

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS
LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN
EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO,
LAMBAYEQUE 2020**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Delgado Sánchez José Luis

<https://orcid.org/0000-0002-7811-3131>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio ambiente

Pimentel – Perú

2022

**PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS
ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO
ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020**

Aprobación del jurado

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

Asesor

Dr. Marín Bardales Noé Humberto

Presidente de Jurado de Tesis

Mg. Villegas Granados Luis Mariano

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl

Vocal del Jurado

DEDICATORIA

A Dios por darme el toque divino, la sabiduría, salud, paciencia y darme el don de nunca rendirme ante cualquier obstáculo sobre todo para finalizar mi carrera. A toda mi familia por sus consejos de seguir adelante y nunca rendirme, sobre todo a mis padres y hermanos por siempre confiar en mí y que siempre fueron un factor fundamental para alcanzar mi meta que es convertirme en profesional.

José Luis Delgado Sánchez

AGREDECIMIENTO

A Dios por darme vida y mucha salud para ir cumpliendo mis metas y objetivos propuestos en el transcurso de mi vida profesional.

Agradezco a mis padres Segundo y Aida, por estar siempre y confiar en mí, dándome ánimos, enseñándome cada día a nunca rendirme y que nada es imposible con esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos Ricardo y Selky, por ser el ejemplo a seguir en mi vida, por el apoyo y consejos que siempre me dieron para poder siempre adelante y cumplir mis objetivos.

A la Universidad Señor de Sipán por brindarme sus instalaciones y por haberme otorgado en todos mis años de estudio a excelentes docentes que me aconsejaron y dieron su sabiduría para poder culminar la carrera.

Al ingeniero Sócrates Pedro Muñoz Pérez por su tiempo y dedicación para el asesoramiento en el desarrollo de mi tesis.

José Luis Delgado Sánchez

Resumen

El ladrillo es uno de los materiales más usados en el sector construcción, cuyo proceso de fabricación con cocción consume 2 KWh (Kilovatio-hora) y emite 0.41 kg de CO₂ (Dióxido de carbono) por ladrillo, causando un gran daño al medio ambiente. La presente investigación tuvo como objetivo principal, determinar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos con adición de aserrín para emplearlo en muros no estructurales como material alternativo en la construcción, cumpliendo con las especificaciones físico-mecánicas exigidas en la normativa peruana NTP y RNE. Para esta investigación se elaboraron pruebas para determinar las características del suelo, cemento, agregado fino y aserrín de madera, para ello se utilizaron fundamentos de las normas NTP, española y ASTM para poder analizar las unidades de albañilería ecológica en muros no estructurales. Por otro lado, se ha realizado ensayos físicos y mecánicos al ladrillo ecológico adicionando el 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 3% de aserrín, ocupando el aserrín desechado el 0.72% del total de desechos sólidos de la región Lambayeque, siendo factible para la fabricación de esta nueva unidad de albañilería ecológica. Los resultados mostraron que el 0.5% de adición de aserrín aumentó la resistencia y la densidad, y el 1% al 3% de adición de aserrín aumentó la absorción y succión del agua. Se concluye que la adición de aserrín influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de los ecoladrillos.

Palabras clave: Aserrín, ladrillos ecológicos, medio ambiente, muros no estructurales.

Abstract

Brick is one of the most used materials in the construction sector, whose manufacturing process with firing consumes 2 KWh (Kilowatt-hour) and emits 0.41 kg of CO₂ (Carbon Dioxide) per brick, causing great damage to the environment. The main objective of this research was to determine the physical-mechanical properties of ecological bricks with the addition of sawdust to be used in non-structural walls as an alternative material in construction, complying with the physical-mechanical specifications required by the Peruvian NTP and RNE regulations. For this investigation, tests were developed to determine the characteristics of the soil, cement, fine aggregate and wood sawdust, for which the foundations of the NTP, Spanish and ASTM standards were used to be able to analyze the ecological masonry units in non-structural walls. On the other hand, physical and mechanical tests have been carried out on the ecological brick, adding 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 3% of sawdust, with the discarded sawdust occupying 0.72% of the total solid waste in the Lambayeque region. being feasible for the manufacture of this new ecological masonry unit. The results showed that 0.5% addition of sawdust increased strength and density, and 1% to 3% addition of sawdust increased water absorption and suction. It is concluded that the addition of sawdust positively influences the physical-mechanical properties of the eco-bricks.

Keywords: Sawdust, ecological bricks, environment, non-structural walls.

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGREDECIMIENTO.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
INDICE.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad Problemática.....	18
1.1.1. <i>Nivel Internacional</i>	18
1.1.2. <i>Nivel Nacional</i>	20
1.1.3. <i>Nivel Local</i>	21
1.2. Antecedentes de Estudio.....	22
1.2.1. <i>Nivel Internacional</i>	22
1.2.2. <i>Nivel Nacional</i>	25
1.2.3. <i>Nivel Local</i>	26
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	26
1.3.1. <i>Ladrillos</i>	26
1.3.1.1. Definición.....	26
1.3.1.2. Clasificación de Ladrillos.....	26
1.3.1.2.1. <i>Ladrillo de Arcilla</i>	26
1.3.1.2.2. <i>Ladrillo Sólido (macizo)</i>	26
1.3.1.2.3. <i>Ladrillo Perforado</i>	26
1.3.1.2.4. <i>Ladrillo Tubular</i>	26

1.3.1.3. Clasificación Para Fines Estructurales.	26
1.3.1.4. Propiedades Físicas de Ladrillos.	27
1.3.1.4.1. <i>Medida del Tamaño (Variación Dimensional)</i>	27
1.3.1.4.2. <i>Medida del Alabeo</i>	27
1.3.1.4.3. <i>Absorción</i>	27
1.3.1.4.4. <i>Succión</i>	27
1.3.1.4.5. <i>Medidas del Área de Vacíos en Unidades Perforadas</i>	27
1.3.1.5. Propiedades Mecánicas de Ladrillos.	27
1.3.1.5.1. <i>Resistencia a la Compresión</i>	27
1.3.1.5.2. <i>Resistencia a la Compresión de Prismas de Albañilería</i>	27
1.3.1.5.3. <i>Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería</i>	27
1.3.2. Ladrillos Ecológicos.	28
1.3.2.1. Definición.	28
1.3.2.2. Clasificación de Ladrillos Ecológicos.	28
1.3.2.2.1. <i>El Ladrillo de Café Molido</i>	28
1.3.2.2.2. <i>El Ladrillo de Cenizas de Bagazo</i>	28
1.3.2.2.3. <i>El Ladrillo de Conchas de Ostras y Sorgo</i>	28
1.3.2.2.4. <i>El Ladrillo de Plástico PET</i>	28
1.3.2.2.5. <i>El Ladrillo de Aserrín</i>	29
1.3.2.2.6. <i>Ladrillos de Aserrín y Paja</i>	29
1.3.2.2.7. <i>Ladrillos de Caucho</i>	29
1.3.3. Aserrín.	29
1.3.3.1. Definición.	29
1.3.3.2. Clasificación de la Madera.	29
1.3.3.2.1. <i>Coníferas</i>	29

1.3.3.2.2. <i>Frondosas</i>	30
1.3.3.3. Propiedades Físicas de la Madera.....	30
1.3.3.3.1. <i>Agrupamiento Estructural</i>	30
1.3.3.3.2. <i>Contenido de Humedad</i>	30
1.3.3.3.3. <i>Higroscópicas</i>	30
1.3.3.3.4. <i>Hinchazón y Merma</i>	30
1.3.3.3.5. <i>Dureza</i>	30
1.3.3.3.6. <i>Densidad</i>	31
1.3.3.4. Propiedades mecánicas de la madera.....	31
1.3.3.4.1. <i>Esfuerzos Admisibles</i>	31
1.3.3.4.2. <i>Módulo de Elasticidad</i>	31
1.3.4. <i>Muros no Estructurales</i>	31
1.3.4.1. Definición.....	31
1.3.4.2. Componentes.....	31
1.3.4.2.1. <i>Unidad de Albañilería Hueca</i>	31
1.3.4.2.2. <i>Unidad de Albañilería Tubular (Pandereta)</i>	32
1.3.4.2.3. <i>Mortero</i>	32
1.3.4.2.3.1. <i>Cemento Portland</i>	32
1.3.4.2.3.1.1. <i>Cementos Portland Adicionados</i>	32
1.3.4.2.3.1.2. <i>Cementos Portland Específicos de la Performance</i>	33
1.3.4.2.3.2. <i>Arena Gruesa</i>	33
1.3.4.2.3.3. <i>Agua Potable</i>	33
1.3.4.3. Fallas en Muros.....	33
1.3.4.3.1. <i>Falla por Corte</i>	33
1.3.4.3.2. <i>Falla por Flexión</i>	33

1.3.4.3.2.1. Falla por Flexión en el Plano del Muro.....	33
1.3.4.3.2.2. Falla por Flexión Perpendicular al Plano.....	34
1.3.4.3.3. <i>Falla por Asentamiento Diferencial</i>	34
1.3.5. <i>Ensayos y Equipos</i>	34
1.3.5.1. Contenido de Humedad del Suelo.....	34
1.3.5.2. Análisis Granulométrico.....	34
1.3.5.3. Límites de Atterberg.	34
1.3.5.4. Medida del Tamaño (Variación Dimensional).	34
1.3.5.5. Absorción.....	35
1.3.5.6. Resistencia a la Compresión.	35
1.3.5.7. Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería.	35
1.3.5.8. Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería.....	35
1.4. Formulación del Problema	36
1.5. Justificación e Importancia del Estudio	36
1.5.1. <i>Justificación Técnica</i>	36
1.5.2. <i>Justificación Social</i>	36
1.5.3. <i>Justificación Económica</i>	36
1.5.4. <i>Justificación Ambiental</i>	37
1.6. Hipótesis	37
1.7. Objetivos.....	37
1.7.1. <i>Objetivo General</i>	37
1.7.2. <i>Objetivos Específicos</i>	37
II. MATERIAL Y MÉTODO	38
2.1. Tipo y Diseño de Investigación Estadística.....	38
2.2. Población y Muestra	39

2.3. Variables y Operacionalización.....	42
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	44
2.4.1. <i>Técnicas de Recolección de Datos</i>	44
2.4.1.1. Observación.	44
2.4.1.2. Análisis de Documentos.	44
2.4.2. <i>Instrumentos de Recolección de Datos</i>	44
2.5. Procedimientos de Análisis de Datos.....	44
2.5.1. <i>Diagrama de Flujo de Procesos</i>	44
2.6. Criterios Éticos.....	46
2.7. Criterios de Rigor Científico	46
2.7.1. <i>Generalizabilidad</i>	46
2.7.2. <i>Replicabilidad</i>	46
2.7.3. <i>Fiabilidad</i>	46
III. RESULTADOS.....	47
3.1. Resultados en Tablas y Figuras.....	47
3.1.1. <i>Materiales Utilizados en la Fabricación de los Ladrillos Ecológicos</i>	47
3.1.1.1. Estudio de Suelos.....	47
3.1.1.1.1. <i>Análisis Granulométrico</i>	47
3.1.1.1.2. <i>Contenido de Humedad</i>	52
3.1.1.1.3. <i>Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico</i>	53
3.1.1.1.4. <i>Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea</i>	54
3.1.1.1.5. <i>Ensayo de Compactación de Proctor Modificado</i>	55
3.1.1.1.6. <i>Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo</i>	56

3.1.1.1.7. <i>Ensayo de pH del Aserrín</i>	56
3.1.1.1.8. <i>Ensayo de Densidad del Aserrín</i>	56
3.1.2. <i>Elaboración de la Prensa Hidráulica Para Fabricar Ladrillos Ecológicos</i>	57
3.1.2.1. <i>Prensa Hidráulica Para Elaborar Ladrillos Ecológicos</i>	57
3.1.2.2. <i>Tipo de Unidad de Albañilería</i>	58
3.1.2.3. <i>Componentes del Ladrillo Ecológico</i>	58
3.1.2.3.1. <i>Arcilla</i>	58
3.1.2.3.2. <i>Afirmado</i>	59
3.1.2.3.3. <i>Aserrín</i>	59
3.1.2.3.4. <i>Cemento Portland Tipo Ms</i>	59
3.1.2.4. <i>Fabricación de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín</i>	59
3.1.2.4.1. <i>Diseño de Mezcla</i>	59
3.1.2.5. <i>Proceso de Elaboración de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín</i>	62
3.1.3. <i>Ensayos Realizados a la Unidad de Albañilería Ecológica de Aserrín</i>	62
3.1.3.1. <i>Análisis de las Propiedades Físicas</i>	63
3.1.3.1.1. <i>Densidad</i>	63
3.1.3.1.2. <i>Medida de Dimensiones (Variación Dimensional)</i>	64
3.1.3.1.3. <i>Alabeo</i>	66
3.1.3.1.4. <i>Succión</i>	66
3.1.3.1.5. <i>Absorción</i>	67
3.1.3.2. <i>Análisis de las Propiedades Mecánicas</i>	69
3.1.3.2.1. <i>Resistencia a la Compresión</i>	69
3.1.3.2.2. <i>Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería</i>	71
3.1.3.2.3. <i>Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería</i>	72
3.1.3.2.4. <i>Módulo de Rotura</i>	73

3.1.4. <i>Análisis de Costos de Producción.</i>	75
3.2. Discusión de Resultados.....	76
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
4.1. Conclusiones	81
4.2. Recomendaciones	83
REFERENCIAS.....	85
V. ANEXOS	94
5.1. Clasificación de la Unidad de Albañilería Para Fines Estructurales.....	94
5.2. Clasificación de la Madera Para uso Estructural.....	95
5.3. Ensayos de los Agregados	97
5.4. Propiedades Físicas del Ladrillo Ecológico de Aserrín	113
5.5. Propiedades Mecánicas del Ladrillo Ecológico de Aserrín.....	147
5.6. Análisis de Producción.....	179
5.7. Panel Fotográfico.....	198
5.8. Clasificación del Ladrillo Ecológico de Aserrín.....	208
5.9. Matriz de Consistencia.....	209

Índice de Tablas

Tabla 1 Número de Unidades de Albañilería.....	39
Tabla 2 Población y Muestra	40
Tabla 3 Variables y Operacionalización	42
Tabla 4 Distribución Granulométrica del Agregado Fino (Muestra 1).....	48
Tabla 5 Distribución Granulometría del Agregado Fino (Muestra 2)	48
Tabla 6 Distribución Granulometría del Agregado Fino (Muestra 3)	49
Tabla 7 Distribución Granulometría de la Arcilla (Muestra 1)	49
Tabla 8 Distribución Granulometría de la Arcilla (Muestra 2)	50
Tabla 9 Distribución Granulometría de la Arcilla (Muestra 3)	51
Tabla 10 Distribución Granulometría del Aserrín.....	51
Tabla 11 Contenido de Humedad del Agregado Fino	52
Tabla 12 Contenido de Humedad de la Arcilla	52
Tabla 13 Contenido de Humedad del Aserrín	53
Tabla 14 Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico del Agregado Fino	53
Tabla 15 Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico de la Arcilla.....	54
Tabla 16 Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	54
Tabla 17 Ensayo de Compactación de Proctor Modificado del Agregado Fino.....	55
Tabla 18 Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo del Agregado Fino	56
Tabla 19 Dosificaciones Seleccionadas en Volumen Para la Creación de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	60
Tabla 20 Dosificaciones Seleccionadas en Porcentaje Para la Creación de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	61
Tabla 21 Análisis de Costos de Producción	75
Tabla 22 Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	113
Tabla 23 Variación Dimensional de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	121
Tabla 24 Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	136
Tabla 25 Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	142
Tabla 26 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	148

Tabla 27 Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería	157
Tabla 28 Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes	165
Tabla 29 Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	174
Tabla 30 Dosificaciones en Volumen de los ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla	184
Tabla 31 Dosificaciones en Porcentaje de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla	186
Tabla 32 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla	188
Tabla 33 Clasificación del Ladrillo Ecológico de Aserrín	208
Tabla 34 Matriz de Consistencia	209

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de Flujo de Procesos	45
Figura 2 Prensa Hidráulica Manual de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	57
Figura 3 Unidad de Albañilería Ecológica de Aserrín	58
Figura 4 Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	64
Figura 5 Medida de Dimensiones (Variación Dimensional) de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	65
Figura 6 Alabeo de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	66
Figura 7 Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	67
Figura 8 Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	68
Figura 9 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferentes Edades de Curado	69
Figura 10 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	71
Figura 11 Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	72
Figura 12 Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	73
Figura 13 Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	74
Figura 14 Medición del Agua antes de agregarse a la Mezcla Seca.....	180
Figura 15 Consistencia de la Mezcla Usada en la Elaboración de la Unidad de Albañilería Ecológica.....	181
Figura 16 Tamizado de los Materiales por la Malla N° 4	182
Figura 17 Aserrín Agregado en la Mezcla Para la Creación de la Nueva Unidad de Albañilería de Aserrín.....	183
Figura 18 Muestras Creadas Para Realizar el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 Días	183
Figura 19 Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla	190
Figura 20 Carga Aplicada de la Prensa al Molde Para la Creación del Ladrillo Ecológico de Aserrín	191

Figura 21 Curado de las Unidades de Albañilería Ecológica de Aserrín	192
Figura 22 Anotación del Peso del Ladrillo Ecológico de Aserrín	193
Figura 23 Peso del Ladrillo Ecológico de Aserrín	194
Figura 24 Extracción del agregado Fino de la Cantera Tres Tomas - Ferreñafe....	198
Figura 25 Extracción de Arcilla de la Cantera Tres Tomas - Ferreñafe.....	198
Figura 26 Extracción de Aserrín del Aserradero Nuevo Amanecer - José Leonardo Ortiz.....	199
Figura 27 Ensayo de Granulometría del Agregado Fino, Arcilla y Aserrín	199
Figura 28 Ensayo de Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico	200
Figura 29 Ensayo de Contenido de Sales Solubles	200
Figura 30 Ensayo de Compactación de Proctor Modificado.....	201
Figura 31 Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo	201
Figura 32 Ensayo del pH del Aserrín.....	202
Figura 33 Ensayo de Densidad del Aserrín.....	202
Figura 34 Ensayo de Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	203
Figura 35 Ensayo de Medida del Tamaño (Variación Dimensional) de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	203
Figura 36 Ensayo de Alabeo de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	204
Figura 37 Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	204
Figura 38 Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	205
Figura 39 Ensayo de Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	206
Figura 40 Ensayo de Resistencia en Compresión de Prismas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	206
Figura 41 Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.....	206
Figura 42 Ensayo de Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín	207

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Nivel Internacional

El sector construcción es el que más daño ha causado al medio ambiente provocado por el gran consumo de materia prima y energía, siendo el material de mayor contaminación el ladrillo, provocado por su proceso de cocción el cual consume 2 KWh (Kilovatio-hora) y emite 0.41 kg de CO₂ (Dióxido de carbono) por ladrillo, provocando el calentamiento global y causando enfermedades cardio-respiratorias (Rojas-Valencia & Bolaños, 2016; Arredondo-Orozco et al., 2019; González-Velandia et al., 2019; Javed et al., 2020).

Actualmente un tercio de la tierra está compuesta de bosques aproximadamente 2.98 millones de km²; la tala de árboles es muy alta actualmente, siendo el volumen de los árboles que se talan anualmente más de 400 millones de metros cúbicos desde el año 2000, siendo utilizados en la producción de leña para combustible, chapas, pulpa, papel y sobre todo en la producción de madera aserrada, siendo el aserrín el que más se genera en enormes cantidades durante el aserrado provocando problemas visuales y respiratorios en el ser humano, para reducir este gran problema en la sociedad estos desechos orgánicos actualmente están siendo probados en la fabricación de ladrillos para intentar mejorar las propiedades de aislamiento térmico (Suraya et al., 2020; Cultrone et al., 2020; Omar et al., 2020).

Los muros de mampostería se utilizan como tabiquería cuando la edificación es alta, debido a que la capacidad de estos muros disminuye con la altura; los muros de mampostería no portantes pueden llegar a agrietarse, dándose grietas importantes que reducen la capacidad de carga entre un 40 y un 60%, estas grietas

se dan debido a la tensión de tracción de los elementos de concreto que los rodean, ya que están sujetos a deformación por lo que los muros de mampostería muy rígidos pueden aplastar la estructura de concreto (Constantinescu, 2018).

Los materiales de construcción son de mucha necesidad cada año, motivo del crecimiento poblacional, siendo el ladrillo de arcilla el más necesitado por lo que uno de estos ladrillos fabricados ocasiona un gran impacto negativo al medio ambiente debido a los gases emitidos al momento de su proceso de cocción que utilizan recursos naturales los cuales se están quedando en la escasez (Ibrahim et al., 2021).

Las fuertes lluvias y los desechos causan severas inundaciones en distintas partes, surgiendo de esta manera la idea de estudiar y crear un ladrillo permeable (Yang et al., 2020).

En Colombia, los residuos con plomo (chatarra) ocasionan gran contaminación debido a que contiene compuestos químicos en los metales que en combinación con las bacterias que contiene el plomo-ácido se les conoce como escoria siendo utilizadas como aditivo en la fabricación de ladrillos (Santacruz-Torresa & Torres-Agredo, 2019).

En Colombia, en el 2014 se originaron alrededor 13.8 millones de toneladas de desechos sólidos, estudiando su aprovechamiento de viabilidad se creó un ladrillo ecológico para muros no estructurales a base de residuos sólidos (Sánchez-Bernal et al., 2019).

En la India, en el año 2015 se originaron alrededor de 0.143 millones de residuos sólidos por día; en la ciudad de Tirupur las unidades textiles, sus plantas de tratamiento producen un lodo que ocasiona mucho daño al medio ambiente, ocurriendo lo mismo con el plástico dando una idea de reciclaje para la creación del ladrillo ecológico PET y creándose un ladrillo adhiriendo el lodo (Mohan et al., 2017; Ashok-Kumar et al., 2019).

En la actualidad los ladrillos tradicionales tienen problemas en la absorción de agua y aislación térmica (Šveda et al., 2017).

En el 2010, se originaron 1300 toneladas de desechos sólidos en el mundo, se pronostica que para los años 2025 se incremente el número de desechos a 2200 millones de toneladas (Antico, 2017).

En Italia, las fábricas producen grandes cantidades de cerámica siendo el lodo de cerámica el que ocasiona más daño al ambiente, por lo que surgió la idea de adicionarlo en la fabricación de ladrillos (Coletti et al., 2016).

1.1.2. Nivel Nacional

(Perú.info, 2019) menciona que en Junín un 70% de la basura son residuos sólidos de plástico el cuál es el residuo que causa más contaminación al ambiente, por lo cual en el 2012 crean el plan de reciclaje sirviendo en la actualidad para la elaboración de ladrillos ecológicos.

