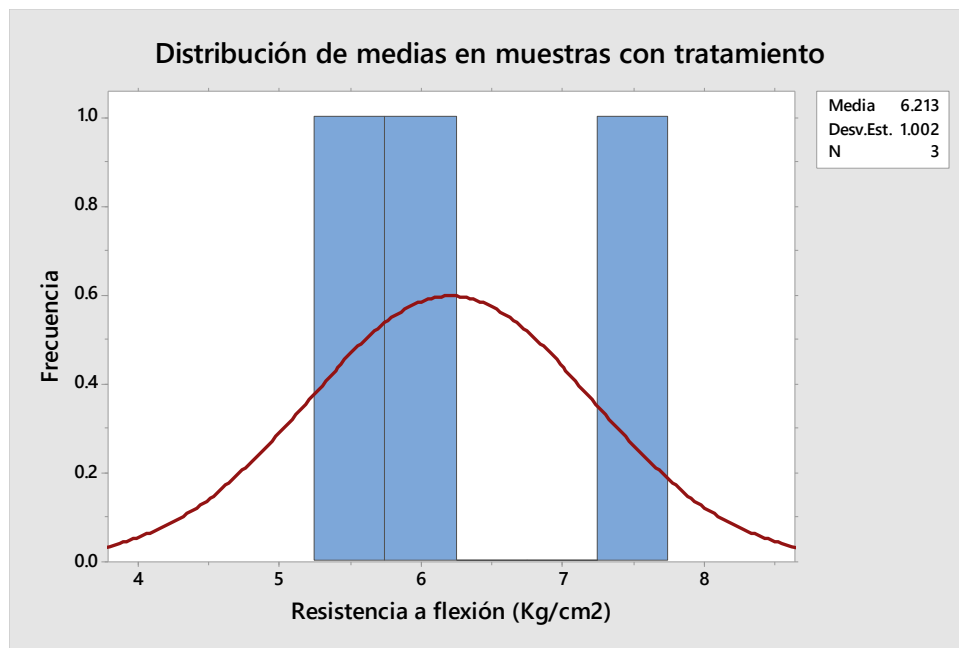


Figura 30. Comportamiento mecánico: Resistencia a flexión

Resultado: El valor de p es menor al nivel de significancia ($0,006 < 0.05$). Decisión tomada; estadísticamente se rechaza la H^0 y se acepta la $H1$; Es decir la media de la resistencia a flexión de las muestras con tratamiento es de 6.21 kg/cm², por lo que resulta ser diferente a la media hipotética de 0.81 kg/cm². Por tanto, esta cifra supera lo indicado en la normativa E0.80.

4.4 *Análisis del comportamiento físico*

Absorción de Agua

Este ensayo se realizó en especímenes con y sin tratamiento, teniendo en cuenta la NTP 339. 613. Los resultados de los ensayos de absorción en especímenes sin y con tratamiento a los 28 días de secado, se presentan en la tabla 19, (Ver Anexo-4; 4.5)

Tabla 19. Absorción de agua en adobes con y sin tratamiento

Espécimen	ABSORCIÓN (%)			
	Mezcla -0 (Sin tratamiento)	(Con tratamiento)		
		Mezcla -1 (ARC 20%+MT 5%)	Mezcla-2 (ARC 30%+MT 6%)	Mezcla-3 (ARC 40%+MT 7%)
E1	16.33	18.10	18.20	21.16
E2	17.86	15.43	17.86	16.25
E-3	14.55	17.53	17.45	18.68
Media	16.24	17.02	17.84	18.70

FUENTE: Elaborado por el tesista.

Para determinar capacidad de resistencia de los especímenes de adobe con y sin tratamiento frente al agua, se tuvo que llevar a horno para su cocción en un promedio de tres horas a una temperatura de 110 °C a 115°C, tras no superar la prueba los adobes en crudo. Los resultados de los ensayos de absorción de agua permitieron que los especímenes sin tratamiento (adobe convencional), tengan una media de adsorción de 16.24%, mientras que especímenes con tratamiento incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna, obtengan una media de absorción de 17.85%. Por tanto, se pudo determinar que conforme aumenta los niveles de dosificación tanto en agregado reciclado como en mucilago de tuna el nivel de saturación aumenta, por lo que se evidencia una relación positiva.

V DISCUSIÓN

- Los resultados de esta investigación determinaron que la mezcla Mz-2 con una dosificación del 30% de agregado reciclado y 6% mucilago de tuna superan el comportamiento mecánico frente a los especímenes de adobe convencional, esta concentración en función al estrato de suelo M-4 se asemeja a la degradación de suelo por norma. Asimismo, en la granulometría del agregado reciclado predomina el 95% de partículas de arena, con un módulo de finura de 2.37, la cual se encuentra dentro de los parámetros de uso para la elaboración de concretos, encontrándose en la categoría del grupo SP según el SUCS. Tomando en cuenta McNeil & Kang (2000), donde los agregados reciclados tienen una densidad menor que los agregados naturales, se optó en incorporar mucilago de tuna, dadas su composición química (ceniza, silice).

Esta dosificación guarda relación con la investigación de Benzerra & Perrot (2021), en la medida que utiliza el efecto combinado de fibras naturales y biopolímeros sobre el esfuerzo de la tierra cruda, mediante pruebas y ensayos son respaldados por observaciones microscópicas y extracción llevadas a cabo a fibras de forma individual. Por lo que concluye que las fibras de disolución tienen un mejor refuerzo ante las fibras naturales al crear un efecto sinérgico, de tal forma que el comportamiento mecánico mejora enormemente. Por tanto, resulta mayor la resistencia a la compresión, tracción y presenta mejores propiedades dúctiles.

- Con respecto a la caracterización de suelo, los resultados determinaron que la muestra de suelo M-4 cuyas características físicas son favorables en comparación con las muestras de suelo M-2 y M-3, está compuesto en más del (60%) de finos (arcilla y limos) que pasan por la malla N° 200, y menos del (40%) de arena, el estudio de plasticidad representada por los límites líquido y plástico que corresponden al 29% y 20%, permitieron clasificar el tipo de suelo arcilla de baja plasticidad (CL) de acuerdo SUCS. Por consiguiente, la fundación de terreno de la cantera de Alintuyo está compuesta por suelos limosos y suelos arcillosos,

categorizada en el grupo de suelos regulares a malos según la clasificación AASTHO.

Estos resultados son compatibles a Ramírez (2016), en el estudio de las propiedades de resistencia al agua y comportamiento mecánico, empleando biopolímeros naturales modifica las propiedades de suelo. En primera instancia, previo a los estudios de suelo se obtiene una clasificación (CL); la cual corresponde a suelo arcilloso de baja plasticidad. Por lo que adiciona polímero natural, a fin de disminuir el contenido de arcilla y mejorar la resistencia mecánica y física del suelo en las construcciones de tierra.

De la misma forma guardan relación a los resultados de Sernaqué, S (2020), en su investigación elaboración de bloques de tierra comprimida (BTC) con adición de residuos de demolición (RCD) como material de construcción sostenible, establece que los suelos empleados son ML (Limos arcilloso con poca plasticidad) y según el AASTHO suelo de tipo A-7-6 (15) corresponde a un suelo arcilloso, por tanto, se incorpora arena para mejorar su granulometría y realizar la estabilización suelo-cemento. Asimismo, sostiene que la dosificación compuesta por 20% de suelo, 65% de arena y 15% de cemento en (BTC1) tiene un mejor comportamiento físico y mecánico.

- En relación al comportamiento mecánico, los resultados demostraron una mejora significativa del agregado reciclado y mucilago de tuna, superando los parámetros de 10.20 Kg/cm² y 0.81 Kg/cm² respecto a la resistencia a compresión y flexión establecidos por la norma E0.80. Con una concentración favorable que corresponde a la mezcla Mz-2 con el 30% agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna alcanza una resistencia a compresión de 31.8 Kg/cm² y resistencia a flexión de 7.298 Kg/cm², superando con respecto al adobe convencional con una resistencia a compresión y flexión de 30.5 Kg/cm² y 7.012 Kg/cm² respectivamente.

Los resultados obtenidos guardan relación con la investigación de Hernández (2015), quien establece que el bloque convencional con una composición de tierra del 35%, cemento 5%, arena 60% alcanza una resistencia a compresión de 3.52 Mpa; mientras que el bloque tratado logra una resistencia de 5.74% con el 70% de residuos de construcción y demolición, 25% de tierra, 5% de cemento. Por lo que los bloques en tierra con adición de residuos de construcción y demolición resultaron con mejores propiedades mecánicas que los bloques con agregado convencional. Por tanto, cumplen con las especificaciones físicas y mecánicas establecidas en la norma colombiana, de tal forma que puede ser empleado para bloques de suelo cemento en la construcción.

Los resultados de López (2018), en Desarrollo de un nuevo bloque de tierra mejorada con la incorporación de aditivos de compuestos orgánicos, demuestran que todas las muestras que fueron elaborados con gel de origen vegetal (GOV), obtuvieron resultados de resistencia a compresión y flexión superiores que el blanco de referencia, la muestra que presenta mejor comportamiento es M1+22% de (GOV).

Del mismo modo con compatibles con la tesis de Diaz (2018) donde la muestra patrón supera en valor mínimo que exige la norma E.080, asimismo los bloques con el 5%, 6% y 7% de aditivo superan la muestra en un 62.64% respecto a la muestra patrón; de la misma forma la resistencia a flexión con el 5% de aditivo aumenta en un 24.73 %, con el 6% aumenta en 44.46% y con el 7% de aditivo aumenta solo en un 3.78 %. En consecuencia, se evidencia que el polímero natural de penca ayuda a mejorar las propiedades mecánicas, cumpliendo con los datos que se presenta en la norma E.080 que son de 10.2 kg/cm² y 0.81 kg/cm² de resistencia a compresión y flexión respectivamente.