(RPP NOTICIAS., 2019) menciona que en el Perú se producen 23 mil toneladas de basura diaria siendo Lima la Ciudad que produce más basura con un aproximado de 8800 toneladas en lo cual la mayoría de estos residuos son de utensilios de plásticos reutilizando los envases de las botellas menores a tres litros rellenas de cualquier tipo de residuos plásticos para convertirlas en ladrillos ecológicos.

(Andina, 2017) menciona que en Huancayo se produce un aproximado de 180 toneladas de residuos sólidos diarios en el cual el que más se destaca es el plástico de esta manera la Municipal de Huancayo presentó ladrillos ecológicos antisísmicos a base de plástico.

(El comercio, 2017) manifiesta que en Huancayo se produjeron constantes lluvias e inundaciones debido al Fenómeno del Niño debido a este problema surge la idea de crear un ladrillo contra cualquier tipo de erosión acelerada como una solución ante los fenómenos mencionados anteriormente.

(MINAM, 2009) menciona que en el Perú se producen aproximadamente 1,906,575.60 tn/año de residuos domésticos, produciéndose los residuos de madera un aproximado de 9837.60 tn/año ocupando el 0.52% de residuos domésticos.

1.1.3. Nivel Local

No se pudo encontrar información a nivel local, pero sí sobre investigaciones de materiales novicios de construcción:

(MINAM, 2021) menciona que en la ciudad de Chiclayo se producen aproximadamente 455.63 toneladas diarias de residuos sólidos y al año se producen cerca de 166 306 toneladas, siendo residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

(Andina, 2019) señala que el salitre y el Fenómeno del Niño provocan colapso e inundaciones en las viviendas creando así un ladrillo a base de plástico.

(RPP NOTICIAS, 2015) menciona que a una propuesta de turismo rural comunitario se realizó centro turístico comunitario hecho con ladrillos ecológicos las cuales se reciclaron llenando de vidrio y empaques de galletas.

(Saavedra Tafur, 2011) menciona que en la región Lambayeque se producen un aproximado de 0.72% de residuos sólidos de madera.

(MINAM, Ministerio del ambiente, 2010) menciona que en la región Lambayeque se producen aproximadamente 1055 toneladas diarias de residuos sólidos.

1.2. Antecedentes de Estudio

1.2.1. Nivel Internacional

(Adelusi et al., 2021), realizaron un estudio titulado “Strength and dimensional stability of cement-bonded wood waste-sand bricks” su **objetivo** fue investigar la resistencia y la propiedad de absorción de agua de los residuos de madera como material de reemplazo parcial en la producción de ladrillos para la construcción de edificios; **concluyendo** con los resultados se determinó que se produce una mejora en sus propiedades al utilizar una dosificación de 1:1:3 (arena, aserrín y cemento), obteniéndose una resistencia promedio de 130.52 Kg/cm², una densidad de 1.42 g/cm³ y una absorción de 24.62%, superando a la dosificación de 1:1:1 y 1:1:2.

(Dawood et al., 2021), realizaron un estudio titulado “Investigation of Compressive Strength of Straw Reinforced Unfired Clay Bricks for Sustainable Building Construction” su objetivo fue aprovechar el barro para utilizarlo en la elaboración de ladrillos sin cocer, utilizando diferentes materiales como la paja, el aserrín y la cáscara de arroz para la comprobar la influencia y mejora de estos materiales en sus propiedades mecánicas; **concluyendo** con los resultados se determinó que la dosificación de 5% de aserrín y 95% arcilla fue la que mejor propiedades mecánicas obtuvo, con una resistencia a la compresión promedio de 29.06 Kg/cm² y una resistencia en compresión de prismas promedio de 16.83 Kg/cm², superando a la dosificaciones de paja y cáscara de arroz.

(Ibrahim et al., 2021), realizaron un estudio titulado “Environmentally-friendly ceramic bricks made from zeolite-poor rock” su **objetivo** fue fabricar nuevos ladrillos ecológicos reemplazando parcialmente a la roca pobre en zeolita en los especímenes, con el 0%, 2%, 4%, 6% 8% y 10% de aserrín; **concluyendo** con los resultados se determinó al agregar aserrín en la mezcla la densidad disminuye de 1.88 g/cm³ a 1.40 g/cm³, siendo el porcentaje óptimo de reemplazo de 8% logrando una densidad promedio de 1.60 g/cm³.

(Farazela et al., 2021), realizaron un estudio titulado “Compressive strength performance of composite sand cement brick with power saw wood” su **objetivo** fue fabricar ladrillos ecológicos reemplazando parcialmente a la arena de río; **concluyendo** con los resultados se determinó que el porcentaje óptimo de reemplazo es el 1% de aserrín, siendo de esta manera la muestra óptima de 1% de aserrín, 74% de arena de río y 25% de cemento obteniendo una resistencia a la compresión promedio de 257.96 kg/cm² superando a la muestra patrón con una resistencia a la compresión promedio de 210.16 kg/cm².

(Cultrone et al., 2020), realizaron un estudio titulado “Sawdust recycling in the production of lightweight bricks: How the amount of additive and the firing temperature influence the physical properties of the bricks” **enfocaron** su objetivo es la evaluación de sus propiedades físicas, mineralógicas, textural adicionando el aserrín en los ladrillos sólidos; **concluyendo** con los resultados se determinó que los ladrillos sólidos de tierra arcillosa adicionando aserrín en un 2.5%, 5% y 10% aumenta la aislación térmica, cristalización y la porosidad del ladrillo, pero disminuye la resistencia a diferencia del ladrillo sin aditivo que tiene una mejor resistencia; se ha probado que el tamaño máximo nominal adecuado para que los granos de aserrín sean mezclados y tengan una mejor consolidación con tierra arcillosa, serían menores a 1.5 mm.

(Ahmad et al., 2017), realizaron un estudio titulado “Use of Sawdust as Admixture in Cement-Sand Brick” su **objetivo** fue usar el aserrín como aditivo adicional para diseñar y fabricar ladrillos de cemento y arena; **concluyendo** con los resultados se determinó que la adición del aserrín no debe exceder del 3% en los ladrillos ecológicos de cemento y arena debido a que no cumple con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión, siendo el porcentaje óptimo el 1% alcanzando una resistencia promedio de 88.41 kg/cm² superando a los porcentajes utilizados del 2% con una resistencia promedio de 74.34 kg/cm² y el 3% con una resistencia promedio de 53.53 kg/cm².

(Benjeddou O. et al., 2017), realizaron un estudio titulado “Development of new baked bricks based on clay and sawdust” **tomaron** como objetivo crear ladrillos adicionando aserrín a las mezclas de arcilla; **concluyendo** con los resultados se determinó que en los ladrillos de arcilla y adición de aserrín de 2%, 4%, 6%, se presentó una granulometría de 40% de limo fino, 20% de limo medio, 12% de limo grueso, 18% de arena por lo cual no fue utilizada la arena como desengrasante, teniendo también un índice de plasticidad de 27 siendo un suelo muy plástico provocando grietas importantes en la unidad de albañilería ecológica.

(Mohammed et al., 2016), realizaron un estudio titulado “Properties and structural behavior of sawdust interlocking bricks” **enfocaron** su objetivo fue crear cuatro diseños de mezcla para poder de esta manera seleccionar mediante el ensayo de resistencia a la compresión el más resistente, reemplazando parcialmente el aserrín en el agregado fino y las cenizas volantes y humo sílice en el cemento; **concluyendo** con los resultados el mix-1 (cemento 0.8, humo sílice 0.15, cenizas volantes 0.05, arena 0.95 y aserrín 0.5) tuvo la resistencia máxima presentando un 10.43 N/mm^2 superando al ladrillo convencional con una resistencia mínima de 10.3 N/mm^2 de acuerdo a la norma ASTM C67.

(Čáková et al., 2016), realizaron un estudio titulado “Moisture properties of the lightweight brick body” **teniendo** como objetivo la influencia del aserrín y la paja en las propiedades de humedad y básicas de un ladrillo liviano; **concluyendo** con los resultados se determinó que al adicionar una mayor cantidad de aserrín aumenta los poros de la mezcla debido a que el aserrín dispersa a los granos consiguiendo una mejor consolidación de la mezcla, no excediendo el porcentaje de 3% de aserrín siendo este porcentaje el óptimo y el porcentaje reemplazado en el agregado fino de la mezcla del ladrillo ecológico de aserrín, obteniendo una densidad de 1.47 g/cm^3 .

1.2.2. Nivel Nacional

(Chino Ruiz & Mathios Castro, 2020) en su investigación titulada “Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín” **enfocaron** su objetivo en elaborar ladrillos ecológicos utilizando plástico y aserrín para reducir el impacto ambiental; **concluyendo** con los resultados se determinó que la proporción más óptima fue el ladrillo ecológico T4 (94% de plástico PET y 6% de aserrín) dándonos cuenta que al aumentar el plástico la resistencia y la absorción de agua disminuye sucediendo lo contrario al disminuir el plástico y aumentar el aserrín.

(Ramirez Bernachea, 2018) en su investigación titulada “Las Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz” su **objetivo** era establecer las propiedades físico-mecánicas del ecoladrillo incorporando aserrín; **concluyendo** con los resultados al agregar el 20% de aserrín en los ladrillos ecológicos se tiene una absorción optima comparada al ladrillo cocido, tiene una resistencia de 69.67 kg/cm² clasificándose como un ladrillo tipo I, la resistencia al corte parecida al ladrillo King Kong Industrial pero no alcanza los requerimientos mínimos para un muro estructural lo cual en su investigación los datos resultaron apropiados.

(Castañeda Rodriguez & Escalante Cotrina, 2020) en su investigación titulada “Aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú” su **objetivo** fue buscar las aplicaciones que pueda tener el aserrín y su viabilidad del uso en la industria de la construcción; **concluyendo** que al adicionar el 3% se llega a obtener la resistencia máxima de 62.54 kg/cm² y siendo el porcentaje de 3% el rango máximo a adicionar en la mezcla del ladrillo ecológico debido a que si se excede del 3% de aserrín la resistencia no cumpliría con los requisitos mínimos de la norma peruana RNE E.070.

1.2.3. Nivel Local

No se pudo encontrar información relacionada con ladrillos ecológicos utilizando el aserrín como material reciclado a nivel local, pero sí sobre investigaciones de ladrillos ecológicos con otro tipo de material reciclado.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. Ladrillos

1.3.1.1. Definición. Es un material de arcilla cocida y prisma rectangular. (RNE E.070, 2018).

1.3.1.2. Clasificación de Ladrillos.

1.3.1.2.1. Ladrillo de Arcilla. Unidad de albañilería que es elaborada con arcilla, en una prensa en forma de prisma rectangular y cocida. (NTP 331.017, 2015).

1.3.1.2.2. Ladrillo Sólido (macizo). Es aquel que no comprende orificios o, si los tiene, éstos están en su cara mayor. (NTP 331.017, 2015).

1.3.1.2.3. Ladrillo Perforado. Es una pieza paralelepípedica de cerámica cocida con orificios en el rostro de superficie mayor (NTP 331.017, 2015).

1.3.1.2.4. Ladrillo Tubular. Este tipo de ladrillo tiene alveolos paralelos a la cavidad de apoyo (NTP 331.017, 2015).

1.3.1.3. Clasificación Para Fines Estructurales. Sus cualidades se presentan en la tabla 1 del RNE E.070 mostrada en el anexo A (RNE E.070, 2018).

1.3.1.4. Propiedades Físicas de Ladrillos.

1.3.1.4.1. Medida del Tamaño (Variación Dimensional). Miden las dimensiones que tiene el ladrillo (NTP 399.613, 2017).

1.3.1.4.2. Medida del Alabeo. Se miden las imperfecciones que presenta el ladrillo después de ser fabricado (NTP 399.613, 2017).

1.3.1.4.3. Absorción. Cuando la unidad seca se sumerge en un recipiente y absorbe el agua en un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente (Mohammed et al., 2016).

1.3.1.4.4. Succión. Es la característica que tienen las albañilerías al absorber agua (NTP 399.613, 2017).

1.3.1.4.5. Medidas del Área de Vacíos en Unidades Perforadas. Se miden los orificios del ladrillo en porcentaje.

1.3.1.5. Propiedades Mecánicas de Ladrillos.

1.3.1.5.1. Resistencia a la Compresión. Es el trabajo máximo que soporta el ladrillo bajo un peso vertical (Mohammed et al., 2016).

1.3.1.5.2. Resistencia a la Compresión de Prismas de Albañilería. Cada material tiene una relación tensión y deformación diferente la cual se determina cuando se aplica en la parte superior de los prismas (Mohammed et al., 2016).

1.3.1.5.3. Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería. Se le aplica una fuerza mucho mayor que otros ensayos (NTP 399.621, 2004).

1.3.2. Ladrillos Ecológicos

1.3.2.1. Definición. Los ecoladrillos se dan por medio de una mezcla de cemento, suelo y agua que al juntarlo con un componente especial queda listo para ser prensado manual o hidráulicamente y luego se lleva a que seque a temperatura ambiente (Barros et al., 2020).

1.3.2.2. Clasificación de Ladrillos Ecológicos. Estos son los tipos de ladrillos ecológicos más destacados con sus respectivas características:

1.3.2.2.1. El Ladrillo de Café Molido. Son ladrillos de arcilla hechos con café molido para mejorar la reducción de su conductividad térmica (Muñoz-Velasco y otros, 2016).

1.3.2.2.2. El Ladrillo de Cenizas de Bagazo. Estos ladrillos adicionan la ceniza de bagazo las cuales son extraídas de las industrias azucareras debido a que son desechos que son producidos en grandes cantidades de esta manera reemplazan parcialmente a la arcilla, provocando un cambio en sus propiedades físico-mecánicas aumentando la absorción y reduciendo la resistencia a la compresión (Maza-Ignacio et al., 2020).

1.3.2.2.3. El Ladrillo de Conchas de Ostras y Sorgo. Son ladrillos en el cual reemplazan las conchas de ostras molidas por cemento y desechos de tallos de sorgos (desechos agrícolas) por agregado fino, dándole una resistencia óptima, una baja absorción y una aislación térmica buena siempre y cuando uno de estos aditivos se agregan por separado (Liu et al., 2020).

1.3.2.2.4. El Ladrillo de Plástico PET. Son ladrillos hechos de plástico rellenos de residuos inorgánicos mixtos tendiendo a una óptima contracción térmica y un óptimo módulo de elasticidad (Antico, 2017).

1.3.2.2.5. El Ladrillo de Aserrín. Son ladrillos de arcilla con adición de aserrín el cual se es producido por los aserrados como residuo sólido el cual se produce en grandes cantidades, provocando cambios en sus características mineralógicas y físicas, aumentando su compacidad, cristalización, porosidad (Cultrone et al., 2020).

1.3.2.2.6. Ladrillos de Aserrín y Paja. Son ladrillos de arcilla con adición de aserrín y paja los cuales producen cambios en sus propiedades físicas y de humedad, al adicionar aserrín los poros y la capacidad de transporte de vapor aumenta y al agregarle paja sucede todo lo contrario disminuyen los poros y la capacidad de transporte de vapor (Čáková et al., 2016).

1.3.2.2.7. Ladrillos de Caucho. Son ladrillos hechos de desechos de caucho para reemplazar parcialmente en el agregado fino de los ladrillos de concreto comunes, provocando una mayor absorción, menor densidad y disminución a la resistencia de compresión (Silva et al., 2017).

1.3.3. Aserrín

1.3.3.1. Definición. Es un polvo que se desprende de la madera al serrarla, se da por los desechos del mercado de muebles (Yan et al., 2020).

1.3.3.2. Clasificación de la Madera. Tienen 2 clasificaciones principales:

1.3.3.2.1. Coníferas. Son una de las especies más antiguas, son propias de las zonas frías y templadas, su madera se caracteriza por tener una estructura homogénea y está conformada a base de traqueidas, es ligera y blanda. Esta madera se utiliza en la construcción por su forma de trabajo y resistencia mecánica (Sánchez Rodríguez & Ramírez Ibargollín, 2009).

1.3.3.2.2. Frondosas. Son árboles que a diferencia de las coníferas de hojas caducas lo cual su verdor desaparece con las hojas en invierno, su madera presenta un tejido leñoso compacto. Su madera dura, de calidad y belleza es codiciada por los carpinteros diseñadores en madera (Sánchez Rodríguez & Ramírez Ibargollín, 2009).

1.3.3.3. Propiedades Físicas de la Madera.

1.3.3.3.1. Agrupamiento Estructural. Se establece tres grupos de madera estructural denominados A, B y C mostrados en el anexo B (RNE E.010, 2018).

1.3.3.3.2. Contenido de Humedad. La madera aserrada para uso estructural especificada como seca deberá tener un contenido de humedad mínimo del 10 % y máximo del 22 % (NTP 251.104, 2017).

1.3.3.3.3. Higroscópicas. Es la capacidad de absorber y perder agua de la madera. Se mide al variar la densidad en función del contenido de humedad en 1 °C (Sánchez Rodríguez & Ramírez Ibargollín, 2009).

1.3.3.3.4. Hinchazón y Merma. La madera mantiene generalmente de 15 % a 20 % de agua, pero el volumen aumenta al llegar a un punto de saturación de 25 y 30 % de humedad y a partir de este porcentaje ya no sigue aumentando su volumen por más agua que siga absorbiendo y por evaporación las células disminuyen su volumen y de esta manera la madera experimenta la contracción (Sánchez Rodríguez & Ramírez Ibargollín, 2009).

1.3.3.3.5. Dureza. Es un índice de la dificultad de trabajo que muestra una madera que se opone ante el desgaste, rayado, clavado, etc. En cuanto la madera es más vieja y dura opone mayor resistencia (Sánchez Rodríguez & Ramírez Ibargollín, 2009).

1.3.3.3.6. Densidad. La densidad varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre individuos de una misma especie. La densidad real de madera tiene un aproximado de 1500 kg/m^3 . La densidad aparente de las maderas que se utilizan en la construcción varía entre $400\text{-}550 \text{ kg/m}^3$ para las coníferas y para las frondosas de $600\text{-}700 \text{ kg/m}^3$ (Sánchez Rodríguez & Ramírez Ibargollín, 2009).

1.3.3.4. Propiedades mecánicas de la madera.

1.3.3.4.1. Esfuerzos Admisibles. Los esfuerzos admisibles para la madera de cada grupo estructural, con contenido de humedad menor o igual a 22% mostrados en el anexo C (RNE E.010, 2018).

Para el caso de elementos donde exista una acción de conjunto, como en entablados y viguetas, correas o entramados con espaciamientos entre ejes no mayores que 60 cm, los esfuerzos admisibles se incrementan en 10%, excepto en compresión perpendicular a las fibras (RNE E.010, 2018).

1.3.3.4.2. Módulo de Elasticidad. Diseños de componentes de la madera sujetos a compresión, flexión y tracción mostrados en el anexo D (RNE E.010, 2018).

1.3.4. Muros no Estructurales

1.3.4.1. Definición. Son aquellos que no soportan ni placas ni fachadas y se agrietan ante un sismo (Constantinescu, 2018).

1.3.4.2. Componentes.

1.3.4.2.1. Unidad de Albañilería Hueca. Se usan en construcciones de paredes portantes en zona sísmica 1 para un límite de cinco pisos, pero para el resto

de zonas se pueden utilizar para construcciones de muros no portantes (Abanto Castillo, 2017).

1.3.4.2.2. Unidad de Albañilería Tubular (Pandereta). Tienen alveolos en la cavidad de apoyo, este ladrillo se utiliza para construcciones de paredes no estructurales en zona sísmica 2, 3 y 4 pero en la zona sísmica 1 solo se utiliza para máximo dos pisos (Abanto Castillo, 2017).

1.3.4.2.3. Mortero. Mezcolanza de agua, arena gruesa y cemento en tamaños apropiados en el cual se emplea como adhesivo para adherir las unidades, estos componentes son:

1.3.4.2.3.1. Cemento Portland. Este cemento está compuesto de una mezcolanza de arcilla y caliza, que se endurece sumamente despacio y bastante resistente (NTP 334.090, 2016).

Aparte de los cementos clásicos existen otros de mejor calidad los cuales son cementos adicionados y se clasifican de la siguiente manera:

1.3.4.2.3.1.1. Cementos Portland Adicionados.

- **Tipo IS:** Cemento Portland con escoria de alto horno. (NTP 334.090, 2016).
- **Tipo IP:** Cemento Portland puzolánico. (NTP 334.090, 2016).
- **Tipo IL:** Cemento Portland puzolánico. (NTP 334.090, 2016).
- **Tipo I (PM):** Cemento Portland puzolánico modificado. (NTP 334.090, 2016).
- **Tipo IT:** Cemento adicionando temario. (NTP 334.090, 2016).
- **Tipo ICo:** Cemento Portland compuesto. (NTP 334.090, 2016).

1.3.4.2.3.1.2. Cementos Portland Específicos de la Performance.

- **Tipo GU:** Cemento Portland para construcciones generales. (NTP 334.082, 2016).
- **Tipo HE:** De alta resistencia inicial (NTP 334.082, 2016).
- **Tipo MS:** De moderada resistencia a los sulfatos (NTP 334.082, 2016).
- **Tipo HS:** De alta resistencia a los sulfatos (NTP 334.082, 2016).
- **Tipo MH:** De moderado calor de hidratación (NTP 334.082, 2016).
- **Tipo LH:** De bajo calor de hidratación (NTP 334.082, 2016).

1.3.4.2.3.2. Arena Gruesa. Se usa para concreto muy resistente para grandes construcciones (L Boehme & A Depoortere, 2019).

1.3.4.2.3.3. Agua Potable. Debe estar depurada, libre de contaminantes (Abanto Castillo, 2017).

1.3.4.3. Fallas en Muros. Las construcciones están sometidas a fuerzas sísmicas las cuales presentan los siguientes tipos de fallas:

1.3.4.3.1. Falla por Corte. El muro solo sufrirá deformaciones por cortante (Abanto Castillo, 2017).

1.3.4.3.2. Falla por Flexión. Estas son:

1.3.4.3.2.1. Falla por Flexión en el Plano del Muro. Se dan comúnmente en muros sin componentes de concreto armado, se manifiestan como grietas horizontales las cuales se producen por la resistencia a la tracción (Abanto Castillo, 2017).

1.3.4.3.2.2. Falla por Flexión Perpendicular al Plano. Se producen con grietas verticales las cuales se originan por la poca inercia del muro (Abanto Castillo, 2017).

1.3.4.3.3. Falla por Asentamiento Diferencial. Se detecta cuando se visualiza una grieta en todo el alto del muro, esta falla trata sobre el reacomodo de las partículas del suelo que se da por motivo de la vibración producida por un terremoto la cual se da debido a que el terreno tiene una baja capacidad portante (Abanto Castillo, 2017).

1.3.5. Ensayos y Equipos

1.3.5.1. Contenido de Humedad del Suelo. En este ensayo se permitirá determinar el agua eliminada secando las muestras de suelo extraídas in-situ de las canteras “Piedra Azul” y “Tres Tomas” del distrito de Ferreñafe, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque, las cuáles serán puestas en un horno controlado a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$ por 24 h.

1.3.5.2. Análisis Granulométrico. En este ensayo nos permitirá medir las partículas de suelo las cuales pasarán por unas mallas que clasificarán el suelo de acuerdo al porcentaje que quede en cada una de ellas disponiendo en su parte inferior por una charola de acuerdo a la norma E.070.

1.3.5.3. Límites de Atterberg. Este ensayo nos permitirá determinar la plasticidad de las arcillas extraídas de las canteras “Piedra Azul” y “Tres Tomas” del distrito de Ferreñafe, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

1.3.5.4. Medida del Tamaño (Variación Dimensional). Este ensayo nos permitirá determinar el promedio de las dimensiones de todas las muestras, midiendo

estas muestras con una regla metálica de 30 cm y obteniendo esta variación en porcentaje.

1.3.5.5. Absorción. Este ensayo permitirá conocer la capacidad de absorción de las unidades de albañilería de aserrín las cuales primero pasarán a un secado en un horno controlado a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$ por 24 h y luego las muestras se sumergirán por 24 h en agua potable.

1.3.5.6. Resistencia a la Compresión. Este ensayo permitirá ver el nivel de calidad estructural de la unidad de albañilería de aserrín y su nivel de resistencia a la intemperie o a cualquier otro deterioro de acuerdo a los requisitos de las normas RNE E.070 y NTP 399.613, pero antes de aplicar la carga se apoyarán estos especímenes sobre una capa fina de yeso y cemento cubriendo los orificios de la cavidad de apoyo aplicando una carga vertical en la máquina de compresión ADR Touch 2000 BS EN.

1.3.5.7. Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería. Este ensayo permitirá determinar la resistencia de los prismas de la unidad de albañilería de aserrín dependiendo de su esbeltez de acuerdo a los requisitos de las normas RNE E.070 y la NTP 399.065, los cuales son unidades asentadas una sobre otra mediante el mortero, estos prismas se expodrán a una fuerza vertical con la cual se determina su resistencia en la máquina de compresión ADR Touch 2000 BS EN.

1.3.5.8. Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería. Este ensayo permitirá simular la resistencia al corte de un muro de escala real de manera empírica que sen el equipo para ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería determinando esta resistencia al corte que soporten los muretes de aserrín de acuerdo a los requisitos de las normas RNE E.070 y la NTP. 399.621.

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo influye el aserrín en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos en muros no estructurales?

1.5. Justificación e Importancia del Estudio

1.5.1. Justificación Técnica

Este estudio busca usar el aserrín desechado como aditivo en los ladrillos ecológicos para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, siendo también una opción de consulta para los profesionales en el ámbito de la ingeniería, el aserrín es uno de los desechos más comunes en el mundo sobre todo en los países con alta producción de madera, el aserrín proveniente de la industria maderera viene realizando estudio muy amplios con respecto a la utilización de aserrín en el sector construcción, los cuales se han vistos una variedad de mejoras en los materiales del sector construcción en especial en los ladrillos.

1.5.2. Justificación Social

El presente estudio busca causar un gran efecto en la sociedad de la Región Lambayeque, debido al empleo del material de aserrín desechado como componente principal de los ladrillos ecológicos de la presente investigación, logrando incrementar a largo plazo el interés de las personas en el mundo del reciclaje.

1.5.3. Justificación Económica

Esta investigación deseo encontrar la disminución del valor del ladrillo usando aserrín para el cual tengan accesibilidad de comprar las personas de bajos recursos económicos y puedan hacer realidad de construir sus viviendas con este nuevo material de construcción.

1.5.4. Justificación Ambiental

En la región Lambayeque se producen aproximadamente 1055 toneladas diarias de residuos sólidos, ocupando el 0.72% los desechos de residuos sólidos de madera, haciendo factible al aserrín para la fabricación de esta nueva unidad de albañilería ecológica. La presente investigación brindará información valiosa a las fábricas productoras de ladrillos para aumentar la producción de ladrillos ecológicos de aserrín los cuales no tienen proceso de cocción, debido a que son secados a temperatura ambiente causando una gran reducción de gases contaminantes que causan un gran impacto ambiental negativo al medio ambiente.

1.6. Hipótesis

La adición de aserrín en los ladrillos ecológicos influirá positivamente en sus propiedades físico-mecánicas para la construcción de muros no estructurales en la región Lambayeque.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Determinar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos con adición de aserrín para emplearlo como material alternativo en muros no estructurales.

1.7.2. Objetivos Específicos

- a) Evaluar las características físicas del aserrín y del material extraído de cantera para la elaboración de la unidad de albañilería de aserrín.
- b) Elaborar los ladrillos ecológicos según la norma española como alternativa a las normas NTP.

- c) Evaluar las propiedades físicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando aserrín.
- d) Evaluar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín.
- e) Estimar los costos y beneficios de producción de las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación Estadística

La investigación desarrollada es del tipo de investigación **“experimental”** debido a que el tema **“PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020”** propone que al momento de manipular la variable independiente produzca cambios en el comportamiento de la variable dependiente haciendo de esta manera que la investigación sea válida para la creación de un nuevo material alternativo en la construcción dándose esta idea por la abundante contaminación ambiental que existe en el país, principalmente en la ciudad de Chiclayo. El enfoque de esta investigación es **“cuantitativa”** debido a todas las muestras se seleccionará cierta parte de las variables y se manipularán obteniéndose resultados numéricos, y con un diseño de investigación experimental de nivel **“cuasi – experimental”**, porque las muestras serán manipuladas en diferentes proporciones de los materiales (Borja Suarez, 2012).

2.2. Población y Muestra

En la presente investigación la población a estudiar son los ladrillos ecológicos y como muestra tenemos a los ladrillos ecológicos adicionados con aserrín para determinar si se hacen recomendables para los muros no estructurales.

Tabla 1

Número de Unidades de Albañilería

N°	Elementos	Tipo de Ensayo	N° de Muestras por Ensayo				N° de Dosificaciones	Total de Unidades
			7 Días	14 Días	21 Días	28 Días		
1	Ladrillos Ecológicos de Aserrín	Variación Dimensional, Alabeo, Densidad, Succión, Absorción.	0	0	0	10	6	60
2		Resistencia de Prismas de Albañilería	0	0	0	3	6	54
3		Resistencia a la Compresión	5	5	5	5	5	105
4		Resistencia a la Compresión Diagonal	0	0	0	3	4	182
5		Módulo de Rotura	0	0	0	5	4	20
Total de Unidades de Albañilería a Elaborar								421

Nota. De la Tabla 1, estos ensayos sirven para poder determinar la población que son el total de muestras a realizar en todos los ensayos en la albañilería.

Tabla 2

Población y Muestra

Investigación	Población	Muestra	Materiales	Unid. Medida	Procedencia	Características	Propiedades
			Arcilla	m ³	Cantera 3 tomas	Partículas Minerales muy Pequeñas, Menores a 0.002 mm.	Trabajabilidad, Durabilidad, Bajo Costo, Sostenibles.
			Agregado Fino	m ³	Cantera la Victoria	Partículas Pequeñas Proveniente de la Desintegración Natural o Artificial con un Diámetro Entre 0,075 a 2 mm.	Versatilidad en su Empleo, y uso en Acabados
Investigación	Ladrillos Ecológicos	Ladrillo Ecológico Aserrín	Cemento Tipo MS	bol.	Distribuidora Maestro	Para Obras Expuestas a Ambientes Humedo-Salitrosos. Recomendado Para Columnas, Vigas, Losas, Cimentaciones y Obras en General.	Moderada Resistencia a los Sulfatos

Investigación	Población	Muestra	Materiales	Unid. Medida	Procedencia	Características	Propiedades
			Aserrín	kg	Aserradero Nuevo Amanecer	Polvo o Desecho Proveniente de la Madera.	Ligero, Moldeable, de Fácil Manipulación y Bajo Costo
			Agua	lt	Red pública	pH Entre (5.5-8), SO4 < 600ppm, C1 < 1000ppm.	Trabajabilidad y Consistencia

2.3. Variables y Operacionalización

Como variable dependiente tenemos propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos y como variable independiente tenemos a la adición de aserrín el cual se utilizará en los muros no estructurales (Borja Suarez, 2012).

Tabla 3

Variables y Operacionalización

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de Recolección de Datos	Instrumentos de Recolección	Medición	
Variable Dependiente						
Propiedades Físicas y Mecánicas de los Ladrillos Ecológicos	Propiedades Físicas	Densidad			g/cm ³	
		Variación Dimensional			%	
		Alabeo				mm
		Succión	Observación, revisión	Se utilizarán fichas de ensayo	%	
		Absorción	documentaria y fichas de laboratorio		%	
	Variación Dimensional		%			
	Resistencia a la Comprensión		kg/cm ²			
	Resistencia del Murete		kg/cm ²			
	Propiedades Mecánicas	Resistencia al Corte			kg/cm ²	
		Módulo de Rotura			daN/cm ²	

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de Recolección de Datos	Instrumentos de Recolección	Medición
Variable Independiente					
Adiciones de Aserrín en Muros no Estructurales	Propiedades Físicas Proporciones	Densidad Granulometría pH Dosificación	Observación, revisión documentaria y fichas de laboratorio	Se Utilizarán Fichas de Ensayo	g/cm ³ mm pH %

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

2.4.1.1. Observación. Esta técnica se utiliza para que el investigador visualice la realidad del objeto de estudio que vienen hacer las variables y de esta manera el observador o investigador aprecie como es influenciado por el medio ambiente del objeto; los medios de observación que se dan son los instrumentos de medición y procedimientos.

2.4.1.2. Análisis de Documentos. Se utilizaron normas, tesis, artículos científicos, libros, y más información relacionada al tema de investigación siendo esto usado de manera adecuada en la aplicación de métodos utilizados y cumpliendo con los objetivos propuestos para que los resultados obtenidos sean de validez y confiabilidad de acuerdo a los rangos que tienen las normativas como la NTP y el RNE.

2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

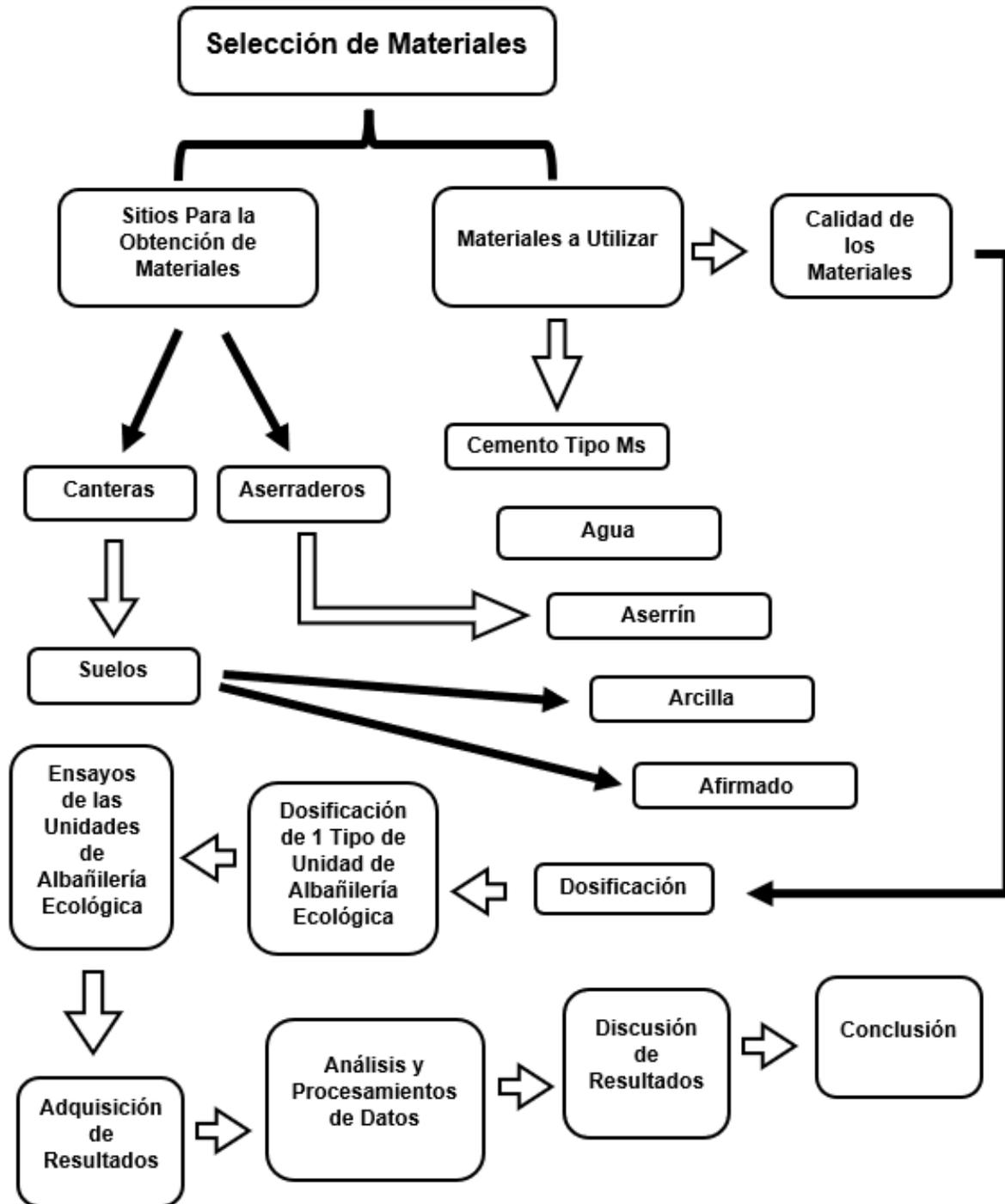
Para la recolección de datos se utilizaron fichas de laboratorio y fichas de ensayo las cuales son importantes para poder obtener resultados claros y puntuales (Borja Suarez, 2012).

2.5. Procedimientos de Análisis de Datos

2.5.1. Diagrama de Flujo de Procesos

Figura 1

Diagrama de Flujo de Procesos



2.6. Criterios Éticos

Los criterios éticos de esta investigación se basan en el respeto, claridad, veracidad y honestidad en la metodología que se tiene en un trabajo de investigación, en el cuidado de la privacidad, en el derecho de autor y en cuidado del medio ambiente.

2.7. Criterios de Rigor Científico

2.7.1. Generalizabilidad

La selección de la muestra deberá ser representativo con respecto a la población, esto quiere decir que el análisis de los resultados de sus características se pueda atribuir a la población en general.

2.7.2. Replicabilidad

La información obtenida en campo se tomará con suma precaución para darle un adecuado análisis e interpretación en gabinete y luego estar acorde con los resultados obtenidos.

2.7.3. Fiabilidad

Para realizar la elaboración de esta investigación se tuvo asesoramiento de expertos en el área para intensificar la exactitud de los resultados obtenidos.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados en Tablas y Figuras

Referente al objetivo 1: Evaluar las características físicas del aserrín y del material extraído de cantera para la elaboración de la unidad de albañilería de aserrín, se definieron los materiales que se utilizaran en la fabricación de esta nueva unidad de albañilería ecológica prensada de aserrín, los cuales han sido realizados en laboratorio.

3.1.1. Materiales Utilizados en la Fabricación de los Ladrillos Ecológicos

3.1.1.1. Estudio de Suelos. Se ha realizado un muestreo de agregados extraídos de la cantera “La paz 20” y “Piedra Azul”, ubicada en la cantera “Tres Tomas” en la localidad de Mesones Muro del distrito de Ferreñafe, la cantera “La Victoria”, ubicada en la carretera Chongoyape CAS. Las Canteras del distrito de Pátapo, y la cantera “El Pedregal”, ubicada en el Km 8.5 La Calera del distrito de Reque; los materiales extraídos para la fabricación del ecoladrillo son el afirmado y la arcilla más conocida como “Caolín”.

3.1.1.1.1. Análisis Granulométrico. Se ha realizado un estudio de suelos de tres canteras para determinar y clasificar el tipo suelo del agregado, los resultados de los ensayos de granulometría por tamizado del suelo seleccionado según la norma (NTP 339.128) fueron detallados de la siguiente manera:

Para la muestra 1 – Agregado Fino (Cantera “La Paz 20”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

73.2% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

26.8% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 4

Distribución Granulométrica del Agregado Fino (Muestra 1)

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%
Arena	73.2%
Arcilla y Limo	26.8%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 4, según la clasificación S.U.C.S el material se clasificó como SC siendo la descripción del suelo como “Arena arcillosa” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-2-4 (0) siendo descrito como un suelo “Bueno”.

Para la muestra 2 – Agregado Fino (Cantera “La Victoria”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

79% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

21% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 5

Distribución Granulometría del Agregado Fino (Muestra 2)

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%
Arena	79%
Arcilla y Limo	21%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 5, según la clasificación S.U.C.S el material se clasificó como SC siendo la descripción del como suelo “Arena arcillosa” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-2-6 (0) siendo descrito como un suelo “Regular”.

Para la muestra 3 – Agregado Fino (Cantera “El Pedregal”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

58.4% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

41.6% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 6

Distribución Granulométría del Agregado Fino (Muestra 3)

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%
Arena	58.4%
Arcilla y Limo	41.6%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 6, según la clasificación S.U.C.S el material se clasifico como SM siendo la descripción del suelo como “Arena limosa” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-4 (1) siendo descrito como un suelo “Regular-malo”.

Para la muestra 1 – Arcilla (Cantera “La Paz 20”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

12.2% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

87.8% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 7

Distribución Granulométría de la Arcilla (Muestra 1)

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%

Granulometría de la Muestra	
Arena	12.2%
Arcilla y Limo	87.8%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 7, según la clasificación S.U.C.S el material se clasificó como CL siendo la descripción del suelo como “Arcilla de baja plasticidad” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-6 (10) siendo descrito como un suelo “Malo”.

Para la muestra 2 – Arcilla (Cantera “La Paz 20”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

12.1% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

87.9% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 8

Distribución Granulometría de la Arcilla (Muestra 2)

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%
Arena	12.1%
Arcilla y Limo	87.9%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 8, según la clasificación S.U.C.S el material se clasificó como CL siendo la descripción del suelo como “Arcilla de baja plasticidad” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-6 (10) siendo descrito como un suelo “Malo”.

Para la muestra 3 – Arcilla (Cantera “El Pedregal”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

11.9% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

88.1% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 9

Distribución Granulométría de la Arcilla (Muestra 3)

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%
Arena	11.9%
Arcilla y Limo	88.1%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 9, según la clasificación S.U.C.S el material se clasifico como CL siendo la descripción del suelo como “Arcilla de baja plasticidad” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-6 (10) siendo descrito como un suelo “Malo”.

Aserrín (aserradero “Nuevo Amanecer”),

0% grava (suma de peso de la malla 2 ½” a la malla N° 4)

84.1% arena (suma de peso de la malla N° 4 a la malla N° 200)

15.9% arcilla y limo (peso que pasa por la malla N° 200)

Realizando un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se observa, que un mayor porcentaje de composición son suelos arenosos.

Tabla 10

Distribución Granulométría del Aserrín

Granulometría de la Muestra	
Grava	0%
Arena	84.1%
Arcilla y Limo	15.9%

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 10, según la clasificación S.U.C.S el material se clasificó como SM siendo la descripción del suelo como “Arena limosa” y según la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-1-b (0) siendo descrito como un suelo “Bueno”.

3.1.1.1.2. Contenido de Humedad. Se determinó el contenido de humedad del suelo que presenta el agregado, se analizaron 3 muestras de afirmado y 3 muestras de arcilla según la norma NTP 339.127, se obtuvo los siguientes resultados mostrados en la tabla 7.

Tabla 11

Contenido de Humedad del Agregado Fino

Contenido de Humedad			
Muestra	1	2	3
Humedad (%)	11.32	17.14	16.61
Promedio (%)	15.03		

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 11, las 3 muestras de afirmado ensayadas, se obtuvo como resultado un contenido de humedad promedio de 15.03%.

Tabla 12

Contenido de Humedad de la Arcilla

Contenido de Humedad			
Muestra	1	2	3
Humedad (%)	11.32	12.04	11.55
Promedio (%)	11.64		

Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 12, las 3 muestras de arcilla ensayadas, se obtuvo como resultado un contenido de humedad promedio de 11.64%.

Tabla 13

Contenido de Humedad del Aserrín

Contenido de Humedad	
Muestra	1
Humedad (%)	21.9

Nota. Del aserrín ensayado mostrado en la Tabla 13, se obtuvo como resultado un contenido de humedad es de 23.1%.

3.1.1.1.3. Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico. Se determino los limites e índices del material arcilloso, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14

Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico del Agregado Fino

Muestra	LL	LP	IP
M 1	28.92	21.55	7.38
M 2	34.86	21.35	13.51
M 3	NP	NP	NP

Nota. De los resultados obtenidos del agregado fino mostrados en la Tabla 14, la muestra 1 fue extraída de la cantera “Tres Tomas”, la muestra 2 fue extraída de la cantera “La Victoria” y la tercera muestra fue extraída de la cantera “El Pedregal”, clasificándose el material como SC (arena arcillosa).

Tabla 15

Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico de la Arcilla

Muestra	LL	LP	IP
M 1	35.74	21.40	14.34
M 2	35.89	20.89	14.99
M 3	35.86	21.41	14.45

Nota. De los resultados obtenidos de la arcilla mostradas en la Tabla 15, la muestra 1 fue extraída de la cantera “Tres Tomas”, la muestra 2 fue extraída de la cantera “Tres Tomas” y la tercera muestra fue extraída de la cantera “El Pedregal”, clasificándose el material como CL (arcilla de baja plasticidad).

3.1.1.1.4. Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea. Se realizó este ensayo para determinar el contenido de sales que tienen los materiales empleados en la fabricación del ladrillo ecológico de aserrín.