- Los resultados de los ensayos de absorción de agua, evidencian la baja resistencia de los adobes en crudo, al no resistir 24 horas sumergidas en agua, sin embargo, se superó la prueba con adobes cocidos, logrando resistir 24 horas dentro del agua. Los especímenes sin tratamiento presentaron una saturación

menor que los especímenes con tratamiento, con una media de 16.24% y respecto a la media de los especímenes con tratamiento 17.85%. Estos resultados discrepan a otras investigaciones, como la de Diaz (2018), que concluye que el polímero natural de penca ayuda a mejorar las propiedades mecánicas y absorción del agua, demuestran la baja resistencia de los adobes patrón, sin ninguna adición el cual no resisten 24 horas sumergidas, sin embargo, los resultados obtenidos de los adobes compactados con porcentajes de 5%, 6% y 7% de polímero natural si logra resistir 24 horas sumergidos en agua.

VI CONCLUSIONES

El estudio determinó que el diseño de mezcla Mz-2 con una dosificación del 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna, permite mejorar el comportamiento mecánico frente a los especímenes de adobe convencional, esta concentración se encuentra en función al estrato de suelo M-4 con una clasificación de suelo (CL) de acuerdo SUCS, el cual permite reducir el contenido de arcilla, tras la incorporación de agregado reciclado y mucilago de tuna, concentración alineada a la estratificación de suelo según la norma E.080.

Las características del suelo de la muestra M-4 son determinantes para el estudio físico mecánico del adobe, está compuesto en más del (60%) de finos (arcilla y limos) que pasan por la malla N° 200, y menos del (40%) de arena, el estudio de plasticidad representada por los límites líquido y plástico que corresponden al 29% y 20%, el tipo de suelo arcilla de baja plasticidad (CL) de acuerdo SUCS. Por consiguiente, la fundación de terreno de la cantera de Alintuyo está compuesta por suelos limosos y suelos arcillosos, categorizada en el grupo de suelos regulares a malos según la clasificación AASTHO.

El análisis del comportamiento mecánico demostró una mejora significativa tras la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna, superando los parámetros de 10.20 Kg/cm² y 0.81 Kg/cm² respecto a la resistencia a compresión y flexión establecidos por la norma E0.80. Con una concentración favorable que corresponde a la muestra Mz-2 con el 30% agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna, obtiene mejor comportamiento mecánico con una resistencia a compresión de 31.8 Kg/cm² y resistencia a flexión de 7.298 Kg/cm², superando con respecto al adobe convencional con una resistencia a compresión y flexión de 30.5 Kg/cm² y 7.012 Kg/cm² respectivamente

El análisis del comportamiento físico demostró la baja resistencia de los adobes en crudo, al no resistir 24 horas sumergidas en agua, sin embargo, se superó la prueba con adobes cocidos, logrando resistir las 24 horas dentro del agua, los

especímenes sin tratamiento presentaron menor saturación que los especímenes con tratamiento. Por tanto, el nivel de saturación es mayor en unidades de adobe con agregado reciclado y mucilago de tuna, a medida que estos materiales se incrementan el nivel de saturación es mayor.

.
.

VII RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos del trabajo realizado, se recomienda seguir las siguientes líneas de investigación:

Estudio del comportamiento físico, mecánico y químico de suelos con alto contenido de arcilla.

Estudio del comportamiento de los agregados reciclados y su incidencia en las construcciones de tierra.

Análisis a nivel de microscopia del comportamiento de mezclas de barro incorporando mucilago de tuna y agregado reciclado.

VIII REFERENCIAS

- ASTM C293. (1994). *Método de prueba estándar para la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple con carga en el punto central)*.
- Gernot, M. (2005). *Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. (2da edición en castellano).Alemania: Fin de siglo.
- NTP 339.613. (2005). *Unidades de albañilería - Metodos de muestreo y ensayos de ladrillos de*. Perú, Lima: s.n., 2005.
- ACI-555. (2002). *Concrete with Recycled Materials*.
- ASTM D2216. (2005). *Standard test methods for the determination of water content Soil Laboratory*.
- ASTM D422. (2005). *Standard Test Method for Soil Particle Size Analysis*.
- ASTM D4318. (2005). *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*.
- Bazalar, L., y Cadenillas, M. (2019). *"Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ ", (Tesis para optar título). Programa académico de ingeniería civil. Universidad peruana de ciencias aplicadas. Lima, Perú. Recuperado en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.*
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. México: Shalom, 2008. 94 pp.
- Benites, V. (2017). *"Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina)".(Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura,Perú. Recuperada en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2993>.*
- Benzerara, M., Guihéneuf, S., Belouettar, R., & Perrot, A. (2021). Combined and synergic effect of algerian natural fibres and biopolymers on the reinforcement of extruded raw earth. *Science Direct*, Recuperado en <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123211>.
- Collao, M. o. (2017-2030). *Plan de desarrollo urbano sostenible de Ilave* . Ilave, Perú.

- Conde, A. (2018). *Los Residuos de Construcción y/o Demolición y su Reutilización para la Reducción de Impactos Ambientales Negativos de una Obra de Edificación en Lima, 2018* (Tesis para optar título). Escuela profesional de ingeniería civil. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú. Recuperado en http://renati.sunedu.gob.pe/browse?type=subject&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&value=Demolici%C3%B3n&starts_with=G.
- Costi de Castrillo, M. P. (2021). Reproducción of traditional adobes using varying percentage contents of straw and sawdust. *Sciencia Direct*, Recuperado en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821012769#!>
- Díaz, J. (2018). *"Propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca, Cajamarca 2018"*, (Tesis para optar título). Universidad privada del Norte. Facultad de ingeniería. Cajamarca, Perú. Recuperado en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14758>.
- E-0.80. (s.f.). *Reglamento nacional de edificaciones*. Perú.
- Granados, S. Diodoro., Castañeda P. Ana: " . (1991). El nopal (historia, fisiología, genética e importancia frutícola). *Primera Edición. Editorial Trillas S.A Mexico*, Recuperado en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000100005.
- Habibi, Y. H. (2004). *Structural features of pectic polysaccharides from the skin of Opuntia ficus-indica prickly pear fruits*.
- Herrera, Y. M. (2016). *Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes del río guayuriba en la ciudad de Villavicencio – meta, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y sistema AASTHO*. Villavicencio, Bogota. Recuperado <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13971/4/CLASIFICACION%20DE%20OLA%20FRACCION%20FINA%20DE%20MATERIALES%20PROVENIENTES%20DEL%20RIO%20GUAYURIBA%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20VILLAVICENCIO%20>

%E2%80%93%20META.pdf.

INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Perú.

Jiménez, E. (2014). *Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (opuntia ficus-indica) a partir de diferentes métodos de extracción. (Tesis par obtener titulo)*. Universidad de Chile . Santiago, Chile. Recuperado en : Facultad de ciencias quimicas y farmacéuticas.

López, A. (2018). *Desarrollo de un bloque de tierra mejorada con la incorporación de aditivos de compuesto orgánico. (Trabajo de Master)*. Universidad Politécnica de Catalunya. Programa de Master. Construcción avanzada en edificación. Escuela politecnica superior de edificación. Catalunya, Barcelona. Recuperado en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/121597/Mem%C3%B2ria_LopezAmiel.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

McNeil, K & Kang, T. (2013). Recycled Concrete Aggregates A Review, International. *Journal of Concrete Structures and Materials*, Recuperado en.

Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2017). *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Lima: El peruano, 2017. pág. 29. Nº 121-2017-Vivienda.

Ministerio del ambiente. (2013). *Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de construcción y demolición*. Lima.

Monje, C. & Rodríguez, D. (2016). *Carbonatación acelerada en agregados reciclados de concreto y evaluación de su desempeño en mezclas de concreto para vías. (Tesis de maestría)*. Bogotá.: Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil.

Morales, R. L. (1993). *Manual para la construcciones de viviendas de adobe*. Lima: UNI.

MVCS, D. N. (2010). *Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe*. Lima, Perú. Recuperado en <http://www.vivienda.gob.pe/dnc>.

MVCS, D. N. (2013). *Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de construcción y demolición*. Lima.

- NTP 400.050. (2017). *Manejo de residuos de la actividad de la construcción y demolición Generalidades 2ª Edición.*
- NTP. 400.050 (2014). *Manejo de residuos de la actividad de la construcción.* Lima, Perú.
- Pelleg, J. (2016). *Mechanical Properties of Materials.* . Israe: Springer Science & Business Media.2016. 634 pp.ISBN: 9400743424.
- Ramírez, J. (2016). "*Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales*".(Tesis grado de magister en ingeniería civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de post grado. San Miguel, Perú. Recuperada en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12054>.
- Rodriguez, W. (2011). *Guía de investigación científica. Asociación Civil Universidad de Ciencias y Humanidades.* Lima, Perú: Fondo Editorial, 2011. 205 pp.
- Sabai, S.,& Rugudagiza,B. (2018). Recycling of oil sludge together with construction and demolition waste into building materials in Tanzania. *African Journal of Environmental Science and Technology*, Recuperado en <https://academicjournals.org/journal/AJEST/article-full-text-pdf/E7088DA55599>.
- Sáenz, C., Berger, H., Corrales, J., Galletti, L., García, V., Higuera, I., Mondragón, C., Rodríguez-Félix, A., Sepúlveda, E., Varnero, M. (2006). *Utilización Agroindustrial del nopa.* Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Vol. 162.
- SENAMHI. (2021). *Descenso De Temperatura Nocturna En La Sierra Centro Y Sur .* Perú.
- Sernaqué, S. (2020). "*Elaboración de bloque de tierra comprimida (BTC) con adición de residuos de construcción y demolición (RCD) como material de construcción sostenible en la ciudad de Piura 2020*"(Tesis para optar título, Universidad Cesar Vallejo).). Piura, Perú. Recuperado en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52173>.
- Sherin, H. (2014). *Promoting earth architecture as a sustainable construction technique in Egypt.* Journal of Cleaner Production 65. Recuperado en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652613006033>