Tabla 16

Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea

Muestra		Agregado Fino, Arcilla y Aserrín		
A Muestra Usada	G.	50	50	50
B Agua destilada	MI	150	150	150
1 Relación de la Mezcla Suelo - Agua Destilada		3	3	3
2 Número de Beaker		1	2	2
3 Peso de Beaker	G.	115. 16	115. 18	108. 71
4 Peso de Beaker + Residuo de Sales	G.	115. 18	115. 21	108. 73
5 Peso de Residuo de Sales	(4)-(3) G.	0.02	0.03	0.02
6 Volumen de la Solución Tomada	MI	50	50	50
7 Constituyentes de Sales Solubles Totales	$\frac{[(5) X (100000)]}{(100000)}$ Ppm	1200	1800	1200

Muestra	Agregado Fino, Arcilla y Aserrín						
8	Constituyentes de Sales Solubles Totales en Peso Seco	$\frac{0) J / (6)}{J X (1)}$	8	0.12	0.18		
		$\frac{(7) /}{10000}$ (%)				0.12	
		Promedio (Ppm) =					1400
		Promedio (%) =					0.14

Nota. En los resultados de la Tabla 16 nos muestra la cantidad de sales solubles encontradas en los agregados, teniendo un promedio de 0.14 porcentaje en peso mostrado en el anexo F.

3.1.1.1.5. Ensayo de Compactación de Proctor Modificado. Se realizó este ensayo para determinar las relaciones entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos.

Tabla 17

Ensayo de Compactación de Proctor Modificado del Agregado Fino

Muestra	Óptimo Contenido de Humedad (%)	Peso Unitario Seco (KN/cm ³)	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)
M 1	5.3	20.00	2.039
M 2	5.71	20.50	2.090
M 3	5.01	20.40	2.080

Nota. De los resultados de la Tabla 17, se ha utilizado el procedimiento A, debido a que en este procedimiento se retiene menos del 20% del peso en el tamiz N° 4 y que consiste en dar 25 golpes por cada capa, las cuales en este procedimiento son 5, la muestra 1 fue extraída de la cantera “Tres Tomas”, la muestra 2 fue extraída de la cantera “La Victoria” y la tercera muestra fue extraída de la cantera “El Pedregal”.

3.1.1.1.6. Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo. Se realizó este ensayo para determinar la resistencia a la compresión no confinada del agregado fino para emplearlo como material en la fabricación del ladrillo ecológico de aserrín.

Tabla 18

Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo del Agregado Fino

Muestra	Esfuerzo Máximo (kg/cm ²)	Deformación (%)
M 1	1.02	0.18
M 2	2.76	0.21
M 3	0.68	0.19

Nota. De los resultados obtenidos mostrados de la Tabla 18, la muestra seleccionada fue la muestra 2 del agregado fino debido a que presentó un mayor esfuerzo máximo y deformación máxima, por lo que su esfuerzo máximo fue de 0.68 kg/cm² y su deformación máxima de 0.19%; el informe del ensayo para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo se encuentra en el anexo H.

3.1.1.1.7. Ensayo de pH del Aserrín. Se realizó este ensayo para determinar el valor de pH e indicar el grado de acidez o alcalinidad del aserrín para ser empleado en la fabricación del ladrillo ecológico de aserrín, los resultados se encuentran en el anexo I.

3.1.1.1.8. Ensayo de Densidad del Aserrín. Se realizó este ensayo para determinar el valor de la densidad del aserrín utilizando kerosene con una densidad mayor que 0.73 g/ml a 23°C \pm 2°C, para ser empleado en la fabricación de la unidad de albañilería ecológica de aserrín, los resultados del ensayo de peso específico de aserrín se encuentran en el anexo J.

3.1.2. Elaboración de la Prensa Hidráulica Para Fabricar Ladrillos Ecológicos

Referente al objetivo 2: Elaborar los ladrillos ecológicos según la norma española como alternativa a las normas NTP, se definieron los materiales, dimensiones, equipos y dosificaciones que se utilizaran en la fabricación de esta nueva unidad de albañilería ecológica prensada de aserrín, los cuales han sido realizados en laboratorio.

3.1.2.1. Prensa Hidráulica Para Elaborar Ladrillos Ecológicos. Se ha creado una prensa hidráulica casera con un determinado molde, la cual fabricará ladrillos ecológicos de aserrín, aplicando una determinada fuerza presión promedio de 1600 kg, siendo manipulado fácilmente para la fabricación de la nueva unidad de albañilería ecológica, se mostrará a mejor detalle en la Figura 2.

Figura 2

Prensa Hidráulica Manual de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



3.1.2.2. Tipo de Unidad de Albañilería. Se ha optado por dar elección a un ladrillo de forma rectangular sólido, inspirado en los ladrillos artesanales, teniendo en cuenta a que las personas de bajos recursos económicos puedan fabricarlo sin ningún inconveniente.

Figura 3

Unidad de Albañilería Ecológica de Aserrín



3.1.2.3. Componentes del Ladrillo Ecológico. Los ladrillos ecológicos de aserrín fueron fabricados con una prensa hidráulica, usando materias primas como cemento, arcilla, afirmado y como material reciclado el aserrín.

3.1.2.3.1. Arcilla. Se ha extraído este material de la cantera “La Paz 20” ubicada en la coordenada N 643148.41, E 9266869.28, Zona 17 M con una elevación de 73 m.s.n.m., esta cantera se encuentra ubicada dentro de la cantera “Tres

Tomas”; para poder obtener este material primero se tuvo que zarandear, luego ser procesado en la planta chancadora, para después ser pasado por la malla de 1 cm de diámetro, para luego separar 2 cubos, cargándose en un camión de 6 cubos.

3.1.2.3.2. *Afirmado.* Este material fue extraído de la cantera “La Victoria” ubicada en la coordenada N 654690.84, E 9256183.61, Zona 17 M con una elevación de 62 m.s.n.m. para poder obtener este material primero se tuvo que zarandear, luego ser procesado en la planta chancadora, para después ser pasado por la malla de 1 cm de diámetro, para luego separar 2 cubos, cargándose en un camión de 6 cubos.

3.1.2.3.3. *Aserrín.* Este material se obtuvo del aserradero “Nuevo Amanecer” ubicado en la Av. San Pedro y la Av. Los Laureles en el distrito de José Leonardo Ortiz en la ciudad de Chiclayo, el aserrín se obtuvo del desecho de la madera tornillo y copaiba.

3.1.2.3.4. *Cemento Portland Tipo Ms.* Este material fue seleccionado como componente del ladrillo ecológico de aserrín, según el ensayo de la N.T.P. 399.152: 2002 (Revisada el 2015) “SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea” teniendo como resultado que el material granular presentaba 0.90 de porcentaje en peso, por lo cual se decidió utilizar el Cemento Pacasmayo tipo MS, este tipo de cemento se usa en obras que requieren una moderada y alta resistencia a los sulfatos, también para obras que estén expuestas a ambientes húmedos-salitrosos.

3.1.2.4. *Fabricación de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín*

3.1.2.4.1. *Diseño de Mezcla.* Para la fabricación de esta nueva unidad de albañilería no se encontró una información definida que indique la relación de estos materiales, por lo cual se realizaron diversos diseños de mezcla para elaborar las unidades de albañilería ecológica.

Tabla 19

Dosificaciones Seleccionadas en Volumen Para la Creación de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Muestra	Materiales Usados					Dosificación					
	Cemento (g)	Arcilla (g)	Agregado Fino (g)	Aserrín (g)	Agua (ml)	C	Ar	Af	As	A	A/C
M - 9	980.79	1961.58	1961.58	24.52	350.00	1	1.95	1.95	0.02	15.17 L/bl	0.36
M - 10	980.79	1961.58	1961.58	49.04	370.00	1	1.95	1.95	0.05	16.03 L/bl	0.38
M - 11	980.79	1961.58	1961.58	73.56	390.00	1	1.95	1.95	0.07	16.90 L/bl	0.40
M - 12	980.79	1961.58	1961.58	98.08	410.00	1	1.95	1.95	0.10	17.77 L/bl	0.42
M - 13	980.79	1961.58	1961.58	147.12	450.00	1	1.95	1.95	0.15	19.50 L/bl	0.46

Nota. La muestra experimental seleccionada como óptima ha sido la muestra M-9 con una dosificación en volumen de 1:1.95:1.95:0.02 y con una relación A/C de 0.36.

Tabla 20

Dosificaciones Seleccionadas en Porcentaje Para la Creación de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Muestra	Materiales Usados					Porcentaje				
	Cemento (g)	Arcilla (g)	Agregado Fino (g)	Aserrín (g)	Agua (ml)	Cemento (%)	Arcilla (%)	Agregado Fino (%)	Aserrín (%)	Agua (%)
M - 9	980.79	1961.58	1961.58	24.52	350.00	20.00	40.00	40.00	0.50	7.14
M - 10	980.79	1961.58	1961.58	49.04	370.00	20.00	40.00	40.00	1.00	7.54
M - 11	980.79	1961.58	1961.58	73.56	390.00	20.00	40.00	40.00	1.50	7.95
M - 12	980.79	1961.58	1961.58	98.08	410.00	20.00	40.00	40.00	2.00	8.36
M - 13	980.79	1961.58	1961.58	147.12	450.00	20.00	40.00	40.00	3.00	9.18

Nota. La muestra experimental seleccionada como óptima debido a que presentó mejores propiedades físicas y mecánicas ha sido la M-9 con una dosificación en porcentaje de cemento 20%, arcilla 40%, agregado fino 40%, aserrín 0.5%.

3.1.2.5. Proceso de Elaboración de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín.

Se elaboraron 421 unidades de ladrillos ecológicos de aserrín, fueron creados a través de una prensa hidráulica casera, se ejecutó una mezcla de sus respectivos componentes los cuales lo conforman el aserrín, cemento, agregado fino (afirmado que pasa por la malla N° 4 al 100%), arcilla y agua, dándose un mezclado de 2 minutos de la arcilla, cemento, aserrín y agregado fino para luego mezclar los materiales ya mencionados con agua aproximadamente 5 minutos.

Se colocó la mezcla en el molde hasta una altura de 14.5 cm siendo llenado el molde y enrasada la mezcla, para que luego ser prensado con una fuerza presión de promedio de 1600 kg hasta lograr obtener una altura de 9.5 cm. Terminado el prensado se llevó cada una de las unidades elaboradas a una superficie nivelada, para que sean curadas durante una semana y estén aptas para ser ensayadas.

3.1.3. Ensayos Realizados a la Unidad de Albañilería Ecológica de Aserrín.

Referente al objetivo 3, evaluar las propiedades físicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín, se definieron los siguientes ensayos para poder determinar las características físicas de la nueva unidad de albañilería ecológica con adicción de aserrín.

Los ladrillos ecológicos de aserrín fueron clasificados y ensayados en base a los siguientes reglamentos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones E.010 (Madera).
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 (Concreto Armado).
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 (Suelos y Cimentaciones).
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 (Albañilería).

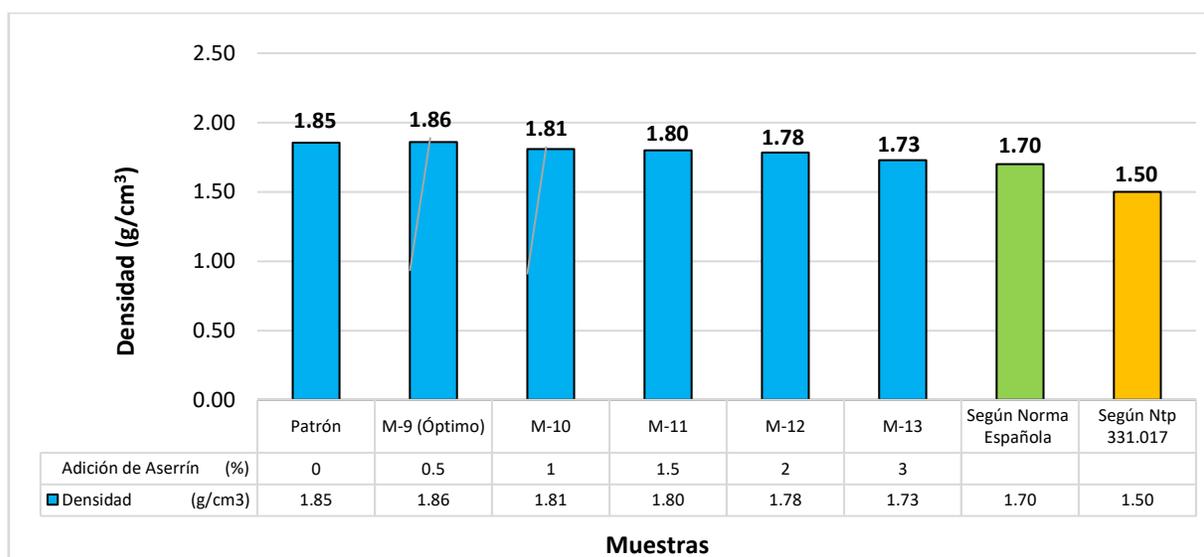
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada).
- Norma Técnica Peruana 331.017 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos).
- Norma Técnica Peruana 339.034 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas).
- Norma Técnica Peruana 339.152 (SUELOS. Método normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea).
- Norma Técnica Peruana 399.613 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería).
- Norma Técnica Peruana 399.605 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería).
- Norma Técnica Peruana 399.621 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería).
- Norma Técnica Peruana 400.011 (AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)).
- Norma Técnica Peruana 400.012 (AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global).
- Norma Española (Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques).

3.1.3.1. Análisis de las Propiedades Físicas.

3.1.3.1.1. Densidad. Este ensayo se realizó en las unidades de albañilería ecológica de aserrín con la finalidad de verificar la calidad del ladrillo evaluando su mejora en sus propiedades de resistencia y perfecciones geométricas.

Figura 4

Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

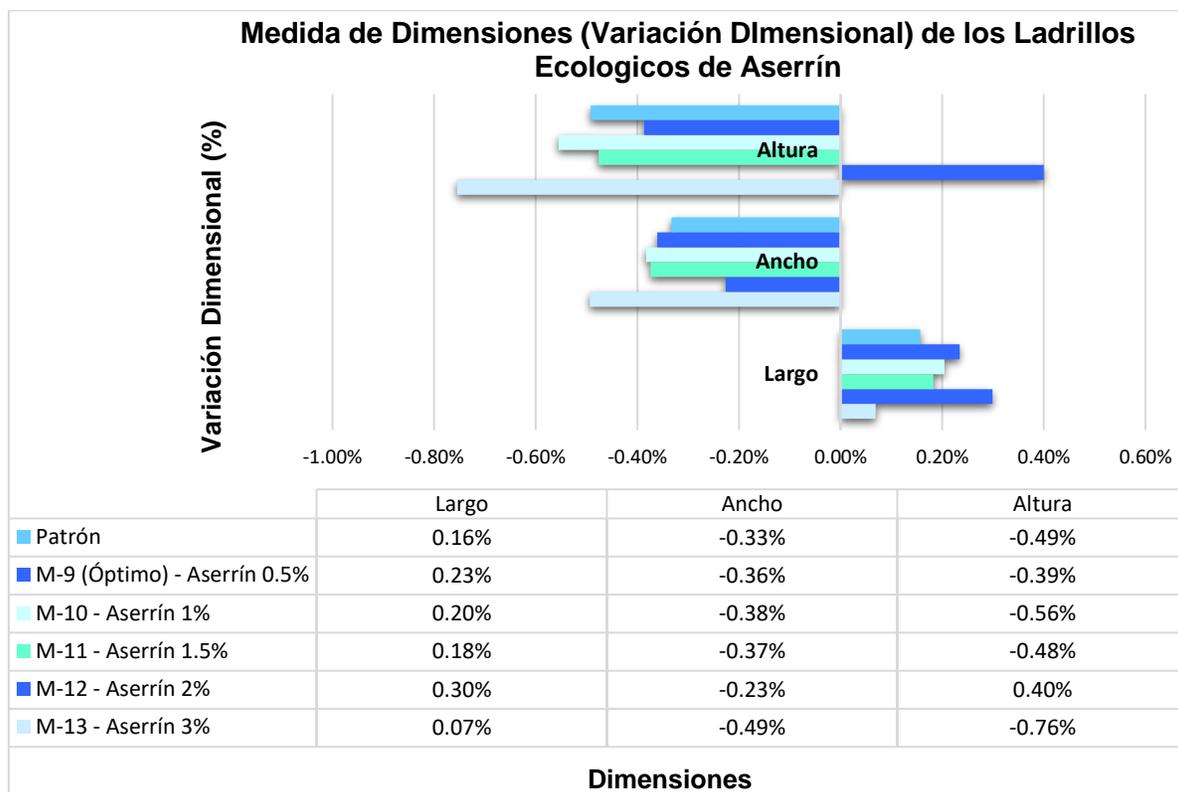


Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la gráfica de la Figura 4, la muestra patrón presenta una densidad promedio de 1.85 g/cm³, mientras que en la muestra experimental óptima se obtuvo como resultado una densidad promedio de 1.86 g/cm³, teniendo una variación entre ambos de 0.01 g/cm³, los cálculos del ensayo de densidad de los ladrillos ecológicos de aserrín se encuentran en el anexo K.

3.1.3.1.2. Medida de Dimensiones (Variación Dimensional). Este ensayo se realizó en las unidades de albañilería ecológica de aserrín siendo una unidad maciza teniendo como referencia al ladrillo artesanal y para asumir una medida de un ladrillo no portante tomándose como referencia las medidas del ladrillo Pandereta con medidas estandarizadas según la NTP 331.017.

Figura 5

Medida de Dimensiones (Variación Dimensional) de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

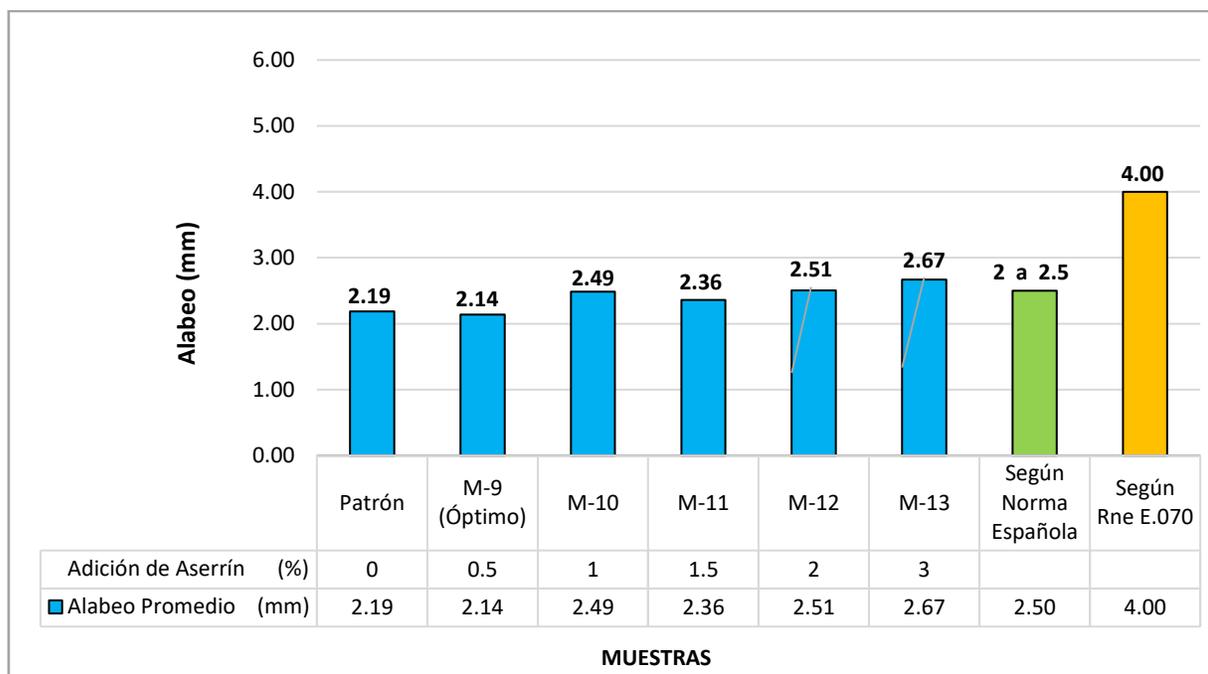


Nota. En la gráfica de la Figura 5 podemos observar los resultados obtenidos de la variación dimensional, la muestra patrón presento en largo (V.D.=0.16%), en ancho (V.D.=-0.33%), y en alto (V.D.=0.49%), mientras que en la muestra experimental óptima M-9 (0.5% de aserrín) se obtuvo en largo (V.D.=0.23%), en ancho (V.D.=-0.36%) y alto (V.D.%=-0.39%), los cálculos del ensayo de variación dimensional de los ladrillos ecológicos de aserrín se encuentran en el anexo L.

3.1.3.1.3. Alabeo. Este ensayo se llevó a cabo con la finalidad de verificar la concavidad y la convexidad que presenta la nueva unidad de albañilería ecológica de aserrín según el RNE E.070 (Albañilería).

Figura 6

Alabeo de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

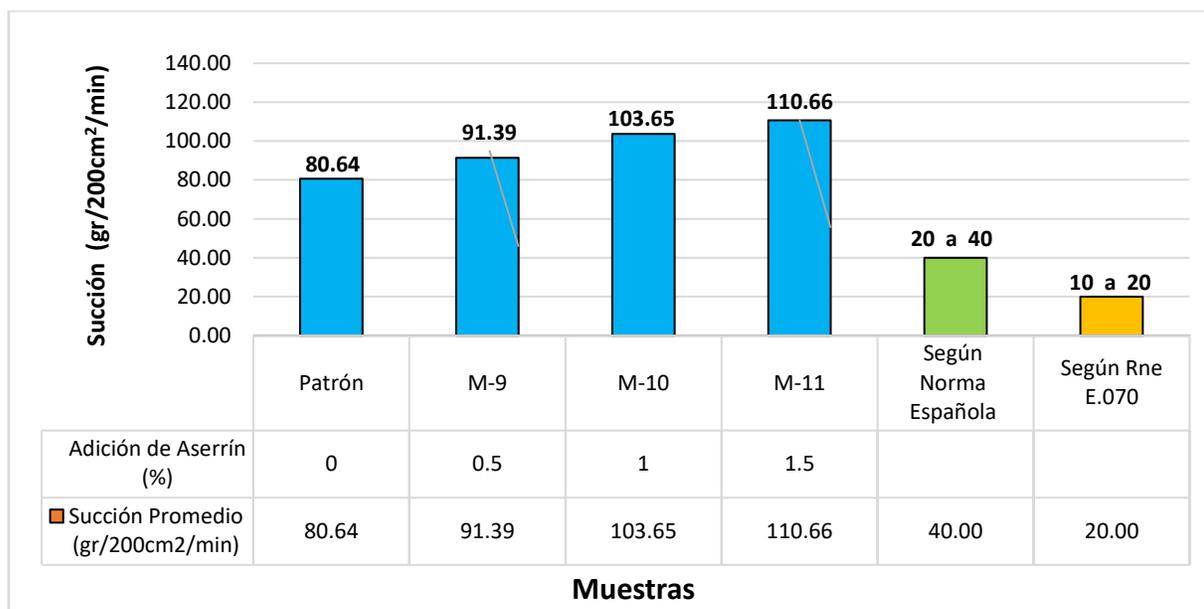


Nota. De los resultados obtenidos como se muestran en la gráfica de la Figura 6, la muestra patrón presenta un alabeo promedio de 2.19 mm, mientras que en la muestra experimental óptima se obtuvo un promedio de 2.14 mm, los cálculos del ensayo de alabeo de los ladrillos ecológicos de aserrín se encuentran en el anexo M.