- Shirani, M., Akbari, M., & Panahi, O. (2020). Optimum mix design of recycled concrete based on the fresh and hardened properties of concrete. *Journal of Building Engineering*, Recuperado en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220301145#!>
- Urbina, E. (2019). *Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto fc210kg/cm2 (Tesis para optar título)*. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú. Recuperado en <https://repositorio.urp.du.pe>.
- Vásquez, A., Botero, L. & Carvajal, D. (2015). Fabrication of Compressed Earth Blocks with the Addition of Construction and Demolition Debris Instead of the Conventional Rocky Aggregate. *Ingeniería y ciencia*, Recuperado de <https://doi.org/10.17230/ingciencia.11.21.10>.
- Vilscas, C. (2019). *Comparación de los resultados de ensayos físico-mecánicos realizados a bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición en Sudamérica. (Trabajo de investigación, Universidad continental)*. . Huncayo, Perú. Recuperado en <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6098>.
- Xianggang, Z., Shuren, W., & Xiang, G. (2018). Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete Subjected to Compression Test. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, Recuperado en https://www.researchgate.net/publication/331393366_Mechanical_Properties_of_Recycled_Aggregate_Concrete_Subjected_to_Compression_Test

ANEXO-1

Matriz de Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable I				
Agregado reciclado	Material obtenido a partir de los residuos de construcción y demolición, el cual debe cumplir granulométricamente lo indicado en la norma NTP 400.012 (Urbina, 2019, p11.)	El agregado reciclado, mediante proceso de chancado serán triturados hasta obtener partículas de tamaño entre 1" y 11/2"	Análisis granulométrico Módulo de finura	Porcentaje de agregado reciclado (20%,30%,40%) $\Sigma\%$ Acumulados retenidos /100
Mucilago de tuna	El mucílago proveniente de la planta opuntia, se considera un hidrocoloide natural, similar a las gomas comerciales; por su anatomía y morfología esta planta se adaptada a condiciones de fuerte estrés ambiental, tiene la capacidad de resistir altas temperaturas y periodos prolongados de sequía (Sáenz et al., 2006).	El mucilago de tuna mediante proceso de macerado, serán puestas en agua en recipientes por un periodo de tiempo de 15 días hasta obtener un líquido viscoso	Extracto (goma) mucilago	Dosis (5%,6%, 7%)
Variable II				
Comportamiento mecánico	Pelleg (2016). Se ocupa de los fenómenos relacionados con la estabilidad bajo fuerza. La deformación bajo fuerzas aplicadas y la fractura de material dependen de su estructura.	Se realiza ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión y flexión, según Norma E.080.	Clasificación de suelo Contenido de humedad Granulometría Limite plástico Limite liquido Índice de plasticidad	Granulometría Límites de atterberg Propiedades mecánicas Resistencia a la compresión Resistencia a flexión

FUENTE: Elaborado propia

ANEXO-2

Matriz de consistencia: Análisis del comportamiento físico y mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente			
¿En qué medida mejora el comportamiento físico mecánico del adobe al incorporar agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?	Establecer dosificaciones de agregado reciclado y mucilago de tuna que permitan mejorar el comportamiento físico mecánico del adobe en Puno 2021.	Las dosificaciones establecidas de agregado reciclado y mucilago de tuna permiten mejorar el comportamiento físico mecánico del adobe en Puno 2021.	-Agregado reciclado - Mucilago de tuna	Análisis granulométrico Módulo de finura -Extracto (goma) de mucilago	Porcentaje de agregado reciclado (20%,30%,40%) \sum % Acumulados retenidos /100 Dosis (5%,6%, 7%)	TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada ENFOQUE Cuantitativo
Específico	Específicos	Específicos	Dependiente			
¿Cuáles son las características del suelo para el estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?	Determinar las características del suelo para el estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021	Las características del suelo son determinantes para el estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021	Comportamiento físico mecánico	Clasificación de suelo Contenido de humedad Granulometría Limite plástico Limite líquido Índice de plasticidad	Granulometría Límites de atterberg	NIVEL Explicativo DISEÑO METODOLÓGICO Experimental puro POBLACIÓN 90 adobes
¿Cuál es el comportamiento mecánico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?	Analizar el comportamiento mecánico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021	Es significativo el comportamiento mecánico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021	Comportamiento Mecánica	Esfuerzo de rotura mínimo	Ensayo de resistencia a compresión en unidad de adobe. Ensayo de resistencia a flexión en unidad de adobe	MUESTRA 6 espécimen por ensayo MUESTREO
¿Cuál es el comportamiento físico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021?	Analizar el comportamiento físico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021	Es significativo el comportamiento físico que genera el adobe con la incorporación del agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021	Comportamiento físico	Capacidad de reacción frente al agua	Ensayo de absorción de agua	No probabilístico

ANEXO-3

PANEL FOTOGRÁFICO

Ensayo de Resistencia a flexión en muestra M-1



Especímenes de muestra M-2 después del ensayo de resistencia a flexión



Ensayo de Resistencia a compresión en muestra M-1



Especímenes de muestra M-1 después del ensayo de resistencia a compresión



Ensayo de absorción de agua en unidades de adobe



Saturación de especímenes después del ensayo de absorción de agua



Selección y obtención de agregado reciclado
Punto de muestreo: Vivienda en demolición



Chancado y triturado de agregado reciclado



Dimensiones de adobera



Moldeo y desmoldeo de adobes



Selección de materiales para la elaboración de adobes



Secado de adobes al 1er y 3er día



Especímenes de adobe seleccionada con la incorporación de
agregado reciclado y mucilago de tuna



Especímenes de adobe con la incorporación
20% de agregado reciclado y 5% mucilago de tuna, después del ensayo
de resistencia a compresión



Pesado de muestras de suelo



Granulometría del agregado reciclado





ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
9.1 A-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107/ ASTM D 422/ AASHTO T 88)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

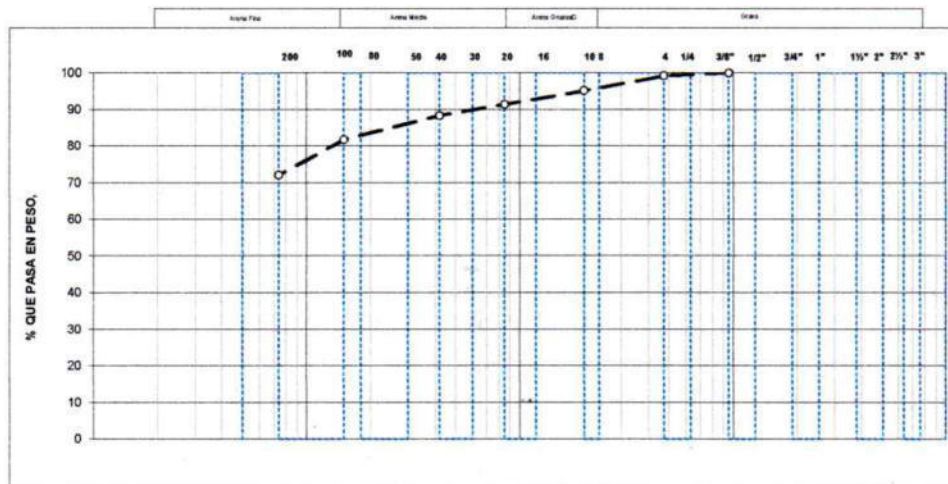
PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"
SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES
MATERIAL : SUELO
UBICACIÓN : Puno-EI Collao-Ilave
ING. RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona
TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe
FECHA : 26-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO
MUESTRA : M-2
COORDENADAS : 432581.7 Este 8220382.7 Norte
PROF. (m) : 0.30 - 0.70
WGS84

Tamiz	Peso	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
		Referido (%)	Acumulado (%)	min. (%)		max. (%)		
mm	(g)							
12"	304.80							
11"	279.40							
10"	254.00							
9"	228.60							
8"	203.20							
7"	177.80							
6"	152.40							
5"	127.00							
4"	100.00							% de Humedad: 27.1
3"	75.00							% de Grava: 0.8
2 1/2"	63.50							% de Arena: 27.2
2"	50.80							% de Finos: 72.0
1 1/2"	38.10							Tamaño Máximo:
1"	25.40							% Pasante Nº 200 : 72.0
3/4"	19.05							Peso Inicial: 608.4
1/2"	12.70							Porción de finos:
3/8"	9.53				100.0			Color : marrón claro
1/2"	6.35							L.L. : 39.8
Nº 4	4.75	5	0.8	0.8	99.2			L.P. : 25.8
Nº 8	2.36							I.P. : 14.0
Nº 10	2.00	24.9	4.1	4.9	95.1			M.F. : 0.19%
Nº 16	1.19							CLASIFIC. SUCS : ML
Nº 20	0.85	23.1	3.8	8.7	91.3			CLASIFIC. AASHTO : A-6 (9)
Nº 30	0.60							TAMAÑO MAX. DE OBRER :
Nº 40	0.42	18.8	3.1	11.8	88.2			C.U. :
Nº 50	0.30							C.C. :
Nº 60	0.25							D ₁₀ :
Nº 80	0.18							D ₃₀ :
Nº 100	0.15	39.3	6.5	18.3	81.7			D ₅₀ :
Nº 200	0.07	58.8	9.7	28.0	72.0			Observaciones:
Bandeja		438.7	72.0	100				

Representación Gráfica



OBSERVACION:

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 118895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
4.1 A-2

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA ASTM D4318/ MTC E - 110, 111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES **ING.RESPONS. :** Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO **TECNICO :** Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-El Collao-Ilave **FECHA :** 26-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-2 **Coordenadas :** 432581.7 Este 8220382.7 Norte