3.1.3.1.4. Succión. Se realizó el ensayo de succión el cual determinó la rapidez del agua que se infiltra en el ladrillo ecológico de aserrín, mediante el contacto de la unidad con el asiento del recipiente, manteniéndose siempre con una altura constante de agua de 3mm.

Figura 7

Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

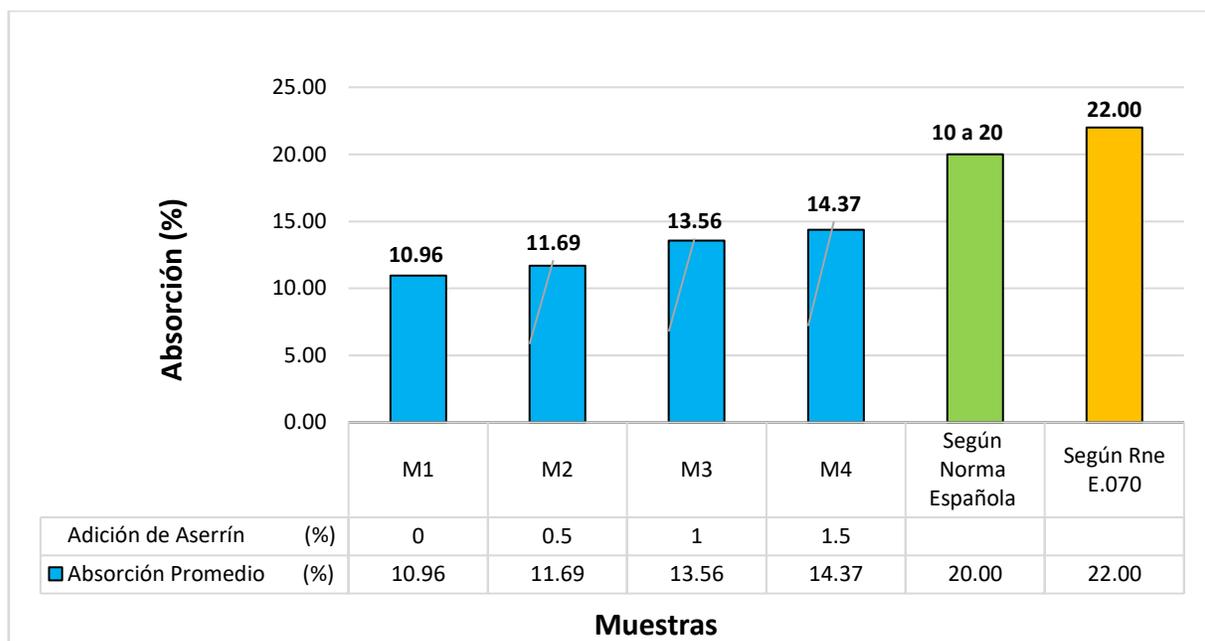


Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la gráfica de la Figura 7, la muestra patrón presenta una succión promedio de 80.64 (g/200cm²/min), mientras que la muestra experimental óptima fue de 91.39 (g/200cm²/min), teniendo una variación entre ambos de 10.75 (g/200cm²/min), los cálculos del ensayo de succión de los ladrillos ecológicos de aserrín se encuentran en el anexo N.

3.1.3.1.5. Absorción. Este ensayo permitió conocer la capacidad de absorción de las unidades de albañilería de aserrín las cuales primero pasaron a un secado en un horno controlado a una temperatura de 110 °C ± 5 por 24 h y luego las muestras se sumergieron por 24 h en agua potable.

Figura 8

Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Nota. Se ha seleccionado 3 muestras con las mejores propiedades físico-mecánicas de los 5 porcentajes elegidos por el investigador y agregando la muestra patrón; como podemos observar en la gráfica de la Figura 8 a medida que se adiciona un mayor porcentaje de aserrín la absorción aumenta, los resultados obtenidos como se muestra en la tabla tenemos para la muestra patrón tenemos una absorción promedio de 10.96% y para la muestra experimental óptima tenemos una absorción promedio de 11.69% teniendo una variación entre ambos de 0.73%, los cálculos del ensayo de absorción de los ladrillos ecológicos de aserrín se encuentran en el anexo Ñ.

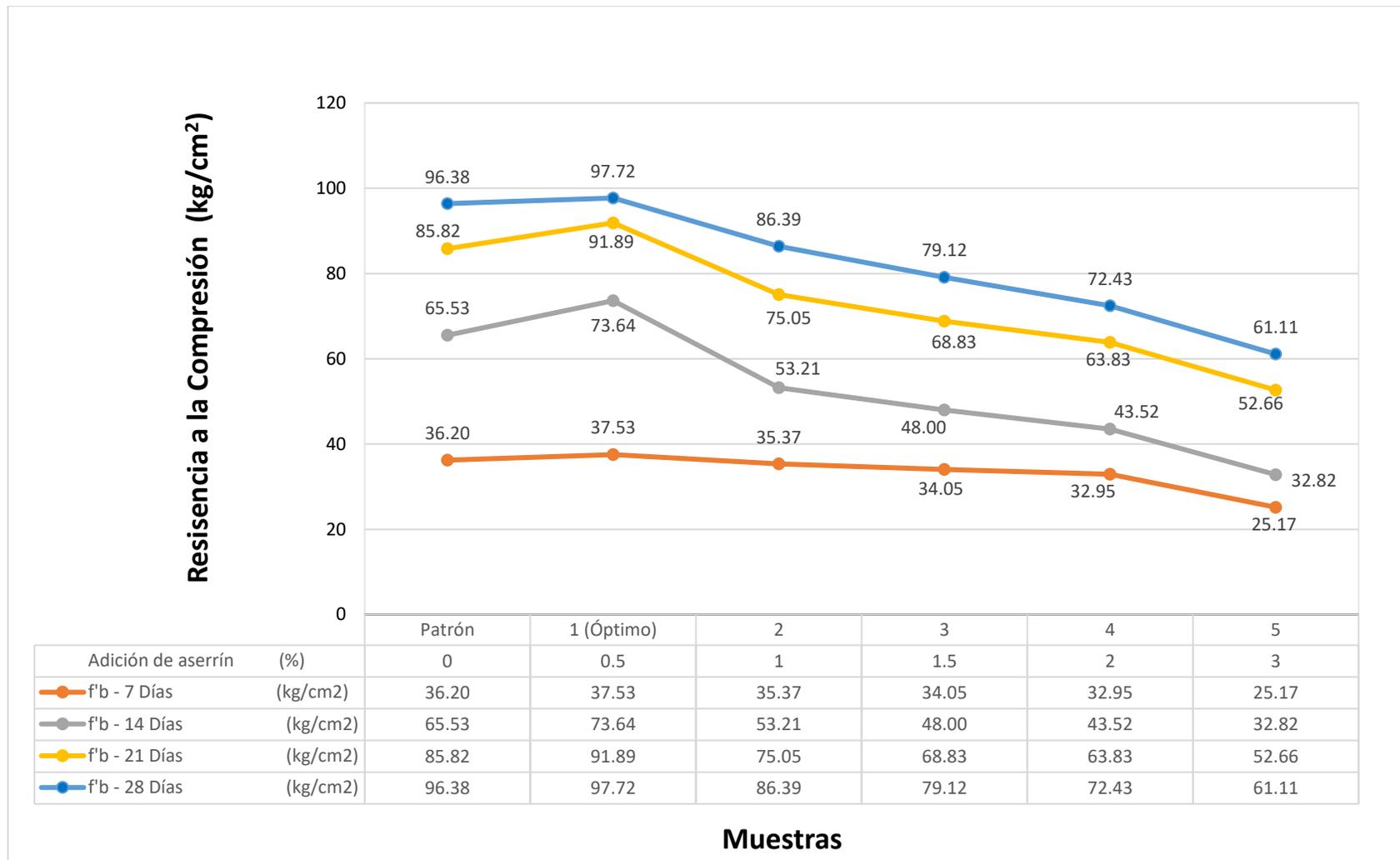
Referente al objetivo 4, evaluar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín, se definieron los siguientes ensayos para poder determinar las características mecánicas de la nueva unidad de albañilería ecológica con adicción de aserrín.

3.1.3.2. Análisis de las Propiedades Mecánicas.

3.1.3.2.1. Resistencia a la Compresión. Este ensayo permitió ver el nivel de calidad estructural de la unidad de albañilería de aserrín y su nivel de resistencia a la intemperie o a cualquier otro deterioro de acuerdo a las normas RNE E.070 y NTP 399.613, en la figura 22 y 23 se muestran las respectivas resistencias de cada una de las muestras de la unidad de albañilería de aserrín.

Figura 9

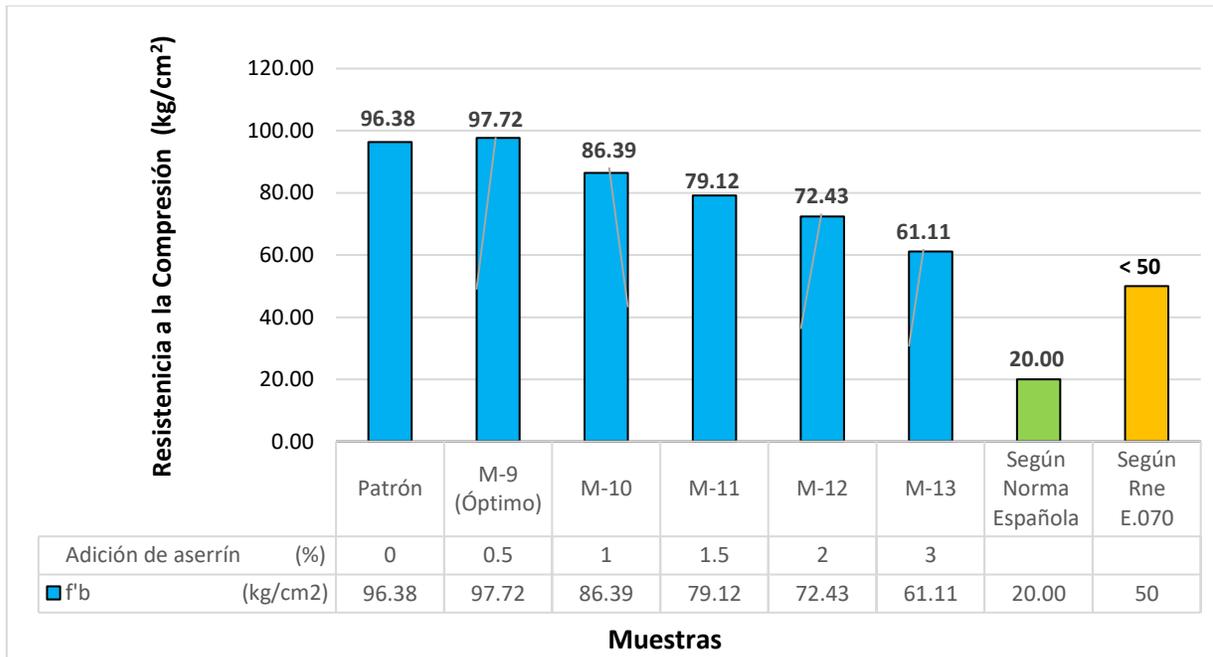
Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferentes Edades de Curado



Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la gráfica de la Figura 9, tenemos resistencias de diferentes edades 7, 14, 21 y 28 días de curado, conforme avanzan los días de curado en seco las muestras aumentan sus resistencias.

Figura 10

Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

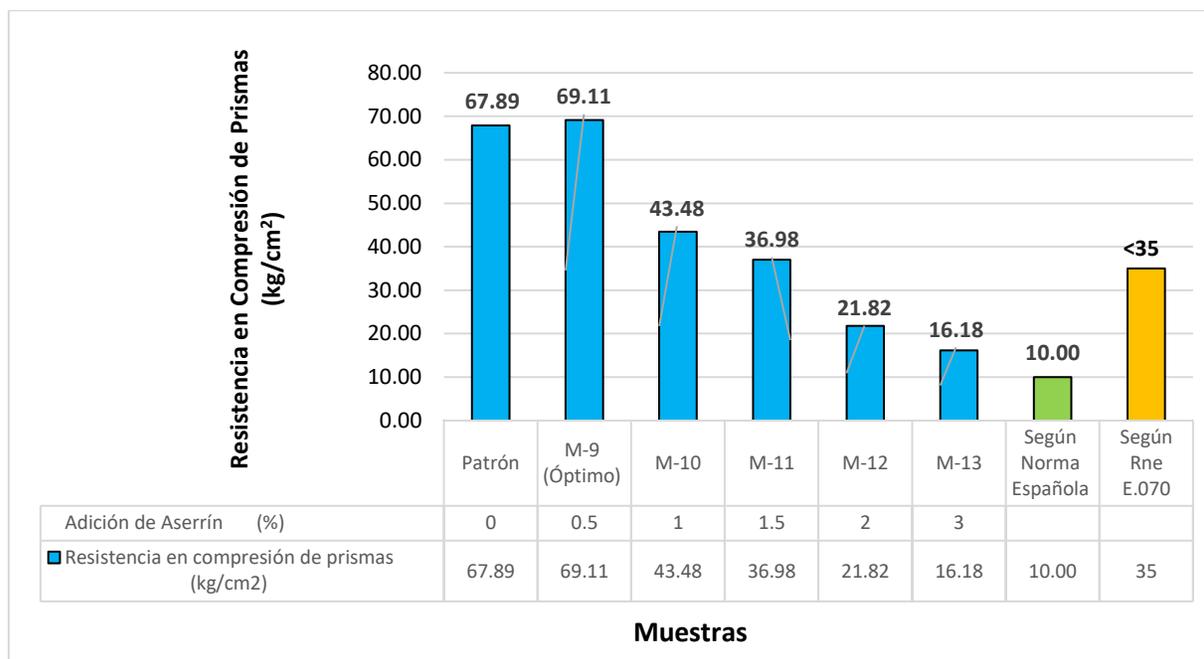


Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la gráfica de la Figura 10, la muestra patrón presenta una resistencia a la compresión promedio de 96.38 kg/cm², mientras que la muestra considerada por este ensayo como muestra experimental óptima tiene una resistencia a compresión de 97.72 kg/cm², existiendo una diferencia entre ambas muestras de 1.34 kg/cm². Los cálculos de resistencia a la compresión se encuentran en el anexo O.

3.1.3.2.2. Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería. Para este ensayo se realizó para determinar la resistencia de los prismas de la unidad de albañilería de aserrín dependiendo de su esbeltez de acuerdo a la norma española como alternativa a los requisitos de las normas RNE E.070 y la NTP 399.065, se hizo juntas de 1cm y 1.5 cm, no se necesitó hacer un capeo de base ya que la unidad de albañilería ecológica de aserrín es maciza y no presenta irregularidades en su base, los cuales fueron ensayados a los 28 días.

Figura 11

Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



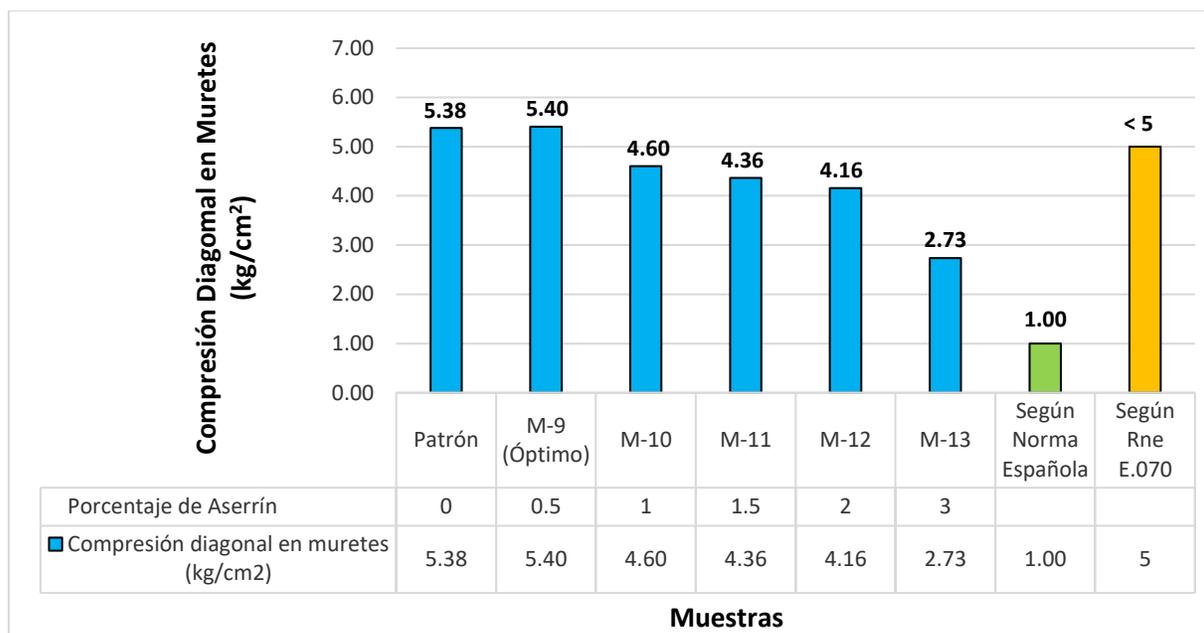
Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la gráfica de la Figura 11, la muestra patrón presenta una resistencia en compresión de prismas promedio de 67.89 kg/cm², mientras que la muestra experimental óptima fue de 69.11 kg/cm², existiendo una diferencia entre ambas muestras de 1.22 kg/cm². Los cálculos de resistencia en compresión de prismas se encuentran en el anexo P.

3.1.3.2.3. Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería.

Se realizó este ensayo utilizando tres muretes por muestra, teniendo en la presente investigación cinco muestras a base de ladrillos ecológicos con diferentes porcentajes de aserrín y la muestra patrón, los cuales fueron ensayados cumplidos los 28 días, teniendo como dimensiones mínimas de 60 cm de altura y 60 cm de ancho establecidas según la NTP 399.621.

Figura 12

Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

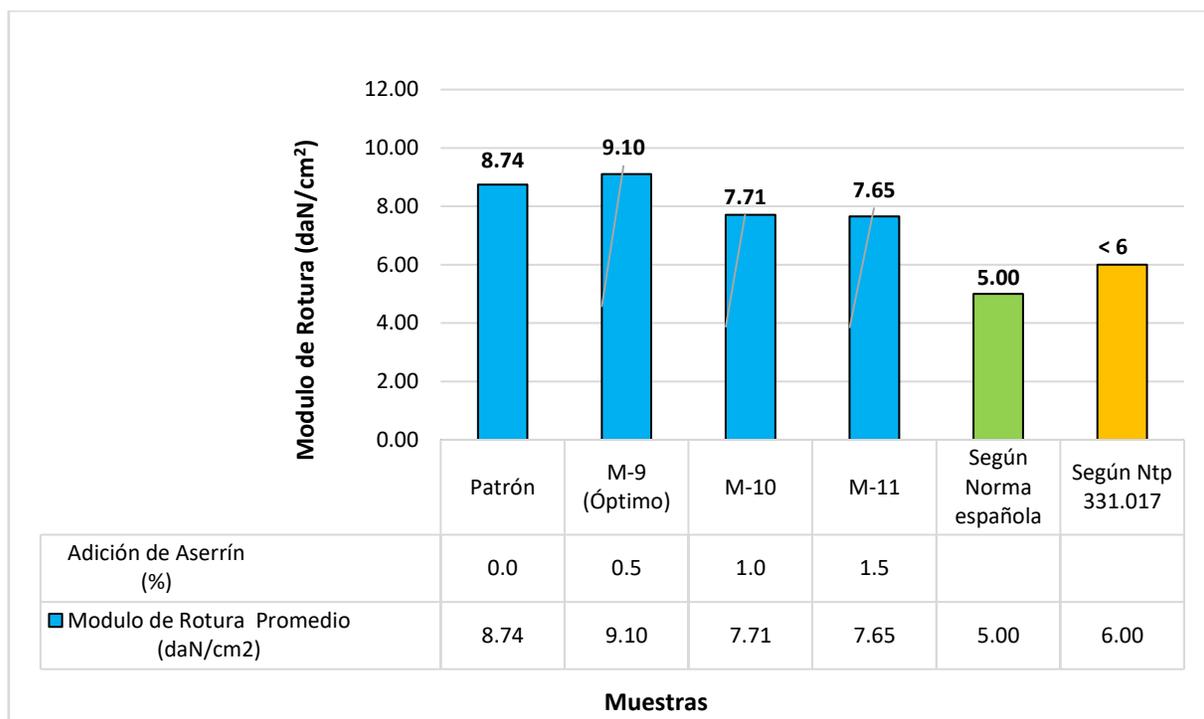


Nota. De los resultados obtenidos mostrados en la gráfica de la Figura 12, la muestra patrón presentó una resistencia a la compresión diagonal en muretes promedio de 5.38 kg/cm², mientras que la muestra experimental óptima es de 5.40 kg/cm², existiendo una diferencia entre ambas muestras de 0.02 kg/cm². Los cálculos del ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería se encuentran en el anexo Q.

3.1.3.2.4. Módulo de Rotura. Se realizó este ensayo para determinar la resistencia a la tracción lateral del ladrillo ecológico de aserrín, según la norma NTP 331.017 (UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos) existe una relación que al aumentar la resistencia a la tracción aumenta la resistencia a la compresión de la albañilería.

Figura 13

Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Nota. De las 5 muestras elegidas por el investigador, se ensayaron 3 muestras con las mejores propiedades físico-mecánicas y la muestra patrón como podemos observar en la gráfica de la Figura 13; de los resultados obtenidos la muestra patrón presentó un módulo de rotura promedio de 8.74 daN/cm², mientras que la muestra experimental óptima fue de 9.10 daN/cm². Los cálculos del ensayo de módulo de rotura se encuentran en el anexo R.

Referente al objetivo 5: Estimar los costos y beneficios de producción de las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín, se definió el costo de producción unitario de la nueva unidad de albañilería ecológica adicionando aserrín.

3.1.4. Análisis de Costos de Producción.

Para determinar el costo unitario de la producción del ladrillo ecológico de aserrín se toman en cuenta varios puntos como el pago de impuestos, mano de obra, mantenimiento de los equipos, préstamos bancarios y la materia prima que es extraída de las canteras como la arcilla con un valor de 10 soles cada cubo, el agregado fino (afirmado) con un valor de 20 soles el cubo y el aserrín extraído de los aserraderos con un valor de 0 soles el saco.

Tabla 21

Análisis de Costos de Producción

Ladrillo/DIA	250.0000	EQ.	1.0000	Costo Unitario Directo por: Ladrillo	1.32		
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
Operario			hh	1.0000	0.0320	10.00	0.32
Peón			hh	1.0000	0.0320	6.25	0.20
							0.52
	Materiales						
Arcilla			m3		0.00200	10.0000	0.02
Afirmado			m3		0.00196	20.0000	0.04
Aserrín			bol		0.00002	0.0000	0.00
Cemento Portland Tipo Ms (42.5 kg)			bol		0.02200	27.0000	0.59
Agua			Lt		0.35000	0.0000	0.00
							0.65
	Equipos						
Prensa Hidráulica Manual			hm		0.0320	3.75	0.12
Herramientas Manuales			%mo		3.0000	1.00	0.03
							0.15

Nota. De los datos mostrados en la Tabla 21, se ha tomado como referencia la muestra experimental óptima (M-9 – Aserrín 0.5%). Para la elaboración del ladrillo ecológico de aserrín se produce un costo unitario de 1.32 soles.

3.2. Discusión de Resultados

Respecto al objetivo específico 1, evaluar las características físicas del aserrín y del material extraído de cantera para la elaboración de la unidad de albañilería de aserrín, se obtuvo un material adecuado debido al tener un suelo con plasticidad media (IP = 14.34), que al momento de prensar y desmoldar el ladrillo no presentó grietas ni se desintegro, siendo estos resultados similares con la investigación de (Ramirez Bernachea, 2018), el cual presentó un también un suelo con plasticidad media (IP = 10.46), teniendo un material adecuado debido a que al no ser un material altamente arcilloso al momento de prensar y desmoldar el ladrillo este no presentó grietas contrario a lo que ocurrió en la investigación de (Benjeddou O. et al., 2018) el cual se clasificó como un suelo de plasticidad alta (IP = 27), el ladrillo presento grietas importantes.

Con respecto al aserrín este proviene de la madera Tornillo y Copaiba presentando un pH de 7.56 coincidiendo con la investigación de (Ramirez Bernachea, 2018) el cual presentó un pH de 9.34 proveniente de la madera de eucalipto estando estos valores mencionados por encima del nivel neutro que es 7 considerandose materiales alcalinos según la norma internacional BS 1377:1990 (Methods of test for Soils for civil engineering Purposes. Part 3. Chemical and electro-chemical tests), interpretando estos resultados no afectan en la resistencia de los ladrillos ecológicos de aserrín y estos se podrían emplear de forma normal en las construcciones de obras civiles.

Respecto al objetivo específico 2, elaborar los ladrillos ecológicos según la norma española como alternativa a las normas NTP, para esta tesis para la elaboración de esta nueva unidad de albañilería ecológica en la dosificación se utilizó materiales como cemento, arcilla, agregado fino y aserrín proveniente de la madera tornillo y copaiba, con dimensiones establecidas en la norma española, creandose esta unidad de albañilería ecológica con una prensa hidráulica manual que aplicó una fuerza promedio de 1600 kgf llevando y llenando la mezcla a un molde, el cual

fue prensado y desmoldado, luego curadas durante 7 días, siendo estas unidades almacenadas en una superficie nivelada hasta el día 28, quedando listas para ensayarlas, teniendo una elaboración similar establecida por (Ramirez Bernachea, 2018) el cual en su investigación presento una dosificación de su ladrillo ecológico con materiales como tierra arcillosa, cemento y aserrín proveniente de la madera de eucalipto, con dimensiones del ladrillo king kong artesanal y 2 alveolos de 6 cm de diámetro de tipo lego, para la creación de esta unidad se utilizó una prensa semi hidráulica controlada por comandos electricos aplicando una fuerza de 6tn, se prensó y desmoldo la unidad de albañilería ecológica colocandola en una superficie nivelada en un ambiente cerrado, curando estas unidades por 7 días, y fueron secadas hasta el día 28 y ensayadas.

Respecto al objetivo específico 3, evaluar las propiedades físicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín, referente a la densidad los resultados obtenidos, se evidenció con las investigaciones de otros autores, que en la muestra experimental óptima (M-9 – Aserrín 0.5%) se obtuvo una densidad promedio de 1.86 g/cm^3 , el cual supera a lo establecido por (Čáchová et al., 2016) en su investigación obtiene una densidad de 1.47 g/cm^3 , y presentando un resultado similar a lo estipulado por (Ramirez Bernachea, 2018) en su investigación el cual obtiene un valor de 1.70 g/cm^3 , ocurrieno lo mismo con (Ibrahim et al., 2021) en su investigación el cual obtiene 1.60 g/cm^3 ; por lo que el valor 1.47 g/cm^3 y 1.60 g/cm^3 no cumple con los requisitos mínimos que establece la norma española la cual la densidad mínima es 1.70 g/cm^3 .

Referente a la variación dimensional, los resultados obtenidos se evidenció con las investigaciones de otros autores, que en la muestra patrón experimental (M-9 – Aserrín 0.5%) se obtuvo una variación dimensional en largo de 0.23%, en ancho de -0.36%, en alto de -0.77% siendo estos valores muy cernanos a lo estipulado por (Ramirez Bernachea, 2018) en su investigación obtiene una variación dimensional promedio en largo de 0.28%, en ancho de -1.60%, en alto de 1.64%, cumpliendo los

valores mencionados con los requisitos que establece la norma española con una variación dimensional máxima de 2%.

Referente a la succión, con los resultados obtenidos se evidenció con las investigaciones de otros autores que al adicionar un mayor porcentaje de aserrín la rapidez inicial de absorción (succión) aumenta, en la muestra experimental óptima M-9 (0.5% de adición de aserrín) de la presente investigación mostró una succión promedio de 91.39 g/200cm²/min, siendo este valor muy lejano a lo establecido por (Mohammed et al., 2016), en su investigación se obtuvo una succión promedio de 6.55 g/200cm²/min el cual se encuentra en los requisitos mínimos de la norma española (bloques de tierra comprimida), que establece una succión comprendida entre 20 a 40 g/200cm²/min, con respecto al resultado 91.39 g/200cm²/min la norma española nos indica que los ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra obtener uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo con la cara del siguiente ladrillo, el resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua, por otro lado la norma RNE E.070 nos indica que el ladrillo debe ser humedecido media hora entre 10 a 15 horas antes de asentarlo.

Referente a la absorción, con los resultados obtenidos se evidenció con las investigaciones de otros autores que al adicionar un mayor porcentaje de aserrín la absorción aumenta, en la muestra experimental óptima M-9 (0.5% de adición de aserrín) mostraron una absorción promedio de 11.69% siendo este valor muy cercano a lo establecido por (Mohammed et al., 2016), en su investigación se obtuvo una absorción promedio de 10%, superior a lo establecido por (Farazela et al., 2021), en su investigación obtuvo una absorción de 5.40%, y menor a lo establecido por (Adelusi et al., 2021), en su investigación se obtuvo una absorción de 24.62%. Los valores de 11.69%, 10% y 5.40% cumplen con la absorción máxima que según establece la norma española, siendo el porcentaje máximo de absorción de 20%, teniendo por lo contrario el valor de 24.62%, el cual no cumple con los requisitos.

Respecto al objetivo específico 4, evaluar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín, con los resultados obtenidos, se evidenció con las investigaciones de otros autores que al adicionar una mayor cantidad de aserrín la resistencia disminuye, de esta manera la muestra experimental óptima M-9 (0.5% de adición de aserrín) obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 97.72 kg/cm², superando este valor a lo establecido por (Ahmad et al., 2017) en su investigación el cual obtiene una resistencia promedio de 88.41 kg/cm², a lo estipulado por (Chino Ruiz & Mathios Castro, 2020) en su investigación obtenido una resistencia promedio de 20.70 kg/cm², y a lo establecido por (Castañeda Rodriguez & Escalante Cotrina, 2020) en su investigación obtuvieron una resistencia promedio de 62.54 kg/cm²; y teniendo una resistencia menor a lo establecido por (Farazela et al., 2021) en su investigación obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 257.96 kg/cm², ocurriendo lo mismo con (Mohammed et al., 2016) en su investigación obtuvo una resistencia a la compresión de 106.36 kg/cm²; según la norma española todos los valores mencionados de las unidades de albañilería ecológica son aceptables debido a que la norma española establece que la resistencia mínima de los bloques de tierra comprimida estabilizados es 20 kg/cm².

Referente a la resistencia en compresión de prismas de albañilería, con los resultados obtenidos, se evidenció con las investigaciones de otros autores que al adicionar una mayor cantidad de aserrín la resistencia disminuye, de esta manera la muestra experimental óptima M-9 (0.5% de adición de aserrín) obtuvo una resistencia en compresión de prismas promedio de 69.39 kg/cm² superando a lo establecido por (Mohammed et al., 2016), en su investigación se obtuvo una resistencia en compresión de prismas promedio de 35.18 kg/cm² y también superando a lo establecido por (Dawood et al., 2021), en su investigación se obtuvo una resistencia promedio de 16.83 kg/cm²; según la norma española todos los valores mencionados de resistencia en compresión de prismas de las unidades de albañilería ecológica son aceptables debido a que la norma establece que la resistencia mínima de los bloques de tierra comprimida estabilizados es 10 kg/cm².

Referente a la resistencia de compresión diagonal en muretes de albañilería, se utilizó un mortero con los mismos materiales y porcentajes utilizados en la unidad de albañilería de aserrín teniendo como referencia al mortero mencionado en la norma española y la norma de adobe del RNE E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) el cual le dio una mejor uniformidad y comportamiento de la resistencia diagonal del murete y utilizando una junta de 1.5 cm; con los resultados obtenidos, se evidenció con las investigaciones de otros autores que al adicionar una mayor cantidad de aserrín la resistencia disminuye, de esta manera la muestra experimental óptima M-9 (0.5% de adición de aserrín) obtuvo una resistencia de compresión diagonal promedio de 5.40 kg/cm² superando a lo establecido por (Ramirez Bernachea, 2018) en su investigación se obtuvo 4.82 kg/cm²; según la norma española todos los valores mencionados de resistencia a la compresión diagonal en muretes de las unidades de albañilería ecológica son aceptables debido a que la norma establece que la resistencia mínima de los bloques de tierra comprimida estabilizados es 1 kg/cm².

Respecto al objetivo específico 5, estimar los costos y beneficios de producción de las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín, para esta tesis fue estimado el valor de costo unitario a la muestra experimental óptima (M-9 – Aserrín 0.5%) teniendo un precio unitario de 1.32 soles, siendo el costo de esta unidad menor que lo establecido por (Ramirez Bernachea, 2018) en su investigación el precio unitario de su muestra experimental óptima (PET 96% - Aserrín 4%) fue estimado en 2.48 soles; y teniendo un precio similar al ladrillo pandereta con 0.85 soles.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Respecto al objetivo específico 1, evaluar las características físicas del aserrín y del material extraído de cantera para la elaboración de la unidad de albañilería de aserrín, se evaluó el material extraído de cantera y aserradero, con lo que se concluye según la clasificación SUCS que el agregado fino se clasificó como un suelo SC - Arena arcillosa, con un tamaño máximo nominal de 2 mm y con un contenido de humedad de 17.14%, y la arcilla, según la clasificación SUCS se clasificó como un suelo CL - Arcilla de baja plasticidad, con un tamaño máximo nominal de 2 mm y un contenido de humedad de 11.32%.

Con respecto al aserrín de madera de tornillo y copaiba se concluye, según la clasificación SUCS se clasificó como un material con características similares a un suelo SM - Arena limosa, con un tamaño máximo nominal de 0.85 mm, un contenido de humedad de 21.90%; un peso específico de 1.15 g/ml y un PH de 7.55 clasificándose como un material alcalino interpretando este resultado no afectan en la resistencia de los ladrillos ecológicos de aserrín y estos se podrían emplear de forma normal en las construcciones de obras civiles.

Respecto al objetivo específico 2, Elaborar los ladrillos ecológicos según la norma española como alternativa a las normas NTP, mediante una prensa hidráulica manual se elaboraron 421 ladrillos ecológicos de aserrín para ser ensayados.

Respecto al objetivo específico 3, evaluar las propiedades físicas de la unidad de albañilería ecológica adicionando aserrín, concluyéndose que la muestra experimental M-9 (0.5% de adición de aserrín) fue considerada óptima debido a que presentó propiedades físicas que superaron a las demás muestras e inclusive a la muestra patrón, presentando una densidad promedio de 1.86 g/cm³, una variación dimensional en largo de 0.23%, en ancho de -0.36%, en alto de -0.77% y con una

dispersión de resultados promedio de 0.41%, una succión promedio de 91.39 g/200cm²/min y una absorción promedio de 11.69%.

Respecto al objetivo específico 4, evaluar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín, concluyéndose que la muestra experimental M-9 (0.5% de adición de aserrín) fue considerada óptima debido a que presentó propiedades mecánicas que superaron a las demás muestras e inclusive a la muestra patrón, presentando una a la resistencia a la compresión promedio de 97.72 kg/cm², una resistencia en compresión de primas promedio de 69.39 kg/cm² y una resistencia de compresión diagonal promedio de 5.40 kg/cm².

Respecto al objetivo específico 5, estimar los costos y beneficios de producción de las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín, las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín presentan un costo de producción unitario de 1.32 soles.

4.2. Recomendaciones

Respecto al objetivo específico 1, evaluar las características físicas del aserrín y del material extraído de cantera para la elaboración de la unidad de albañilería de aserrín, para futuras investigaciones se recomienda que al seleccionar las canteras del suelo se debe utilizar un tipo de suelo inerte sin materia orgánica para evitar que la materia orgánica influya en las características físicas y mecánicas; también se recomienda que el material a utilizar en el ladrillo siga el mismo proceso de la presente investigación el cual fue pasar al 100% el material por la malla N°4 reduciendo así en el prensado los espacios vacíos y mejorando la compactación de los componente del ladrillo ecológico.

Respecto al objetivo específico 2, elaborar los ladrillos ecológicos según la norma española como alternativa a las normas NTP, con respecto a la elaboración del ladrillo ecológico para futuras investigaciones se recomienda que al curar el ladrillo se evite regarlo con una manguera debido que al hacer contacto desde una altura determinada simulando una lluvia, de esta manera el ladrillo ecológico llega a erosionarse debido a que el ladrillos está fresco y ha sido recién fabricado, siendo recomendable regarlo con un recipiente pequeño como una tara y lanzar el agua por toda la unidad de albañilería ecológica de forma suave siendo mostrado este proceso de curado en el anexo T (panel fotográfico).

Respecto al objetivo específico 3, evaluar las propiedades físicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando aserrín, para dar una mejora a las características físicas del ladrillo ecológico se recomienda ubicar las unidades de albañilería ecológica en un ambiente cerrado y liso para que de esta manera se pueda dar un mejor curado y el ladrillo ecológico se mantenga en las mejores condiciones geométricamente.

Respecto al objetivo específico 4, evaluar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando aserrín, para dar una mejora a las

características mecánicas del ladrillo ecológico de aserrín se recomienda utilizar nuevos componentes los cuales puedan lograr un mejor comportamiento y desempeño estructural.

Respecto al objetivo específico 5, estimar los costos y beneficios de producción de las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín, se recomienda para las futuras investigaciones que para reducir el costo del ladrillo ecológico para las futuras investigaciones se recomienda hacer una prensa hidráulica automática para mejorar el rendimiento por día de elaboración de las unidades de albañilería ecológica.

REFERENCIAS

ASTM C1314-2010 (2010). Standar test Method for compressive strength of masonry prisms. United States: ASTM International.

BS 1377:1990 (1990). Methods of test for Soils for civil engineering. United Kingdom: British Standards Institute.

ASTM D422–63 (2002). Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils. United States: ASTM International.

Abanto, T. F. (2017). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima, Perú: San Marcos.

Adelusi, E., Ajala, O., Afolabi, R., & Olaoye, K. (2021). Strength and dimensional stability of cement-bonded wood waste-sand bricks. *Journal of Forest Science*, 67(12), 545 - 552. <https://doi.org/10.17221/98/2021-JFS>

Ahmad, R., Nor, R. M., & Ismail, S. A. (2017). Use of sawdust as admixture in cement-sand brick. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 25, 205-210. Recuperado de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=80d27dcf-f81b-461a-a61e-671495770027%40pdc-v-sessmgr06&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=130393708&db=iih>

Andina. (2017). Junín: presentan ladrillos ecológicos antisísmicos fabricados a base de residuos sólidos. *Andina*. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-junin-presentan-ladrillos-ecologicos-antisismicos-fabricados-a-base-residuos-solidos-677371.aspx>

- Andina. (2019). Emprendedores de Lambayeque innovan con ladrillos de plástico reciclado. *Andina*. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-emprendedores-lambayeque-innovan-ladrillos-plastico-reciclado-756941.aspx>
- Antico. (2017). Eco-bricks: A sustainable substitute for construction materials. *Revista de la Construcción*, 16, 518-526. <https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.518>
- Arredondo-Orozco, C., Luna-del Risco, M., Villegas-Moncada, S., Gónzales-Palacio, M., Arrieta-Gónzales, C., Cutindioy-Imbachi, J., Aguirre-Morales, J., & Quintero-Suárez, F. (2019). A novel energy-efficient machine to compress inorganic residues in eco-bricks as a sustainable construction strategy for low-cost housing. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI(8760797)*, 1-6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760797>
- Ashok-Kumar, V. T., Ravichandran, P. T., & Kannan-Rajkumar, P. R. (2019). Use of Textile Effluent Treatment Plant Sludge as Sustainable Material in Brick Manufacturing. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 283-291. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2182-5_27
- Barros , M., de Oliveira, M., da Conceição Ribeiro, R., Bastos, D., & de Oliveira, M. (2020). Ecological bricks from dimension stone waste and polyester resin. *Construction and Building Materials*, 232(117252), 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117252>
- Benjeddou, O., Soussi, C., Khadimallah, M., Alyousef, R., & Jedidi, M. (2017). Development of new baked bricks based on clay and sawdust. *MATEC Web of Conferences*, 149(01040), 1-8. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201714901040>
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.

Braja M. Das. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México: Cengage Learning.

ASTM C1157-03 (2003). Standard Performance Specification for Hydraulic Cement. United States: ASTM International.

Čáchová, M., Koňáková, D., Vejmelková, E., Keppert, M., & Černý, R. (2016). Moisture properties of the lightweight brick body. *AIP Conference Proceedings*, 1738(280009), 1-5. <https://doi.org/10.1063/1.4952069>

Carrasco Diaz, E., & Tinoco Orihuela, D. (2019). Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa/Oroya – Yauli - Junín. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingenieros Metalurgistas y de Materiales*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Yauli, Junín. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5181>

Castañeda Rodriguez, H. A., & Escalante Cotrina, M. S. (2020). Aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú. *Tesis profesional para obtener el título profesional de ingeniería civil*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3336>

Chino Ruiz, L., & Mathios Castro, A. (2020). Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras en Ucayali. *Tesis para optar el título de Ingeniero Ambienta*l. Universidad Nacional de Ucayali, Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4305>

Coletti, C., Maritan, L., Cultrone, G., & Mazzoli, C. (2016). Use of industrial ceramic sludge in brick production: Effect on aesthetic quality and physical properties.

Construction and Building Materials, 124, 219-227.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.096>

Constantinescu, S. (2018). Non-bearing masonry walls behavior and influence to high reinforced concrete buildings. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 3(6), 111-117. <https://doi.org/10.25046/aj030612>

Cultrone, G., Aurrekoetxea, I., Casado, C., & Arizzi, A. (2020). Sawdust recycling in the production of lightweight bricks: How the amount of additive and the firing temperature influence the physical properties of the bricks. *Construction and Building Materials*, 235(117436), 1-13.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117436>

Dawood, A., Mussa, F., Khazraji, H., Ulsada, H., & Yasser, M. (2021). Investigation of Compressive Strength of Straw Reinforced Unfired Clay Bricks for Sustainable Building Construction. *Civil and Environmental Engineering*, 17(1), 150 - 163.
<https://doi.org/10.2478/cee-2021-0016>

Dominguez-Santos, D., Muñoz, V., & Muñoz Velasco, L. (2017). Impact of using lightweight eco-bricks as enclosures for individual houses of one story on zones of high seismicity. *Materiales de Construcción*, 67(e133), 1-12.
<https://doi.org/10.3989/mc.2017.03316>

ASTM E519:2000 (2000). Standard test method for diagonal tension (shear) in masonry assemblages. United States: ASTM International.