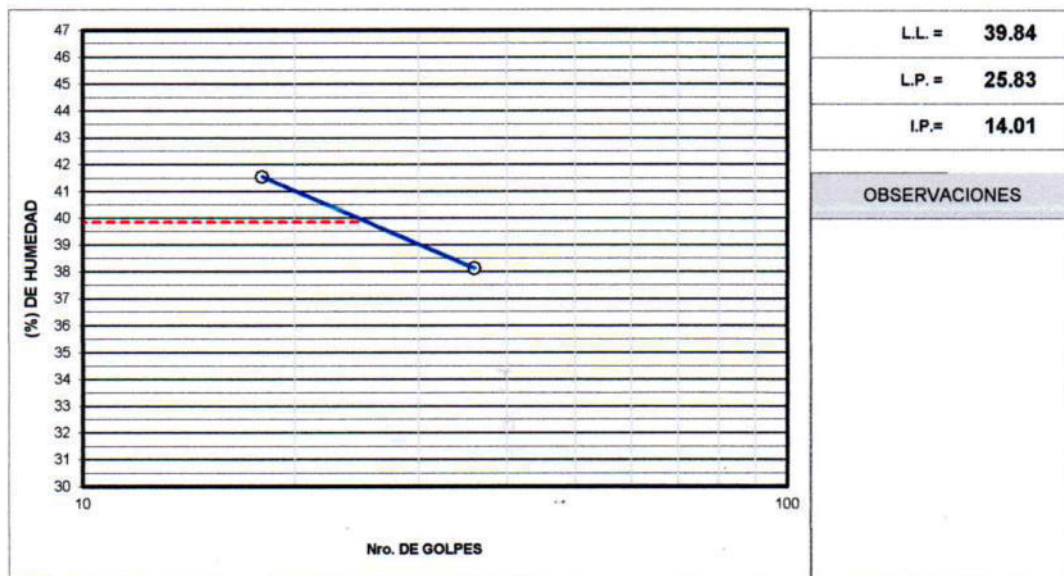
PROF. (m) : 0.30 - 0.70 **WGS84**

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	12	27		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	35.02	44.92		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	29.05	38.87		
PESO DEL AGUA	5.97	6.05		
PESO DEL RECIPIENTE	14.68	23.00		
PESO DEL SUELO SECO	14.37	15.87	POR FORMULA	
CONTENIDO DE AGUA (W%)	41.54	38.12		39.84
NUMERO DE GOLPES	18	36		25

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE	13	A-9		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	15.52	13.96		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	13.54	12.32		
PESO DEL AGUA	1.98	1.64		
PESO DEL RECIPIENTE	5.89	5.96		
PESO DEL SUELO SECO	7.65	6.36		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	25.88	25.79	25.83	
PROMEDIO DE W%				



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.
Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
4.1 A-3

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA ASTM D2216/ MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING.RESPONS. : Ing.Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-El Collao-Ilave FECHA : 27-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-2 Coordenadas : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

PROF. (m) : 0.30 - 0.70 WGS84

Nº RECIPIENTE	30	33		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	202.3	216.8		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	176.2	190.2		
PESO DEL AGUA	26.1	26.6		
PESO DEL RECIPIENTE	82.6	89.1		
PESO DEL SUELO SECO	93.6	101.1		
% DE HUMEDAD	27.9	26.3		
PROMEDIO				27.1

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
4.1 B-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107/ ASTM D 422/ AASHTO T 88)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING. RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-El Collao-Ilave FECHA : 26-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

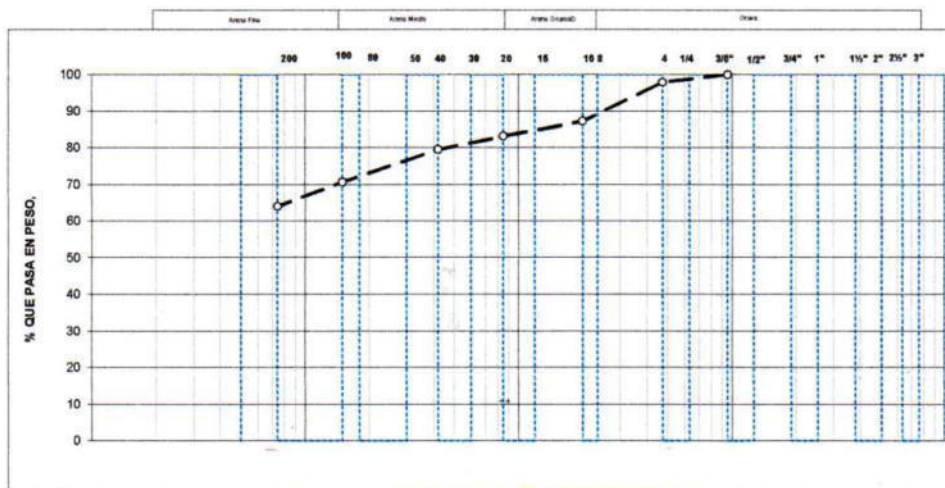
PTO. MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-3 Coordenadas : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

PROF. (m) : 0.70 - 1.20 WGS84

Tamiz	AE	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
Pulgada	mm							
12"	304.80							
11"	279.40							
10"	254.00							
9"	228.60							
8"	203.20							
7"	177.80							
6"	152.40							
5"	127.00							
4"	100.00							% de Humedad : 27.6
3"	75.00							% de Grava : 2.1
2 1/2"	63.50							% de Arena : 33.9
2"	50.80							% de Finos : 64.0
1 1/2"	38.10							Tamaño Máximo:
1"	25.40							% Pasante N° 200 : 64.0
3/4"	19.05							Peso Inicial: 626.2
1/2"	12.70							Porción de finos:
3/8"	9.53				100.0			Color : pardo rojizo
1/4"	6.35							L.L. : 28.8
N° 4	4.75	13	2.1	2.1	97.9			L.P. : 20.4
N° 8	2.36							I.P. : 8.4
N° 10	2.00	66.8	10.7	12.8	87.2			M.F. : 0.32%
N° 16	1.19							CLASIFIC. SUCS : CL
N° 20	0.85	25.5	4.1	16.9	83.1			CLASIFIC. AASHTO : A-4 (6)
N° 30	0.60							TAMAÑO MAX. DE OVER :
N° 40	0.42	22.4	3.6	20.5	79.5			C.u.:
N° 50	0.30							C.c.:
N° 60	0.25							D ₁₀ :
N° 80	0.18							D ₃₀ :
N° 100	0.15	56.0	8.9	29.4	70.6			D ₆₀ :
N° 200	0.07	41.3	6.6	36.0	64.0			Observaciones:
Bandeja		400.9	64.0	100				

Representación Gráfica



OBSERVACION:

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
4.1 B-2

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA ASTM D4318/ MTC E - 110, 111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES **ING. RESPONS.** : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO **TECNICO** : Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-EI Collao-Ilave **FECHA** : 26-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO **Coordenadas** : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

MUESTRA : M-3 **WGS84**

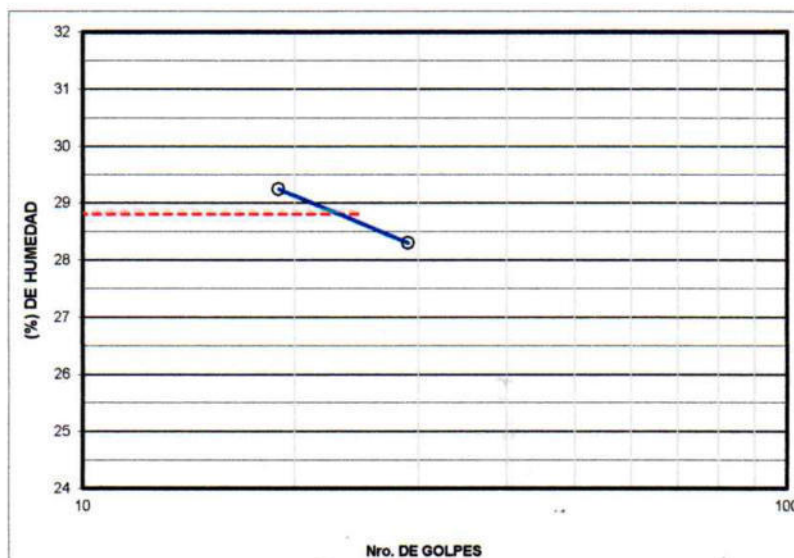
PROF. (m) : 0.70 - 1.20

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	77	74		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	48.64	53.01		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	43.22	46.52		
PESO DEL AGUA	5.42	6.49		
PESO DEL RECIPIENTE	24.68	23.59		
PESO DEL SUELO SECO	18.54	22.93	POR FORMULA	
CONTENIDO DE AGUA (W%)	29.25	28.30		28.82
NUMERO DE GOLPES	19	29		25

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE	16	A-9		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	12.44	11.77		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	11.40	10.78		
PESO DEL AGUA	1.04	0.99		
PESO DEL RECIPIENTE	6.28	5.96		
PESO DEL SUELO SECO	5.12	4.82		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	20.31	20.54	20.43	
PROMEDIO DE W%				



L.L. = 28.82

L.P. = 20.43

I.P. = 8.39

OBSERVACIONES

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4

4.1 B-3

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA ASTM D2216/ MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING.RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-EI Collao-Ilave FECHA : 27-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-3 Coordenadas : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

PROF. (m) : 0.70 - 1.20 WGS84

Nº RECIPIENTE	38	40		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	256.3	260.5		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	218.2	220.6		
PESO DEL AGUA	38.1	39.9		
PESO DEL RECIPIENTE	79.5	76.6		
PESO DEL SUELO SECO	138.7	144.0		
% DE HUMEDAD	27.5	27.7		
PROMEDIO				27.6

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO-4
4.1 C-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107/ ASTM D 422/ AASHTO T 88)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING. RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-EI Collao-Ilave FECHA : 26-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