Ehsan, M., & Gu, G. (2020). An integrated approach for the identification of lithofacies and clay mineralogy through Neuro-Fuzzy, cross plot, and statistical analyses, from well log data. *Journal of Earth System Science*, 129(101), 1-13.
<https://doi.org/10.1007/s12040-020-1365-5>

El comercio. (2017). Huancayo: crean ladrillos ecológicos resistentes a lluvias e inundaciones. *El comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/huancayo-crean-ladrillos-ecologicos-resistentes-lluvias-e-inundaciones-426257-noticia/?ref=ecr>

Farazela , M., Arib, M., Azmi, M., Aniza, A., & Azhan, A. (2021). Compressive strength performance of composite sand cement brick with power saw wood. *Journal of Physics: Serie de conferencias*, 2051(012050), 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2051/1/012050>

González-Velandia , K., Sánchez-Bernal, R., Pita-Castañeda, D., & Pérez-Navar , L. (2019). Caracterización de las propiedades mecánicas de un ladrillo no estructural de tierra como soporte de material vegetal en muros verdes. *Ingeniería Investigación y tecnología*, 20(3), 1-9. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n3.030>

Ibrahim, J., Tihtih, M., & Gömze, L. (2021). Environmentally-friendly ceramic bricks made from zeolite-poor rock. *Construction and Building Materials*, 297(123715), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123715>

Javed, U., Khushnood, R., Memon, S., Jalal, F., & Zafar, M. (2020). Sustainable incorporation of lime-bentonite clay composite for production of ecofriendly bricks. *Journal of Cleaner Production*, 263(121469), 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121469>

L Boehme, & A Depoortere. (2019). Alternative Sands as Substitute for Natural Sand for the Construction Sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 290, 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/290/1/012007>

Liu, H., Wu, H., & Chou, C. (2020). Study on engineering and thermal properties of environment-friendly lightweight brick made from Kinmen oyster shells &

sorghum waste. *Construction and Building Materials*, 246(118367).
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118367>

Maza-Ignacio, O., Jiménez-Quero, V., Guerrero-Paz, J., & Montes-García, P. (2020). Recycling untreated sugarcane bagasse ash and industrial wastes for the preparation of resistant, lightweight and ecological fired bricks. *Construction and Building Materials*, 234(117314).
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117314>

MINAM. (2009). Recuperado de
<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/2093.pdf>

MINAM. (2010). *Ministerio del ambiente*. Ministerio del ambiente: Recuperado de
<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/2093.pdf>

MINAM. (2021). Recuperado de
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/491377-chiclayo-se-mejora-la-disposicion-de-residuos-solidos-municipales>

Mohamad Nidzam , R., Norsalisma , I., & Mungai Kinuthia, J. (30 de Octubre de 2016). Strength and environmental evaluation of stabilised Clay-PFA eco-friendly bricks. *Construction and Building Materials*, 125, 964-973.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.114>

Mohammed, B., Aswin, M., & Vethamoorthy. (2016). Properties and Structural Behavior of Sawdust Interlocking Bricks. *Engineering Challenges for Sustainable Future - Proceedings of the 3rd International Conference on Civil, offshore and Environmental Engineering, ICCOEE 2016*, 437-442.
<https://doi.org/10.1201/b21942-89>

Mohan, H. T., Masson, L., Kolathayar, S., Sharma, A. K., Monish, Krishnan, A. G., Thiviya, S., & Mohan, R. (2017). Transforming Urban Waste into Construction

blocks for a Sanitation Infrastructure: A Step towards addressing Rural Open Defecation. *GHTC 2017 - IEEE Global Humanitarian Technology Conference, Proceedings*, 1-9. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2017.8239291>

Muñoz-Velasco, P., Mendivil-Giro, M., Morales, M., & Muñoz Velasco, L. (2016). Eco-fired clay bricks made by adding spent coffee grounds: a sustainable way to improve buildings insulation. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 49, 641-650. <https://doi.org/10.1617/s11527-015-0525-6>

Omar, M., Abdullah, M., Rashid, N., & Abdul Rani, A. (2020). Partially Replacement of Cement by Sawdust and Fly Ash in Lightweight Foam Concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 743(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/743/1/012035>

Perú.info, P. (2019). Junín produce ladrillos ecológicos para viviendas con residuos sólidos. *Prensa Perú.info*. Recuperado de <https://prensaperu.info/nacionales/junin-produce-ladrillos-ecologicos-para-viviendas-con-residuos-solidos/>

Ramirez Bernachea, L. A. (2018). Las Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz2016. *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad San Pedro, Huaraz. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5181>

Rojas-Valencia, M. N., & Bolaños, E. A. (2016). Sustainable adobe bricks with construction wastes. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management*, 169, 158-165. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00014>

RPP NOTICIAS. (2015). Chiclayo: Conozca la vivienda hecha a base de botellas de reciclaje. *RPP NOTICIAS*. Recuperado de

<https://rpp.pe/peru/actualidad/chiclayo-conozca-la-vivienda-hecha-a-base-de-botellas-de-reciclaje-noticia-802023?ref=rpp>

RPP NOTICIAS. (2019). *Ecoladrillos: una innovadora opción para reutilizar residuos plásticos y ponerle un freno a la contaminación*.
<https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/ecoladrillos-una-innovadora-opcion-para-reutilizar-residuos-plasticos-y-ponerle-un-freno-a-la-contaminacion-noticia-1208438?ref=rpp>

RPP, N. (2015). Chiclayo: Conozca la vivienda hecha a base de botellas de reciclaje. *RPP NOTICIAS*. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/actualidad/chiclayo-conozca-la-vivienda-hecha-a-base-de-botellas-de-reciclaje-noticia-802023?ref=rpp>

Saavedra Tafur, O. (2011). Lineamientos principales para la implementación de un plan de gestión ambiental integral de los residuos sólidos urbanos municipales de la ciudad Lambayeque. *Tesis para obtener el grado académico de Doctor de Ciencias Ambientales*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo. Recuperado de <https://es.slideshare.net/anterovasquez/residuos-solidos-lambayeque-14010915>

Sánchez Rodríguez, F., & Ramírez Ibarrollín, H. Y. (2009). *Construcciones de madera*. La Habana, Cuba: Félix Valera.

Sánchez-Bernal, R., Pita-Castañeda, D., González-Velandia, K., & Hormaza-Verdugo, J. (2019). Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 23-44.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15359/rca.53-1.2>

- Santacruz-Torresa, J., & Torres-Agreto, J. (2019). Aprovechamiento de escorias de fundición secundaria de plomo en ladrillos cerámicos. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29, 7-18. <https://doi.org/10.18359/rcin.3495>
- Silva, T., Paula, H., Silva, D., Carvalho, I., Fonte, J., & Pereira, R. (2017). Uso de granulado de borracha em substituição parcial ao agregado miúdo na produção de tijolos ecológicos. *Materia*, 2(4). <https://doi.org/10.1590/s1517-707620170004.0239>
- Suraya, A., Mari'e Alina, b., Mohamad , H., Wan Amizah , W., Zalipah , J., & Mohamad Nor , A. (2020). The study on used of tropical wood sawdust as a replacement fine aggregates in concrete mix. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(6s), Recuperado de 1542-1548. <http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/9295>
- Šveda, M., Janík, B., Pavlík, V., Štefunková, Z., Pavlendová, G., Šín, P., & Sokolá, R. (2017). Pore-size distribution effects on the thermal conductivity of the fired clay body from lightweight bricks. *Journal of Building Physics*, 78-94. <https://doi.org/10.1177/1744259116672437>
- Yan, Z., Xuemei, W., & Hongbing, J. (2020). Co-remediation of Pb Contaminated Soils by Heat Modified Sawdust and *Festuca arundinacea*. *Scientific Reports*, 10(4663). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61668-x>
- Yang, Z., Qiang, Z., Guo, M., Yi, G., Shi, Y., Cheng, F., & Zhang, M. (2020). Pilot and industrial scale tests of high-performance permeable bricks producing from ceramic waste. *Journal of Cleaner Production*, 254(120167), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120167>

V. ANEXOS

5.1. Clasificación de la Unidad de Albañilería Para Fines Estructurales

Anexo A: Clase de Unidad de Albañilería Para Fines Estructurales

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm^2) sobre área btuta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque P ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

5.2. Clasificación de la Madera Para uso Estructural

Anexo B: Agrupamiento de las Maderas Para uso Estructural

ANEXO 3

LISTA DE ESPECIES AGRUPADAS

	NOMBRE		GRUPO
	COMÚN	CIENTÍFICO	
1	AZUCAR HUAYO	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	A
2	ESTORAQUE	<i>Miroxylon peruiferum</i>	
3	HUACAPU	<i>Minuartia guianensis</i>	
4	PUMAQUIRO	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	
5	QUINTILLA COLORADA	<i>Manilkara bidentata</i>	
6	SHIHUAHUACO MARRON	<i>Dipteryx odorata</i>	
7	AGUANO MASHA	<i>Machaerium inundatum</i>	B
8	ANA CASPI	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
9	CACHIMBO COLORADO	<i>Cariniana domestica</i>	
10	CAPIRONA	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	
11	HUAYRURO	<i>Ormosia coccinea</i>	
12	MANCHINNGA	<i>Brosimum uleanum</i>	
13	BOLAINA BLANCA	<i>Guazuma crinita</i>	C
14	CATAHUA AMARILLA	<i>Hura crepitans</i>	
15	COPAIBA	<i>Copaifera officinalis</i>	
16	DIABLO FUERTE	<i>Podocarpus rospigliosii</i>	
17	LAGARTO CASPI	<i>Calophyllum brasiliense</i>	
18	MASHONASTE	<i>Clarisia racemosa</i>	
19	MOENA AMARILLA	<i>Aniba amazónica</i>	
20	MOENA ROSADA	<i>Ocotea bofo</i>	
21	PANGUANA	<i>Brosimum utile</i>	
22	PAUJILRURO BLANCO	<i>Pterygota amazonica</i>	
23	TORNILLO	<i>Credelinga cateniformis</i>	
24	UTUCURO	<i>Septotheca tessmannii</i>	
25	YACUSHAPANA	<i>Terminalia oblonga</i>	

Anexo C: Esfuerzos Admisibles de la Madera de Cada Grupo Estructural

ESFUERZOS ADMISIBLES <i>Mpa (kg/cm²)</i>					
GRUPO	FLEXIÓN	TRACCIÓN PARALELA	COMPRESIÓN PARALELA	COMPRESIÓN PERPEND.	CORTE
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Anexo D: Módulo de Elasticidad de la Madera de Cada Grupo Estructural

MÓDULO DE ELASTICIDAD <i>Mpa (kg/cm²)</i>		
GRUPO	E_{min}	E_{prom}
A	9 316 (95 000)	12 148 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

5.3. Ensayos de los Agregados

Anexo E: Granulometría, Límites y Contenido de Humedad

E.1. Agregado Fino

E.1.1. Muestra 1 – Cantera “Tres Tomas”



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycelri@gmail.com

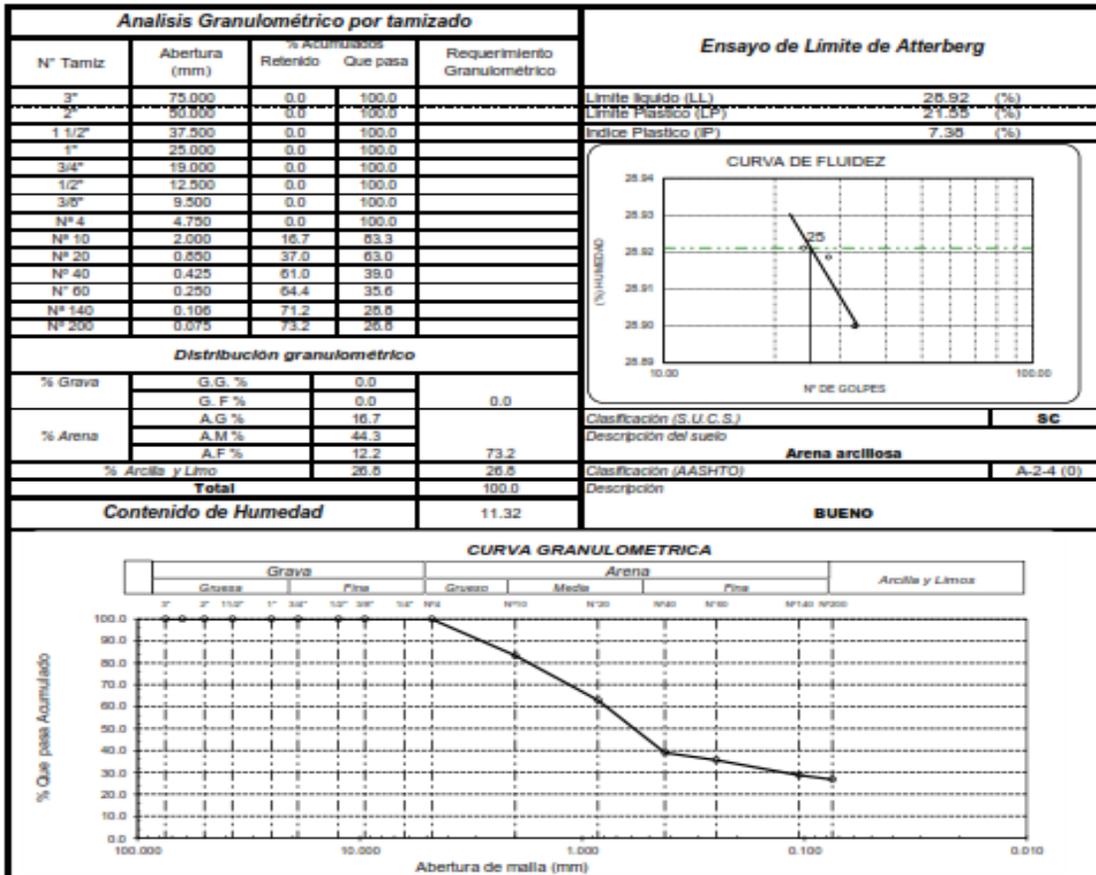
Tesista : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Tesis : Tests: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

ENSAYOS : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.126 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Muestra: AFIRMADO

Cantera: TRES TOMAS - FERREÑAFE



Observaciones:

- Muestra separada por la malla 4.75mm (Tamiz No 4).
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



E.1.2. Muestra 2 – Cantera “La Victoria”



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

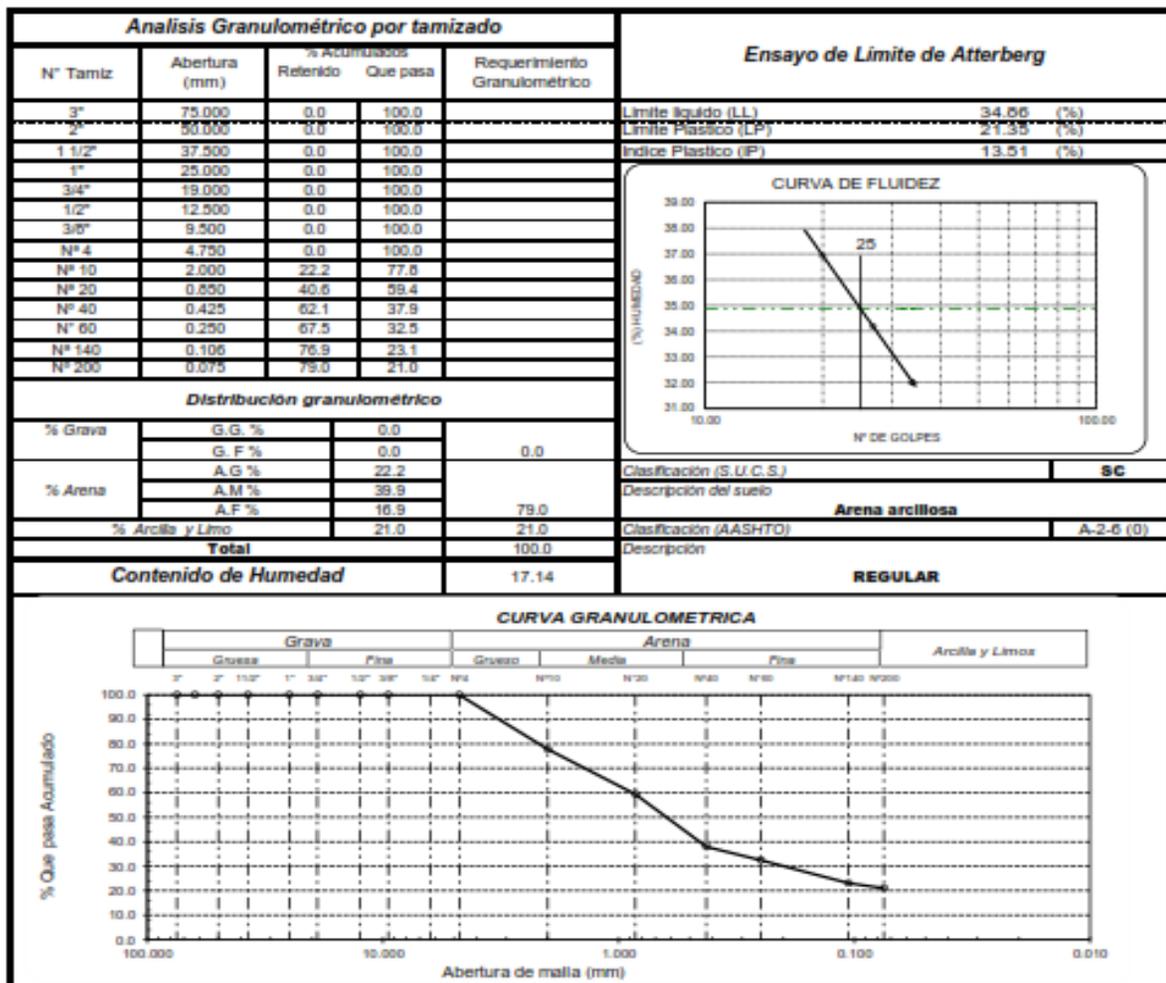
Tesista : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Tesis : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

ENSAYOS : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.125 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127: 1998

Muestra: AFIRMADO

Cantera: LA VICTORIA - PÁTAPO



Observaciones:

- Muestra separada por la malla 4.75mm (Tamiz No 4).
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



E.1.3. Muestra 3 – Cantera “El Pedregal”



Prolongación Bolognesi Km. 3.3
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

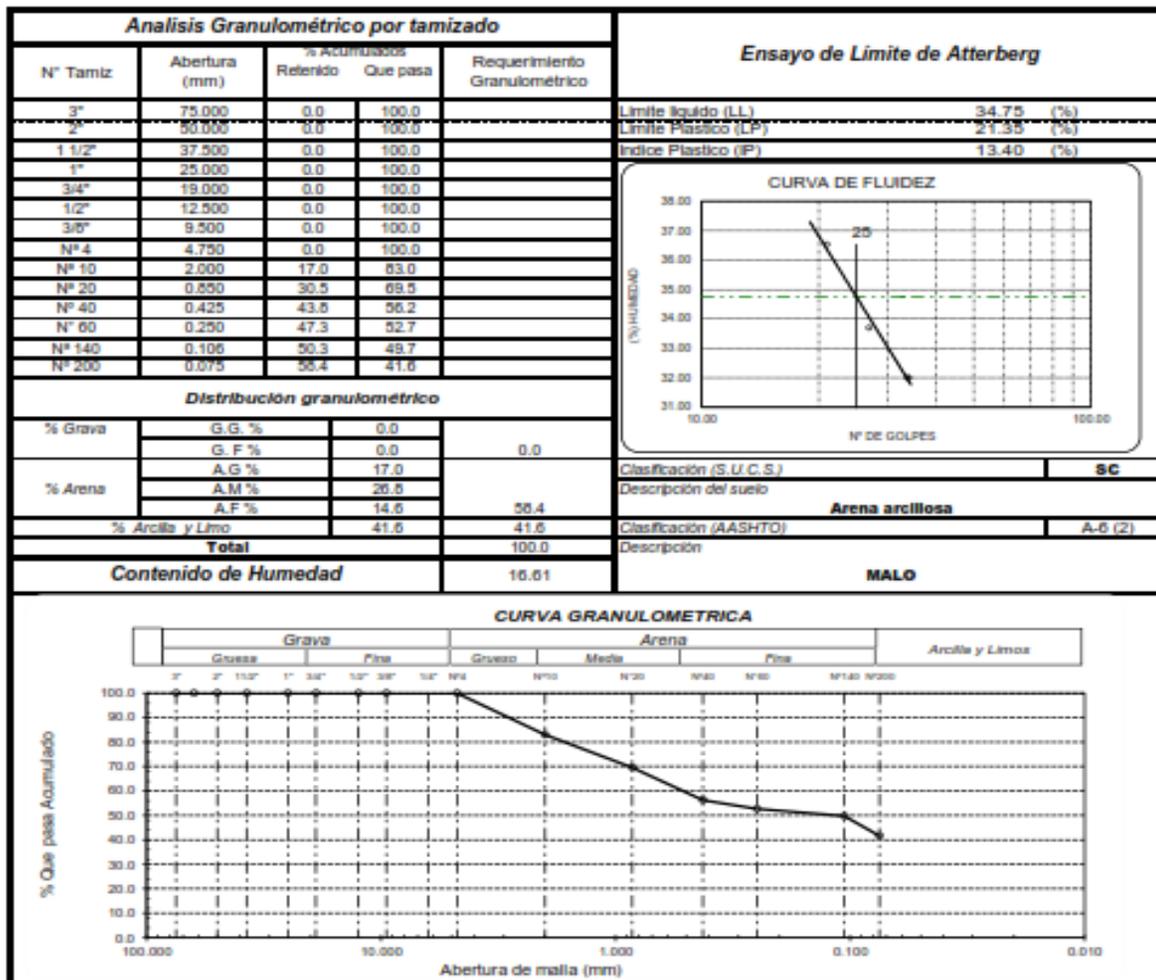
Tesista : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Tesis : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov.Chiclayo, Dpto. Lambayeque

ENSAYOS : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.125 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1995

Muestra): AFIRMADO

Cantera: EL PEDREGAL - REQUE



Observaciones:

- Muestra separada por la malla 4.75mm (Tamiz No 4).
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



E.2. Arcilla

E.2.1. Muestra 1 – Cantera “La Paz 20”



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Tesista : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Tests : Tests: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRIN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

Fecha de emisión : Jueves, 14 de octubre del 2021.