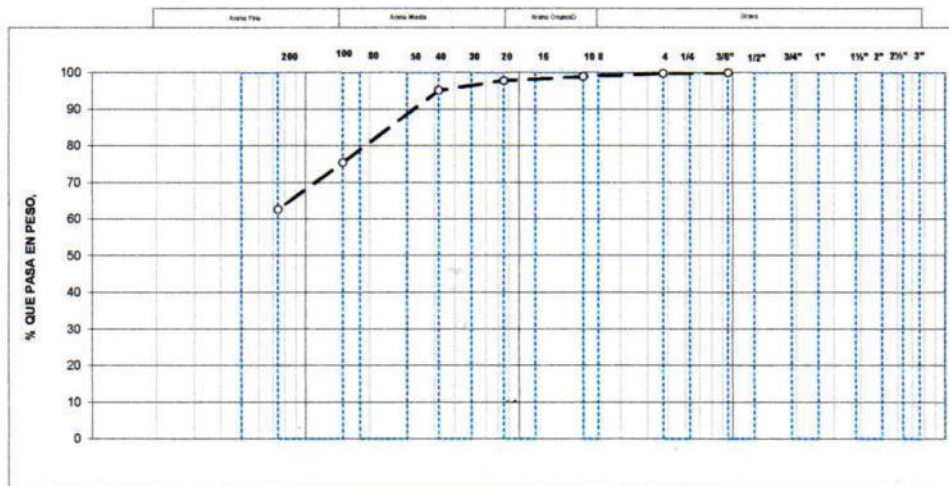
PTO. MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-4 Coordenadas : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

PROF. (m) : 1.20 - 1.70 WGS84

Tamiz	Ø mm	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
12"	304.80							
11"	279.40							
10"	254.00							
9"	228.60							
8"	203.20							
7"	177.80							
6"	152.40							
5"	127.00							
4"	100.00							% de Humedad : 25.6
3"	75.00							% de Grava: 0.2
2 1/2"	63.50							% de Arena: 37.2
2"	50.80							% de Finos: 62.6
1 1/2"	38.10							Tamaño Máximo:
1"	25.40							% Pasante Nº 200 : 62.6
3/4"	19.05							Peso Inicial: 609.2
1/2"	12.70							Porción de finos:
3/8"	9.53				100.0			Color : pardo rojizo
1/4"	6.35							L.L. : 29.0
Nº 4	4.75	1	0.2	0.2	99.8			L.P. : 19.8
Nº 8	2.36							I.P. : 9.2
Nº 10	2.00	5.7	0.9	1.1	98.9			M.F. : 0.25%
Nº 16	1.19							CLASIFIC. SUCS : CL
Nº 20	0.85	6.9	1.1	2.2	97.8			CLASIFIC. AASHTO : A-4 (6)
Nº 30	0.60							TAMAÑO MAX. DE OBRER :
Nº 40	0.42	16.5	2.7	4.9	95.1			C.u.:
Nº 50	0.30							C.c.:
Nº 60	0.25							D ₁₀
Nº 80	0.18							D ₃₀
Nº 100	0.15	119.8	19.7	24.6	75.4			D ₆₀
Nº 200	0.07	77.9	12.8	37.4	62.6			Observaciones:
Bandeja		381.2	62.6	100				

Representación Gráfica



OBSERVACION:

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO -4
4.2 C-2

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA ASTM D4318/ MTC E - 110, 111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES **ING.RESPONS.** : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO **TECNICO** : Bach. Yover L. Così Quispe

UBICACIÓN : Puno-EI Collao-Ilave **FECHA** : 26-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-4 **Coordenadas** : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

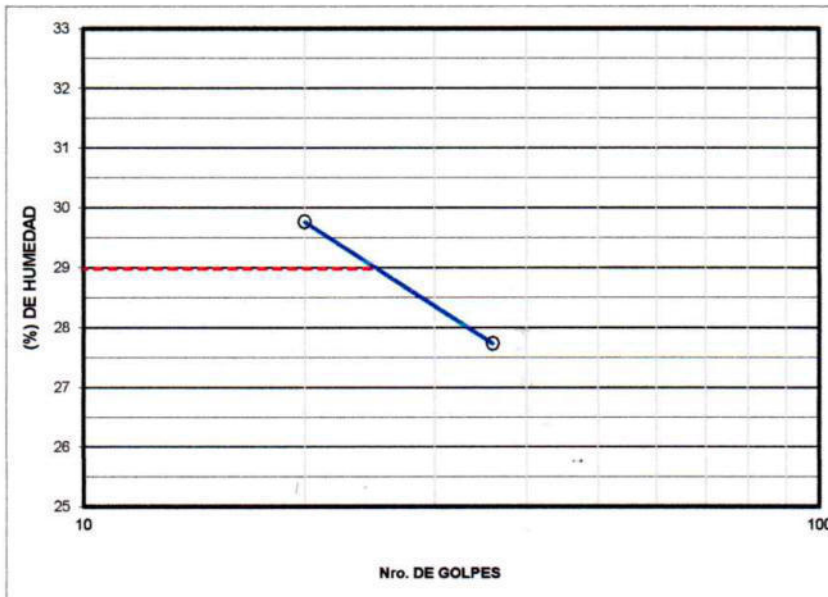
PROF. (m) : 1.20 - 1.70 **WGS84**

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	40	10		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	49.34	37.68		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	43.40	32.75		
PESO DEL AGUA	5.94	4.93		
PESO DEL RECIPIENTE	23.44	14.97		
PESO DEL SUELO SECO	19.96	17.78		POR FORMULA
CONTENIDO DE AGUA (W%)	29.76	27.73		28.98
NUMERO DE GOLPES	20	36		25

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE	M-8	A-22		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	18.61	14.54		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	17.23	13.20		
PESO DEL AGUA	1.38	1.34		
PESO DEL RECIPIENTE	10.24	6.47		
PESO DEL SUELO SECO	6.99	6.73		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	19.74	19.91	19.83	
PROMEDIO DE W%				



L.L. = 28.98

L.P. = 19.83

I.P. = 9.15

OBSERVACIONES

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO-4
4.1 c-3

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA ASTM D2216/ MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING.RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

MATERIAL : SUELO TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe

UBICACIÓN : Puno-El Collao-Ilave FECHA : 27-Abr-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : CANTERA ABIERTA-ALINTUYO

MUESTRA : M-4 Coordenadas : 432581.7 Este 8220382.7 Norte

PROF. (m) : 1.20 - 1.70 WGS84

Nº RECIPIENTE	32	35		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	223.3	220.9		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	194.4	191.2		
PESO DEL AGUA	28.9	29.7		
PESO DEL RECIPIENTE	80.3	76.4		
PESO DEL SUELO SECO	114.1	114.8		
% DE HUMEDAD	25.3	25.9		
PROMEDIO				25.6

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
4.2 A-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO RECICLADO

(ASTM-C33/AASHTO-M6/NTP 400.037/)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

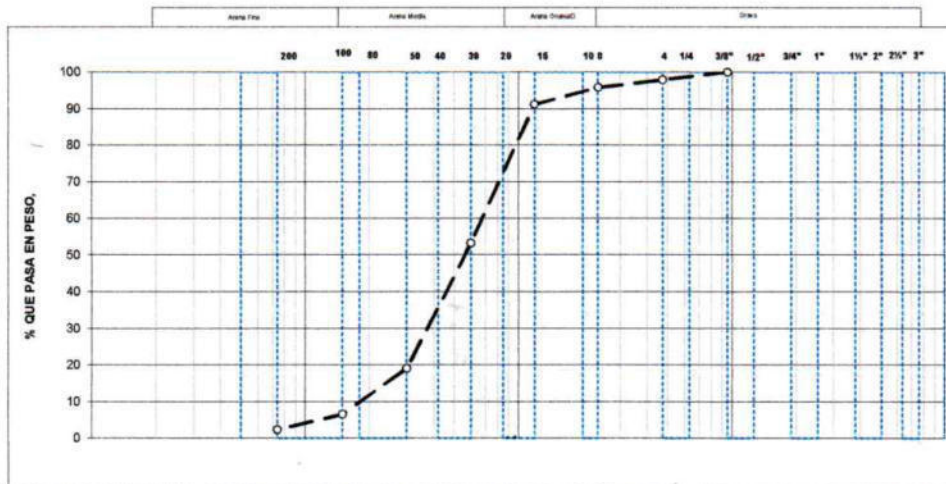
PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"
 SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING. RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona
 UBICACIÓN : Puno-EI Collao-Ilave TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe
 FECHA : 26-May-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : DEMOLICIÓN DE VIVIENDA Coordenadas : 432575.76 Este 8220844.82 Norte
 MATERIAL : ARENA RECICLADA WGS84

Tamiz Æ Pulgada	mm	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
12"	304.80							
11"	279.40							
10"	254.00							
9"	228.60							
8"	203.20							
7"	177.80							
6"	152.40							
5"	127.00							
4"	100.00							% de Humedad : 5.3
3"	75.00							% de Grava : 2.1
2 1/2"	63.50							% de Arena : 95.6
2"	50.80							% de Finos : 2.3
1 1/2"	38.10							Tamaño Máximo:
1"	25.40							% Pesante Nº 200 : 2.3
3/4"	19.05							Peso Inicial : 626.5
1/2"	12.70							Porción de finos :
3/8"	9.53				100.0			Color : gris claro
1/4"	6.35							L.L. : N.P.
Nº 4	4.75	13	2.1	2.1	97.9			L.P. : N.P.
Nº 8	2.38	13.2	2.1	4	95.8			I.P. : N.P.
Nº 10	2.00							M.F. : 2.37%
Nº 16	1.19	29.3	4.7	8.9	91.1			CLASIFIC. SUCS : SP
Nº 20	0.85							CLASIFIC. AASHTO :
Nº 30	0.60	238.3	37.9	46.8	53.2			TAMAÑO MAX. DE OVER :
Nº 40	0.42							C.u. :
Nº 50	0.30	214.8	34.2	81.0	19.0			C.c. :
Nº 60	0.25							D ₁₀ :
Nº 80	0.18							D ₃₀ :
Nº 100	0.15	78.3	12.5	93.5	6.5			D ₅₀ :
Nº 200	0.07	26.6	4.2	97.7	2.3			Observaciones:
Bandeja		14.8	2.3	100				

Representación Grafica



OBSERVACION:

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

 Luisa Hilda Arcos Ticona
 INGENIERO GEÓLOGO
 C.I.P. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4

4.2 A-2

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO RECICLADO

(NTP 339.185/ ASTM C-566)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y DE MATERIALES

PROYECTO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA PUNO 2021"

SOLICITANTE : CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES ING.RESPONS. : Ing. Luisa H. Arcos Ticona

UBICACIÓN : Puno-El Collao-llave TECNICO : Bach. Yover L. Cosi Quispe

FECHA : 27-May-21

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : DEMOLICIÓN DE VIVIENDA Coordenadas : 432575.76 Este 8220844.82 Norte

MATERIAL : ARENA RECICLADA WGS84

Nº RECIPIENTE	21	30		
PESO DE MUESTRA HUMEDO + RECIPIENTE	221.2	228.3		
PESO DE MUESTRA SECO + RECIPIENTE	213.2	221.2		
PESO DEL AGUA	8.0	7.1		
PESO DEL RECIPIENTE	68.4	81.2		
PESO DE MUESTRA SECA	144.8	140.0		
% DE HUMEDAD	5.5	5.1		
PROMEDIO				5.3

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L. CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4

4.3 A-1

PROYECTO: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA EN PUNO 2021.

SOLICITANTE: CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES.

UBICACIÓN: DISTRITO PUNO-PROVINCIA PUNO-DEPARTAMENTO.

FECHA: 28/06/2021

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

RESULTADO DE ENSAYO N°1

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	KN	KGf	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área cm2	KGf/cm2	Promedio KGf/cm2
M-0	E1	86.23	8792.87	15	20	300	29.31	30.50
	E2	95.23	9710.60	14.8	20	296	32.81	
	E3	93.14	9497.49	14.9	20	294	32.27	
	E4	81.27	8287.10	15	20	300	27.62	
	E5	75.2	7668.14	15	19	285	26.91	
	E6	80.89	8248.35	15	19.5	293	28.20	

M-0: Muestra patrón |

RESULTADO DE ENSAYO N° 2

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	KN	KGf	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área cm2	KGf/cm2	Promedio KGf/cm2
M-1	E1	87.79	8951.95	15	20	300	29.84	26.17
	E2	61.63	6284.41	15	20	300	20.95	
	E3	65.97	6726.96	14.9	19.7	294	22.92	
	E4	69.38	7074.68	15	20	300	23.58	
	E5	75.08	7655.91	14.5	19.8	287	26.67	
	E6	72.36	7378.55	15	20	300	24.60	

M-1: Muestra tratada con la incorporación del 20% de agregado reciclado y 5% de mucilago de tuna.

RESULTADO DE ENSAYO N°3

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	KN	KGf	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área cm2	KGf/cm2	Promedio KGf/cm2
M-2	E1	102.9	10492.71	15	20	300	34.98	31.88
	E2	81.54	8314.63	14.9	20	298	27.90	
	E3	89.36	9112.04	15	20	296	30.76	
	E4	92.65	9447.52	15	20	300	31.49	
	E5	87.01	8872.41	14.8	19.8	293	30.28	
	E6	80.23	8181.05	15	20	300	27.27	

M-2: Muestra tratada con la incorporación del 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna.

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Tecona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4

4.3 A-2

RESULTADO DE ENSAYO N° 4

A los (28 días)								
Código de Muestra	Espécimen	KN	KGf	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área cm ²	KGf/cm ²	Promedio KGf/cm ²
M-3	E1	79.11	8066.85	15	20	300	26.89	24.10
	E2	73.29	7473.38	14.8	20	296	25.25	
	E3	62.58	6381.28	15	20	300	21.27	
	E4	67.58	6891.13	15	20	300	22.97	
	E5	61.23	6243.62	15	19.5	293	21.35	
	E6	60.89	6208.95	15	20	300	20.70	

M-3: Muestra tratada con la incorporación del 40% de agregado reciclado y 7% de mucilago de tuna.

OBSERVACIÓN: Los ensayos se realizaron en una prensa automática de Marca Modelo PYS EQUIPOS Serie 171268, de 2000 KN capacidad, con certificación calibrada, aplicando una velocidad de carga de 5 KN/s en conformidad con la norma ASTM C39/39M-12.

CERTIFICADO: ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

TÉCNICO: Bach. YOVER L. COSI QUISPE.

RESPONSABLE: ING. LUISA H. ARCOS TICONA.

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO - 4
4.4 A-1

PROYECTO: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA EN PUNO 2021

SOLICITANTE: CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES

UBICACIÓN: DISTRITO PUNO-PROVINCIA PUNO-DEPARTAMENTO

Fecha: 28/06/2021

RESISTENCIA A FLEXIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

RESULTADO DE ENSAYO N° 1

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	P	KGf	Ancho (cm) promedio	Largo (cm)	Altura (cm)	Área cm2	Longitud entre apoyos	KGf/cm2	Promedio KGf/cm2
M-0	E1	2.32	236.57	15	20	8	300	15	5.54	7.01
	E2	3.12	318.15	14.5	20	8	290	15	7.71	
	E3	2.73	278.38	14.9	19.7	7.9	294	15	6.74	
	E4	3.11	317.13	15	20	7.9	300	15	7.62	
	E5	2.89	294.69	14.5	21	8	305	15	7.15	
	E6	2.58	263.08	15.2	19.5	8	296	15	6.08	

M-0: Muestra patrón

RESULTADO DE ENSAYO N° 2

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	P	KGf	Ancho (cm) promedio	Largo (cm)	Altura (cm)	Área cm2	Longitud entre apoyos	KGf/cm2	Promedio KGf/cm2
M-1	E1	2.5	254.93	15	20	8	300	15	5.97	6.02
	E2	2.26	230.45	14.8	19.7	8	292	15	5.47	
	E3	1.95	198.84	14.9	20.0	7.5	298	15	5.34	
	E4	2.35	239.63	15	20	7.9	300	15	5.76	
	E5	2.78	283.48	14.5	19.8	8	287	15	6.87	
	E6	1.85	188.64	15.2	20	8	304	15	4.36	

M-1: Muestra tratada con la incorporación del 20% de agregado reciclado y 5% de mucilago de tuna.

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Bicono
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO-4

9.4 A-2

RESULTADO DE ENSAYO N° 3

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	P	KGf	Ancho (cm) promedio	Largo (cm)	Altura (cm)	Área cm ²	Longitud entre apoyos	KGf/cm ²	Promedio KGf/cm ²
M-2	E1	2.37	241.67	15	20	7.5	300	15	6.44	7.30
	E2	2.16	220.26	14.8	20	8	296	15	5.23	
	E3	3.1	316.11	14.9	20	7.9	294	15	7.65	
	E4	3.06	312.03	15	20	7.9	300	15	7.50	
	E5	2.8	285.52	14.5	19.8	8	287	15	6.92	
	E6	2.98	303.87	15	20	8	300	15	7.12	

M-2: Muestra tratada con la incorporación del 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna.

RESULTADO DE ENSAYO N° 4

A los (28 días)

Código de Muestra	Espécimen	KN	KGf	Ancho (cm) promedio	Largo (cm)	Altura (cm)	Área cm ²	Longitud entre apoyos	KGf/cm ²	Promedio KGf/cm ²
M-3	E1	1.98	201.90	15	19.9	8.2	299	15	4.50	5.32
	E2	2.32	236.57	14.8	20	8	296	15	5.62	
	E3	2.39	243.71	14.9	19.6	7.9	292	15	5.90	
	E4	1.95	198.84	15	20	7.9	300	15	4.78	
	E5	2.13	217.20	14.5	19.8	8	287	15	5.27	
	E6	1.89	192.72	15	20	8	300	15	4.52	

M-3: Muestra tratada con la incorporación del 40% de agregado reciclado y 7% de mucilago de tuna.

OBSERVACIÓN: Los ensayos se realizaron en una prensa automática de Marca Modelo PYS EQUIPOS Serie 171268 de 2000 KN capacidad, con certificación calibrada, aplicando una velocidad de carga de 5 KN/s en conformidad con la norma ASTM C39/39M-12.

CERTIFICADO: ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

TÉCNICO: Bach. YOVER L. COSI QUISPE

RESPONSABLE: ING. LUISA H. ARCOS TICONA

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

CONSULTORES Y CONSTRUCTORES

INGENIERÍA EN GEOTECNIA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS, LABORATORIO DE ENSAYOS, SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO-4
4.5

PROYECTO: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO AGREGADO RECICLADO Y MUCILAGO DE TUNA EN PUNO 2021.

SOLICITANTE: CARMEN PATRICIA PERALTA GONZALES.

UBICACIÓN: DISTRITO PUNO-PROVINCIA PUNO-DEPARTAMENTO.

FECHA: 03/06/2021

ABSORCIÓN DE AGUA EN UNIDADES DE ADOBE (NTP 339.613)

RESULTADO DE ENSAYO N° 1

CÓDIGO DE MUESTRA	ESPÉCIMEN	PESO DEL ESPÉCIMEN SECO (WS) (gr.)	PESO DEL ESPÉCIMEN SATURADO (WD) (gr.)	ABSORCIÓN (%)	PROMEDIO (%)
M-0	E-1	4.90	5.70	16.33	16.24
	E-2	5.60	6.60	17.86	
	E-3	5.50	6.30	14.55	

M-0: Muestra patrón.

RESULTADO DE ENSAYO N° 2

CÓDIGO DE MUESTRA	ESPÉCIMEN	PESO DEL ESPÉCIMEN SECO (WS) (gr.)	PESO DEL ESPÉCIMEN SATURADO (WD) (gr.)	ABSORCIÓN (%)	PROMEDIO (%)
M-1	E-1	5.25	6.20	18.10	17.02
	E-2	5.51	6.36	15.43	
	E-3	5.19	6.10	17.53	

M-1: Muestra tratada con la incorporación del 20% de agregado reciclado y 5% de mucilago de tuna.

RESULTADO DE ENSAYO N° 3

CÓDIGO DE MUESTRA	ESPÉCIMEN	PESO DEL ESPÉCIMEN SECO (WS) (gr.)	PESO DEL ESPÉCIMEN SATURADO (WD) (gr.)	ABSORCIÓN (%)	PROMEDIO (%)
M-2	E-1	5.44	6.43	18.20	17.84
	E-2	5.15	6.07	17.86	
	E-3	5.10	5.99	17.45	

M-2: Muestra tratada con la incorporación del 30% de agregado reciclado y 6% de mucilago de tuna.

RESULTADO DE ENSAYO N° 4

CÓDIGO DE MUESTRA	ESPÉCIMEN	PESO DEL ESPÉCIMEN SECO (WS) (gr.)	PESO DEL ESPÉCIMEN SATURADO (WD) (gr.)	ABSORCIÓN (%)	PROMEDIO (%)
M-3	E-1	5.67	6.87	21.16	18.70
	E-2	5.54	6.44	16.25	
	E-3	5.30	6.29	18.68	

M-3: Muestra tratada con la incorporación del 40% de agregado reciclado y 7% de mucilago de tuna.

OBSERVACIONES: Transcurridos los 28 días de secado, los especímenes fueron llevados a horno durante tres horas a una temperatura de 110 °C a 115°C.

CERTIFICADO: ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

TÉCNICO: Bach. YOYER L. COSI QUISPE

RESPONSABLE: ING. LUISA H. ARCOS TICONA.

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 115895



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGIA

Nº 000062

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-134-2021

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:

MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Rangos 101972.0 kgf
Dirección de carga Ascendente
FABRICANTE P Y S EQUIPOS
Modelo STYE-2000
Serie 171268
Indicador de Fuerza (Modelo/Serie) LM-02 // NO INDICA
Transductor (Modelo // Serie) NO INDICA
Capacidad Max. 2000 kN
Ubicación Lab. De ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L. - PUNO

Código Identificación NO INDICA

Norma utilizada ASTM E4; ISO 7500-1

Intervalo calibrado Escala (s) 101 972 kgf
 De 10 000 a 100 000 kgf

Temperatura de prueba °C Inicial 15,3 Final 15,6

Inspección general La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

Solicitante ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.

Dirección JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155 PUNO - PUNO - PUNO

Ciudad PUNO

PATRON(ES) UTILIZADO(S) Tipo / Modelo **BOTELLA**
 Código **5Y46357**
 Certif. de calibr. **INF-LE 050-21(A) PUCP**

Unidades de medida Sistema Internacional de Unidades (SI)

FECHA DE CALIBRACIÓN 2021/06/16

FECHA DE EMISIÓN 2021/06/22

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luiggi Asenjo G.



Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Nº 000063

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-134-2021

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 kN Resolución: 0.1 kN Dirección de la carga: Ascendente
 101972 kgf 10 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	98.1	98.9	No aplica	100.1	No aplica
20	200.00	20 394	197.8	198.0	No aplica	199.7	No aplica
30	300.00	30 592	296.9	297.2	No aplica	299.5	No aplica
40	400.00	40 789	395.7	396.7	No aplica	398.2	No aplica
50	500.00	50 986	494.9	495.6	No aplica	497.5	No aplica
60	600.00	61 183	595.4	596.3	No aplica	598.4	No aplica
70	700.00	71 380	696.1	697.5	No aplica	700.1	No aplica
80	800.00	81 578	796.8	798.3	No aplica	799.7	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón 0.086 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10 197	0.98	2.02	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20 394	0.76	0.96	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30 592	0.72	0.87	No aplica	No aplica	0.03
40	400.00	40 789	0.79	0.63	No aplica	No aplica	0.02
50	500.00	50 986	0.81	0.52	No aplica	No aplica	0.02
60	600.00	61 183	0.55	0.50	No aplica	No aplica	0.02
70	700.00	71 380	0.30	0.57	No aplica	No aplica	0.01
80	800.00	81 578	0.22	0.36	No aplica	No aplica	0.01

Error de cero fo (%)	0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 0,00
----------------------	-------	-------	-------	-----------	--------------------

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.





Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-134-2021

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972	kgf			
Error de exactitud	0.98	%	Error de cero	0	
Error de repetibilidad	2.02	%	Error por accesorio	0	%
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05	En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-I, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Peru y la SNM INDECOPI.

OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrologia
Luiggi Asenjo G.



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-379-2020

Expediente 00391-2020
Solicitante ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.
Dirección JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS
NRO. 155 PUNO - PUNO - PUNO

Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca OHAUS
Modelo V11P15T
Serie 70914032
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Capacidad Máxima 15000 g
División de escala (d) 2 g
División de verificación (e) 20 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Fecha de Calibración 2020-10-23

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,0 °C	21,2 °C
Humedad Relativa	55 %	58 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2020-10-23

Luigi Asenjo G.

Página 1 de 4
FM035 01



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-379-2020

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 40 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 20 Kg (exactitud M1)	CMM-691-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 10 Kg (exactitud M1)	CMM-690-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Juego de pesas (exactitud F1)	CMM-688-2019
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020 // LM-C-075-2020



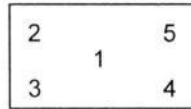


Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-379-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	20	20	1	0,0	5.000	5.000	2	-1,0	-1,0	20
2		20	1	0,0		5.000	1	0,0	0,0	
3		20	1	0,0		5.000	1	0,0	0,0	
4		20	1	0,0		5.000	2	-1,0	-1,0	
5		20	1	0,0		5.000	1	0,0	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0,00002694 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,6667 \text{ g}^2 + 0,000000004087 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 15000 g, División de verificación (e): 20 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo			emp
0 g	a	10000 g	20 g
10000 g	a	15000 g	40 g





Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-378-2020

Expediente 00391-2020

Solicitante ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.

Dirección JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155
PUNO - PUNO - PUNO

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo SE6001F

Serie 8346710548

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 6000 g

División de escala (d) 0,1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración 2020-10-23

Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,8 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	56 %	58 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2020-10-23

Luigi Asenjo G.



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-378-2020

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM--C-076-2020
Patrones de referencia de DM-INACAL	Pesa (Clase E2)	LM--C-075-2020





Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-378-2020

Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2020-10-23
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Cal. Aristides Sologuren N°484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 3.000,0 g			Carga L2= 6.000,0 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,0	0.07	0,0	6.000,0	0.05	0,0
3.000,1	0.07	0,1	6.000,0	0.05	0,0
3.000,1	0.07	0,1	6.000,0	0.05	0,0
Δ Emáx (g)		0,1	Δ Emáx (g)		0,0
emp (g)		3	emp (g)		3

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0.06	0,0						
2,0	2,0	0.06	0,0	0,0	2,0	0.05	0,0	0,0	1
10,0	10,0	0.06	0,0	0,0	10,0	0.05	0,0	0,0	1
20,0	20,0	0.06	0,0	0,0	20,0	0.05	0,0	0,0	1
50,0	50,0	0.06	0,0	0,0	50,0	0.05	0,0	0,0	1
100,0	100,0	0.06	0,0	0,0	100,0	0.05	0,0	0,0	1
500,0	500,0	0.06	0,0	0,0	500,0	0.05	0,0	0,0	1
1.000,0	1.000,0	0.06	0,0	0,0	1.000,0	0.05	0,0	0,0	2
2.000,0	2.000,0	0.06	0,0	0,0	2.000,0	0.05	0,0	0,0	2
4.000,0	4.000,1	0.06	0,1	0,1	4.000,1	0.05	0,1	0,1	3
6.000,0	6.000,0	0.05	0,0	0,0	6.000,0	0.05	0,0	0,0	3





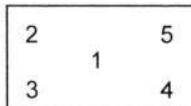
Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-378-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	1,0	1,0	0,05	0,0	2.000,0	1.999,9	0,05	-0,1	-0,1	2
2		1,0	0,05	0,0		1.999,9	0,04	-0,1	-0,1	
3		1,0	0,06	0,0		1.999,9	0,05	-0,1	-0,1	
4		1,0	0,06	0,0		1.999,9	0,04	-0,1	-0,1	
5		1,0	0,07	0,0		1.999,9	0,04	-0,1	-0,1	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura corregida = $R - 0,0000130 \times R$
Incertidumbre Expandida = $2 \times \sqrt{0,0035 \text{ g}^2 + 0,0000000006 \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 6000 g, División de verificación (e): 1 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	500 g	1 g
500 g	a	2000 g	2 g
2000 g	a	6000 g	3 g





Metrotest

E.
I.
R.
L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-377-2020

Expediente 00391-2020

Solicitante ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.

Dirección JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155
PUNO - PUNO - PUNO

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo SE602F

Serie B413425380

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 600 g

División de escala (d) 0,01 g

División de verificación (e) 0,1 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración 2020-10-23

Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,2 °C	18,1 °C
Humedad Relativa	62 %	65 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2020-10-23

Luigi Aserjo G.



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-377-2020

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 0,2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020





Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-377-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	0,10	0,10	0,007	0,0	200,00	200,01	0,007	0,0	0,0	0,2
2		0,10	0,007	0,0		200,01	0,007	0,0	0,0	
3		0,10	0,007	0,0		200,01	0,007	0,0	0,0	
4		0,09	0,007	0,0		200,01	0,007	0,0	0,0	
5		0,10	0,007	0,0		200,01	0,007	0,0	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0,0000147 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,0000168 \text{ g}^2 + 0,00000000284 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 600 g, División de verificación (e): 0,1 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	50 g	0,1 g
50 g	a	200 g	0,2 g
200 g	a	600 g	0,3 g





Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-692-2020

Solicitante : ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.

Dirección : JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS
: NRO. 155 PUNO - PUNO - PUNO

Instrumento de Medición : COPA CASA GRANDE

Marca : ELE INTERNATIONAL

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Identificación : CM-955 (*)

Procedencia : USA

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 2020-10-23

Fecha de Emisión : 2020-10-23

Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronometro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado.
Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Limite Líquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. METROTEST EIRL. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	63 %	62.0 %



Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-692-2020
Página 2 de 2

PATRONES DE REFERENCIA:

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Pie de rey Patrón	CLM-001-2020

RESULTADOS

APARATO DE LIMITE LIQUIDO

	Descripción	A	Dimensiones			
			Métrico	Tolerancia	Ingles	Tolerancia
			(mm)	(mm)	(in)	(in)
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa	A	53.968	54 ±0.5	2.12	0.020
	Espesor de la copa	B	1.984	2 ±0.1	0.08	0.004
	Profundidad de la copa	C	27.086	27 ±0.5	1.07	0.020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	47.144	47 ±1	1.86	0.039
	Espesor	K	50.33	50 ±2	1.98	0.08
	Largo	L	150.006	150 ±2	5.91	0.08
	Ancho	M	125.058	125 ±2	4.92	0.08

Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un actor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.




Luggi Aserje G.
Jefe de Metrología



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CLM-693-2020

Solicitante ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.

Dirección JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO.
155 PUNO - PUNO - PUNO

Equipo de Medición COMPARADOR DE CUADRANTES

Marca BAKER

Modelo J50A

Serie R2637

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Alcance de Indicación 0 in a 1 in

División de escala 0,001 in

Tipo ANALÓGICO

Fecha de Calibración 2020-10-23

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI, Segunda Edición Diciembre 2001.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,3 °C
Humedad Relativa	52 %	50 %

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio Metroológico



2020-10-23

Luigi Aserjo G.

Página 1 de 2

FM-083-01



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CLM-693-2020

Observaciones

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de DM-INACAL	Juego de Bloque Planoparalelos Grado 0	LLA-142-2020

Resultados de la Medición

Lugar de Calibración	LABORATORIO DE METROTEST EIRL
Dirección	Cal. A. Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parque de Villa Sol - Los Olivos - Lima

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (fe)

PATRÓN DE MEDICIÓN in	INDICACIÓN DEL COMPARADOR in	ERROR mil	Incertidumbre mil
0.0787	0.078	-0.44	0.1
0.1969	0.196	-0.55	
0.3150	0.315	-0.46	
0.3937	0.394	0.30	
0.4724	0.473	0.46	
0.5906	0.590	-0.55	
0.7087	0.709	-0.16	
0.7874	0.787	-0.30	
0.8661	0.866	0.26	
0.9843	0.984	-0.25	

Máxima desviación encontrado en el alcance (fe) : 1 mil

ERROR DE REPETIBILIDAD(fw)

PATRÓN DE MEDICIÓN in	INDICACIÓN DEL COMPARADOR in	ERROR mil	Incertidumbre mil
0.19685	0.196	-0.55	0.1
	0.196	-0.55	
	0.196	-0.55	
	0.196	-0.55	
	0.196	-0.55	

Máxima desviación encontrado en la Repetibilidad (fw) : 0 mil

Equivalenc 0,001 in = 1 mil
1 in =25,4 mm
1 in = 1 pulgada





Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-149-2020

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	INDICADOR DIGITAL DE FUERZA			
Rangos	5 000	kgf		
Dirección de carga	Ascendente			
FABRICANTE	HIGH WEIGHT			
Modelo	315-X6			
Serie	0091374			
Celda de Carga (modelo // Serie)	H3-C3-5.0t-6B // M2D025656			
Ubicación	Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.			
Codigo Identificacion	NO INDICA			
Norma utilizada	ASTM E4 // ISO 7500-1			
Intervalo calibrado	Escala (s)	5 000	kgf	
	De 500 a 4500 kgf		10% A 100%	
Temperatura de prueba °C	Inicial	20,1	Final	19,8
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento			
Solicitante	ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.			
Dirección	JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155 PUNO - PUNO - PUNO			
Ciudad	PUNO			
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Tipo / Modelo	CELDA "S"		
	No. serie	J10CC13261		
	Certif. de calibr.	INF-LE 006-19B PUCP		
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)			
FECHA DE CALIBRACION	2020/10/23			
FECHA DE EMISION	2020/10/23			

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrologia
Luigi Asenjo G.





Metrotest

E.
I.
R.
L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-149-2020

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 49.03 **kN** Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente
 5000.0 kgf 0.10 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.94	4.94	No aplica	4.94	No aplica
20	9.81	1 000	9.83	9.83	No aplica	9.83	No aplica
30	14.71	1 500	14.72	14.72	No aplica	14.72	No aplica
40	19.61	2 000	19.60	19.61	No aplica	19.60	No aplica
50	24.52	2 500	24.49	24.49	No aplica	24.49	No aplica
60	29.42	3 000	29.38	29.38	No aplica	29.38	No aplica
70	34.32	3 500	34.23	34.25	No aplica	34.24	No aplica
80	39.23	4 000	39.11	39.13	No aplica	39.12	No aplica
90	44.13	4 500	44.00	44.00	No aplica	44.02	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 **kN** Incertidumbre del patrón: ± 0.096 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	4.90	500	-0.73	0.04	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	-0.23	0.03	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	-0.06	0.02	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	0.05	0.02	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.11	0.02	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.15	0.01	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.25	0.05	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.28	0.05	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	0.28	0.05	No aplica	No aplica	0.00
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 0,00

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luiggi Asenjo G.



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-149-2020

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE INDICADOR DIGITAL DE FUERZA
Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	5 000	kgf			
Error de exactitud		-0.73 %	Error de cero		0
Error de repetibilidad		0.05 %	Error por accesorio		0 %
Error de Reversibilidad		No aplica	Resolución		0.01 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC – ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y la SNM INDECOPI

OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luiggi Asenjo G.



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CHM-188-2020

Solicitante	: ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.	Misión: Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.
Dirección	: JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155 PUNO - PUNO - PUNO	Visión: Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Instrumento de Medición	: MEDIDOR DE HUMEDAD	Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.
Marca	: METROTEST	
Modelo	: MS-15	
Serie	: MH-631	
Identificación	: NO INDICA	
Procedencia	: PERÚ	
Alcance máximo	: 20 % HR	
Tipo de indicación	: Analógica	
Lugar de Calibración	: Lab. Humedad de Metrotest E.I.R.L.	
Fecha de Calibración	: 2020-10-23	
Fecha de Emisión	: 2020-10-23	

Método de Calibración Empleado

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales. "Contenido de humedad en los suelos método del carburo de calcio" MTC E126 - 2016. La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad al INACAL-DM. Agregado al método de comparación indirecta utilizando una muestra de humedad de referencia.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La calibración se realizó con 26 g de muestra.
- Se verificó la balanza digital de 500 g (BM-056-18)

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(*) Código asignado por METROTEST E.I.R.L.



Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CHM-188-2020

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de
Patrones de referencia del DM-INACAL	Juego de Pesas (Exactitud E2)	LM-C-076-2020
METROTEST EIRL	Balanza Clase II	CMM-002-2020

Resultados:

Ensayo comparativo con muestra

Humedad Patron %	Humedad de Indicación del Instrumento %	Humedad Error %	Humedad Incertidumbre %
5.0	5.4	0.4	0.2
10.0	10.6	0.6	0.2
15.0	15.6	0.6	0.2
18.0	18.6	0.6	0.2

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%




Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



Metrotest

E.
I.
R.
L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-380-2020

Expediente 00391-2020

Solicitante ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.

Dirección JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO.
155 PUNO - PUNO - PUNO

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo YA501

Serie NO INDICA

Identificación NO INDICA

Procedencia BM-056-18

Capacidad Máxima 500 g

División de escala (d) 0,1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración 2020-10-23

Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	58 %	60 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2020-10-23

Luigi Asenjo G.

Página 1 de 4
FM035-01



Metrotest

E.
I.
R.
L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CMM-380-2020

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

(*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020



Solicitante	ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L.	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).
Dirección:	JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155 PUNO - PUNO	
Equipo / Instrumento	CORTE DIRECTO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o el reglamento vigente.
Capacidad	300 kgf	
Marca	FORNEY	PYS EQUIPOS E.I.R.L. No se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	2050 (LA-3732-220)	
Serie	1116	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	USA	
Indicador	DIGITAL	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala/resolución	0.01 kgf	
Fecha de Calibración	23/11/2020	
Fecha de emisión	23/11/2020	
Lugar	Laboratorio de PYS EQUIPOS E.I.R.L.	

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquina de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22.0 °C	22.5 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



PATRONES DE REFERENCIA

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10000 kg. Marca: KELI	INF-LE 052-20

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del equipo	%	F _i (kgf)	Indicación de fuerza (ascenso) patrón de referencia			
			F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	F _{Promedio} (kgf)
	10	30	29.85	29.90	29.85	29.9
	20	60	60.00	60.00	60.10	60.0
	30	90	89.90	89.80	89.90	89.9
	40	120	119.80	119.70	119.80	119.8
	50	150	150.20	149.60	150.20	150.0
	60	180	180.20	179.50	180.20	180.0
	70	210	210.10	209.50	210.10	209.9
	80	240	240.10	239.40	240.10	239.9
	90	270	270.20	269.30	270.20	269.9
	100	300	300.10	299.30	300.11	299.8
Retorno a cero			0.0	0.0	0.0	0.0

Indicación del equipo F (kgf)	Errores encontrados en el sistema de medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
30	0.45	0.17	1.34	0.03	0.42
60	-0.06	0.17	0.17	0.02	0.42
90	0.15	0.11	-0.11	0.01	0.42
120	0.19	0.08	-0.21	0.01	0.41
150	0.00	0.40	-0.33	0.01	0.49
180	0.02	0.39	-0.33	0.01	0.48
210	0.05	0.29	-0.26	0.00	0.45
240	0.06	0.29	-0.26	0.00	0.45
270	0.04	0.33	-0.30	0.00	0.47
300	0.05	0.27	-0.24	0.00	0.45

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f ₀)	0.00%
---	-------

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

Amed Castillo Espinoza

Amed Castillo Espinoza
Laboratorio de Metrología

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 ☎ Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