ENSAYOS : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.126 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1996

Muestra: ARCILLA ROJA

Cantera: TRES TOMAS - FERREÑAFE

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa	Requerimiento Granulométrico	
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL) 35.74 (%)
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) 21.40 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) 14.34 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.0	100.0		
N° 4	4.750	0.0	100.0		
N° 10	2.000	0.9	99.1		
N° 20	0.850	1.0	99.0		
N° 40	0.425	2.8	97.2		
N° 60	0.250	5.0	95.0		
N° 140	0.106	7.9	92.1		
N° 200	0.075	12.2	87.8		
Distribución granulométrico					
% Grava	G.G. %	0.0		0.0	
	G.F. %	0.0			
% Arena	A.G. %	0.9			
	A.M. %	1.9			
	A.F. %	2.4		12.2	
% Arcilla y Limo		87.8		87.8	
Total				100.0	
Contenido de Humedad				11.32	MALO

CURVA DE FLUIDEZ	
44.00	
42.00	
40.00	
38.00	
36.00	
34.00	
32.00	
30.00	
28.00	
26.00	
10.00	100.00

CURVA GRANULOMETRICA			
Grava		Arena	
Gruesa	Fina	Gruesa	Fina
3"	2"	1 1/2"	1"
3/4"	3/8"	1/2"	3/8"
1/2"	3/16"	1/4"	1/16"
N° 4	N° 10	N° 20	N° 40
N° 60	N° 100	N° 200	N° 400
N° 600	N° 840	N° 1060	N° 1490
N° 2000			
Arcilla y Limo			

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



E.2.2. Muestra 2 – Cantera “Piedra Azul”



RNP - Servicio 50605589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Tesista : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Tesis : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

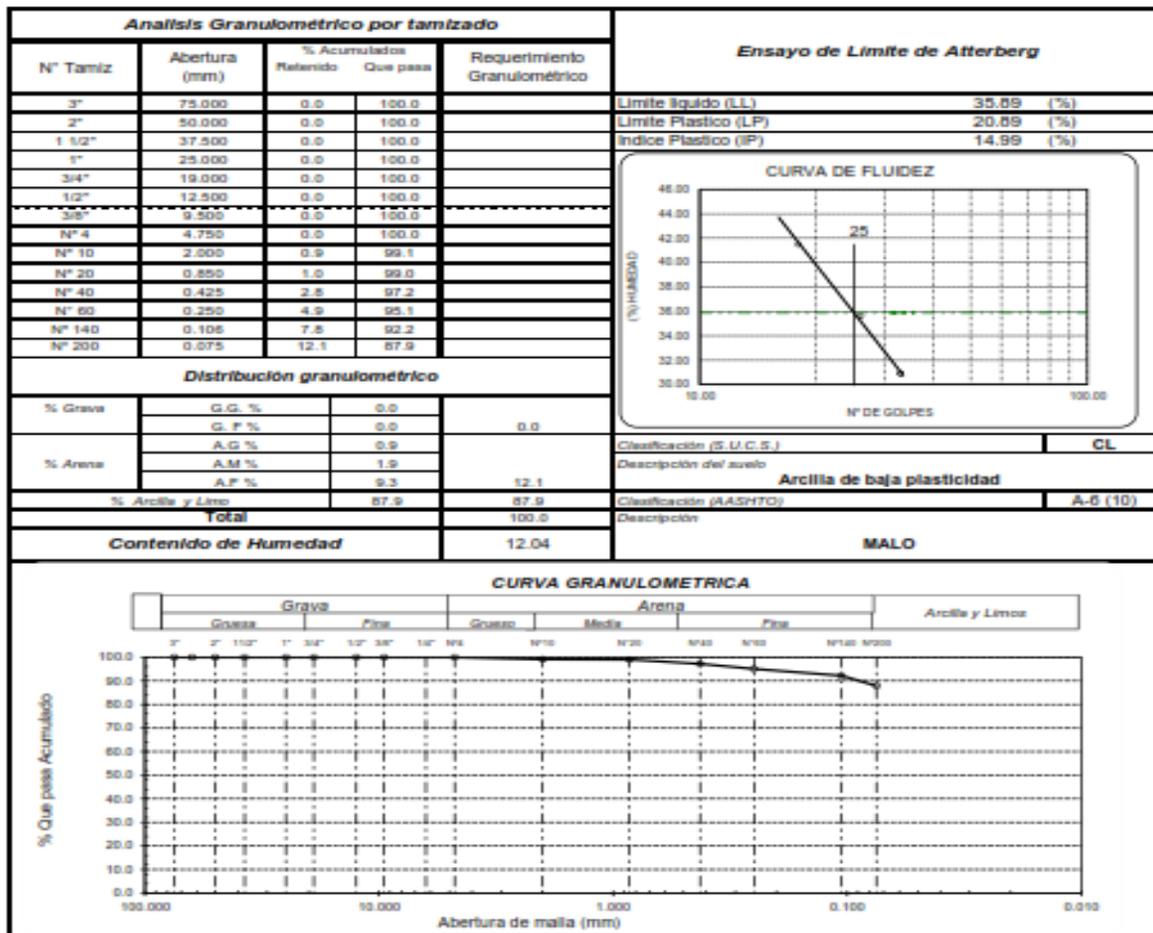
Fecha de emisión : Jueves, 14 de octubre del 2021.

ENSAYOS : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
N.T.P. 399.131
N.T.P. 399.127: 1996

Muestra: ARCILLA AMARILLA

Cantera: TRES TOMAS - FERREÑAFE



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



E.3. Granulometría y Contenido de Humedad del Aserrín



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Tesista : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Tesis : "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

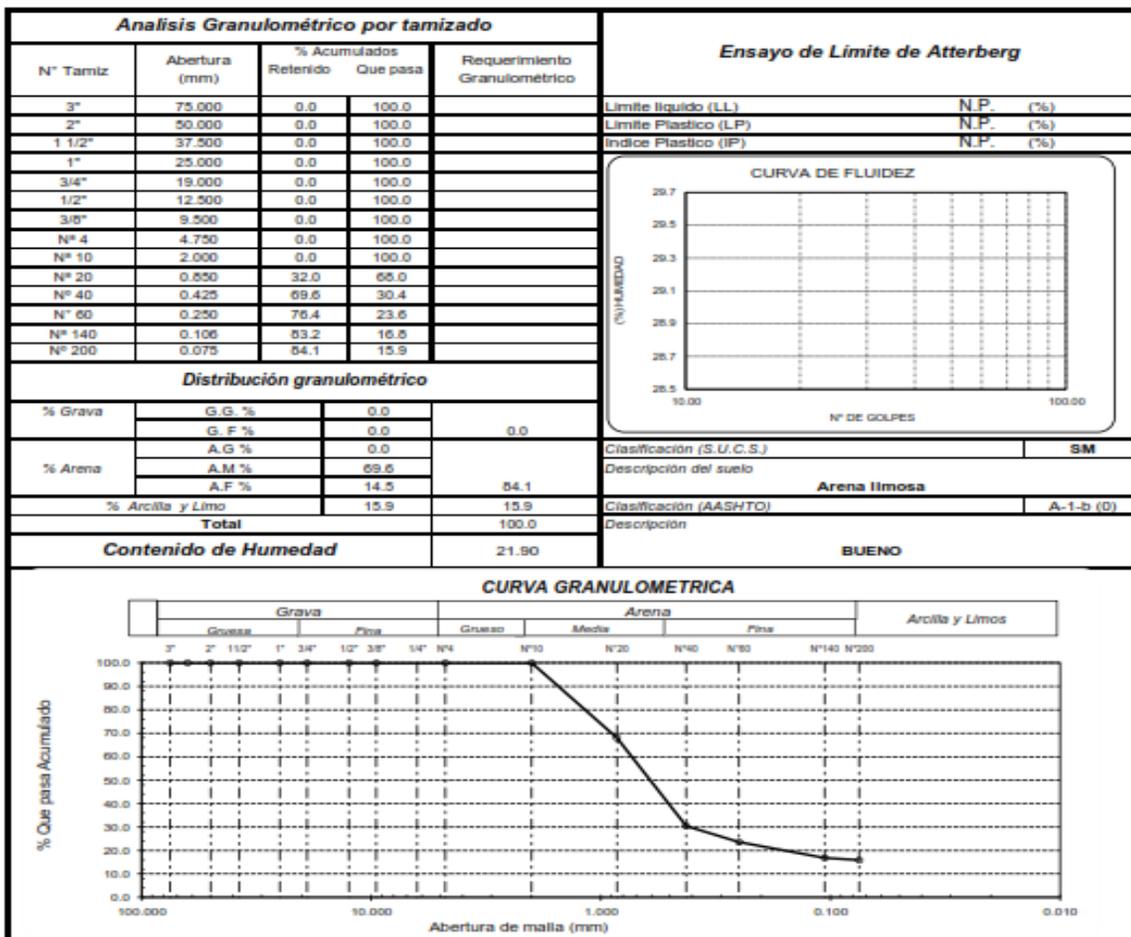
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

ENSAYOS : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e Índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.126 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127 : 1996

Muestra: Aserrín

Aserradero: Nuevo Amanecer



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo F: Informe del Ensayo de Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
Proyecto / Obra : TESIS "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO EL ASERRIN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 12 de noviembre del 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Muestra</u>	: Agregado Fino	
<u>Cantera</u>	: Planta de Asfalto - Batangrande	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1400
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.14

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo G: Informe del Ensayo de Compactación de Proctor Modificado



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Chiclayo – Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: servicios@lwmswyceirl.com

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Atención : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 28 de octubre del 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

Identificación de la muestra:

Muestra	Uso	Cantera
AFIRMADO	AGREGADO	TRES TOMAS

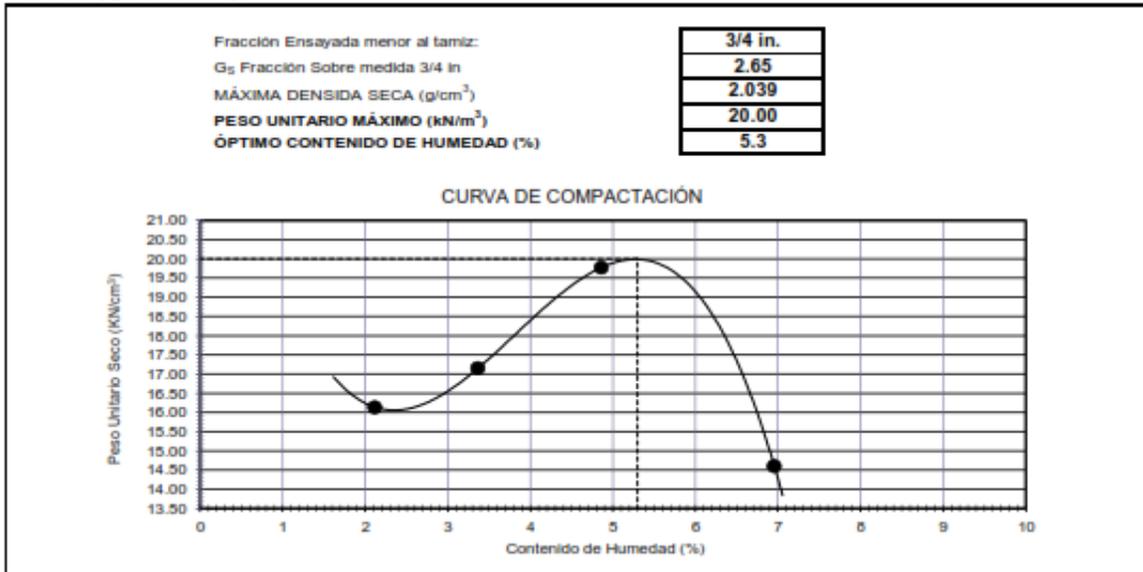
Datos de la muestra y equipo:

Calculo procedimiento	Procedimiento de Ensayo	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.: 0.0	A	
% Ret. Tamiz 3/8 in.: 0.0	Método de Preparación	Tipo de pisón
% Ret. Tamiz No. 4: 0.0	Húmedo	Manual

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.86	6.96	3.37	2.12
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.016	1.489	1.749	1.646
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	19.77	14.60	17.15	16.14

Resultados y gráfica del ensayo:



Observación:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado, por el SOLICITANTE.



INFORME DE ENSAYO

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Obra : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRIN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 28 de octubre del 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

Identificación de la muestra:

Muestra	Uso	Cantera
AFIRMADO	AGREGADO	LA VICTORIA

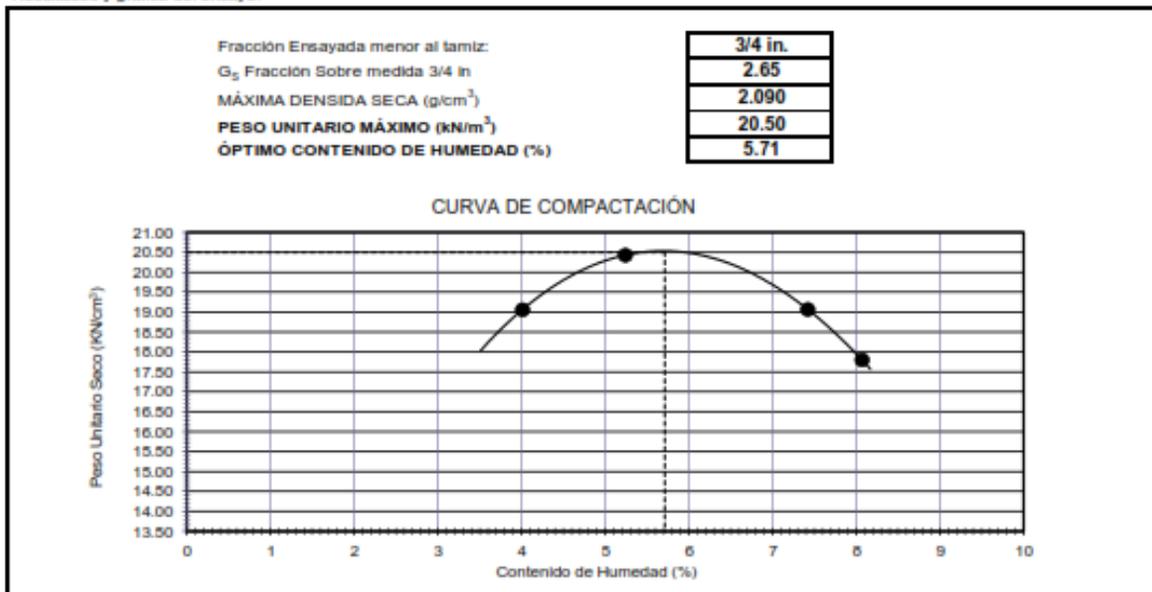
Datos de la muestra y equipo:

Calculo procedimiento	Procedimiento de Ensayo	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.: 0.0	A	
% Ret. Tamiz 3/8 in.: 0.0	Método de Preparación	Tipo de pisón
% Ret. Tamiz No. 4: 0.0	Húmedo	Manual

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.01	5.24	8.07	7.42
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.944	2.083	1.815	1.944
PESO UNITARIO SECO (kN/m ³)	19.06	20.43	17.80	19.07

Resultados y gráfica del ensayo:



Observación:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado, por el SOLICITANTE.

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Atención : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRIN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 28 de octubre del 2021.

Norma empleada:

Código	Norma
N.T.P. 399.141 : 1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificado (7,700 KN-m/m ³ (56,000 pie-lbf/pie ³))

Identificación de la muestra:

Muestra	Uso	Cantera
AFIRMADO	AGREGADO	EL PEDREGAL

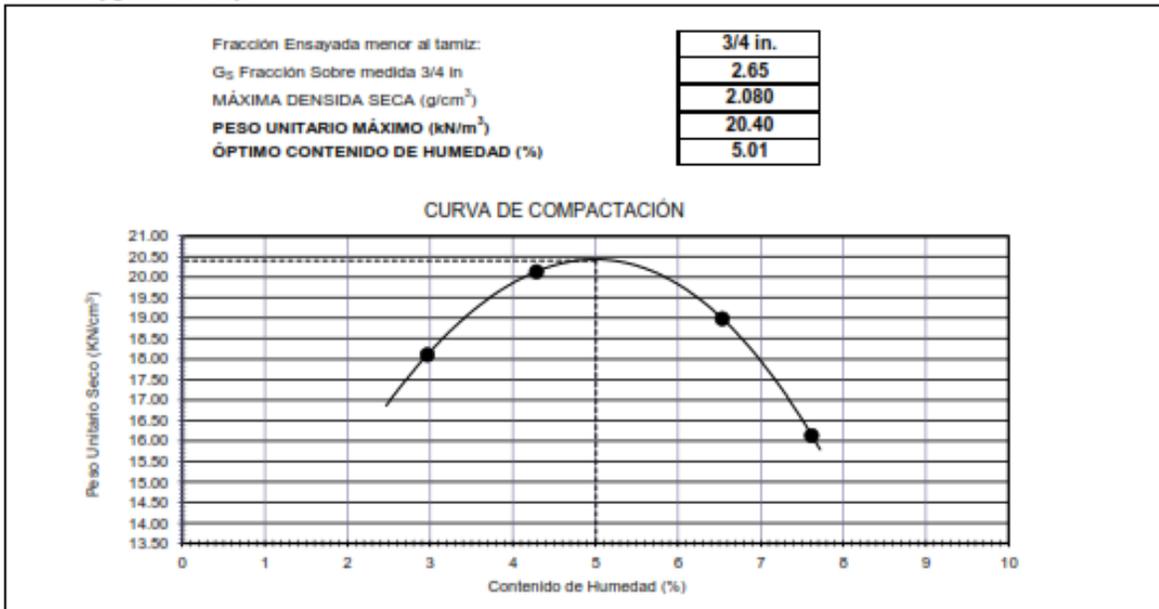
Datos de la muestra y equipo:

Calculo procedimiento		Procedimiento de Ensayo	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	A	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación	Tipo de pisón
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Húmedo	Manual

Los resultados del ensayo:

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.29	6.54	2.97	7.62
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.054	1.936	1.846	1.645
PESO UNITARIO SECO (KN/m ³)	20.14	18.98	18.11	16.13

Resultados y gráfica del ensayo:



Observación:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado, por el SOLICITANTE.

Anexo H: Informe del Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo

H.1. Muestra 1 – Agregado Fino (Cantera “Tres Tomas”)



RNP - Servicios 5060559

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20180781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto / Obra : Tests: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRELLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 4 de noviembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición

Datos de la Muestra

Díámetro Inicial (D _o)	Altura Inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	238.12 g	2.147 g/cm ³
Área Inicial (A _o)	Volumen Inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	5.30%	226.13 g	2.039 g/cm ³

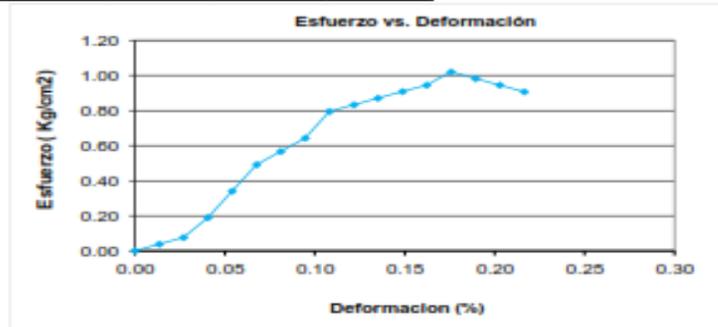
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Díal Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.114	0.50	0.0001	0.9999	13.204	0.038	0.01
0.227	1.00	0.0003	0.9997	13.206	0.076	0.03
0.341	2.50	0.0004	0.9996	13.206	0.189	0.04
0.454	4.50	0.0005	0.9995	13.210	0.341	0.05
0.568	6.50	0.0007	0.9993	13.211	0.492	0.07
0.682	7.50	0.0008	0.9992	13.213	0.568	0.08
0.796	8.50	0.0009	0.9991	13.215	0.643	0.09
0.909	10.50	0.0011	0.9989	13.217	0.794	0.11
1.022	11.00	0.0012	0.9988	13.219	0.832	0.12
1.136	11.50	0.0014	0.9986	13.220	0.870	0.14
1.250	12.00	0.0015	0.9985	13.222	0.908	0.15
1.363	12.50	0.0016	0.9984	13.224	0.945	0.16
1.477	13.50	0.0018	0.9982	13.226	1.021	0.18
1.590	13.00	0.0019	0.9981	13.228	0.983	0.19
1.704	12.50	0.0020	0.9980	13.229	0.945	0.20
1.818	12.00	0.0022	0.9978	13.231	0.907	0.22



$$\sigma_{max} = 1.02 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENGENIEROS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

H.2. Muestra 2 – Agregado Fino (Cantera “La Victoria”)



RNP - Servicios 50505509

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycetrl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto / Obra : Tests: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 04 de noviembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición

Datos de la Muestra

Diametro Inicial (D _o)	Altura Inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	245.02 g	2.209 g/cm ³
Área Inicial (A _o)	Volumen Inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	5.71%	231.79 g	2.090 g/cm ³

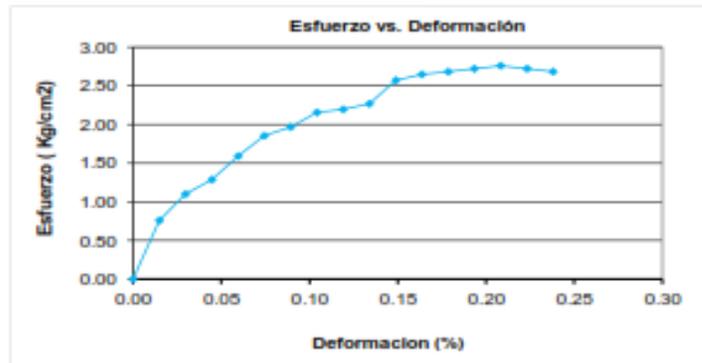
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ϵ	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	$\Delta L/L_o$	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dist Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ϵ	1- ϵ	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ϵ (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.125	10.00	0.0001	0.9999	13.205	0.757	0.01
0.250	14.50	0.0003	0.9997	13.206	1.098	0.03
0.375	17.00	0.0004	0.9996	13.208	1.287	0.04
0.500	21.00	0.0006	0.9994	13.210	1.590	0.06
0.625	24.50	0.0007	0.9993	13.212	1.854	0.07
0.750	26.00	0.0009	0.9991	13.214	1.968	0.09
0.875	26.50	0.0010	0.9990	13.216	2.156	0.10
1.000	29.00	0.0012	0.9988	13.218	2.194	0.12
1.125	30.00	0.0013	0.9987	13.220	2.269	0.13
1.250	34.00	0.0015	0.9985	13.222	2.571	0.15
1.375	35.00	0.0016	0.9984	13.224	2.647	0.16
1.500	35.50	0.0016	0.9982	13.226	2.684	0.16
1.625	36.00	0.0019	0.9981	13.228	2.721	0.19
1.750	36.50	0.0021	0.9979	13.230	2.759	0.21
1.875	36.00	0.0022	0.9978	13.232	2.721	0.22
2.000	35.50	0.0024	0.9976	13.234	2.682	0.24



$$\sigma_{max} = 2.76 \text{ Kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
ING. EN MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

H.3. Muestra 3 – Agregado Fino (Cantera “El Pedregal”)



RNP - Servicios 5060859

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemsgwycetrl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto / Obra : Tests: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHILAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chilayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Jueves, 4 de noviembre del 2021.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición

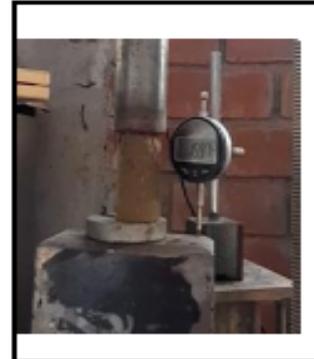
Datos de la Muestra

Diámetro Inicial (D _o)	Altura Inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
4.10 cm	8.40 cm	Remoldeada	242.38 g	2.186 g/cm ³
Área Inicial (A _o)	Volumen Inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
13.20 cm ²	110.90 cm ³	5.00%	230.85 g	2.082 g/cm ³

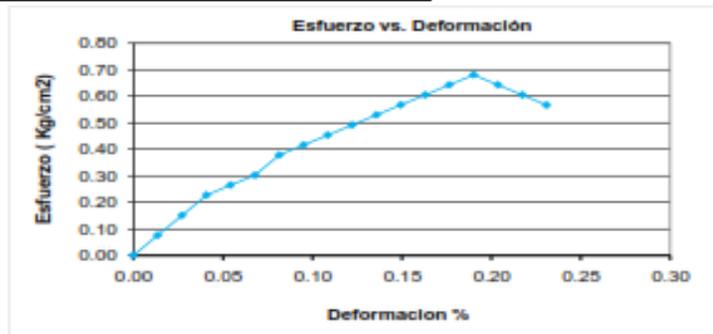
Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
2.05	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	13.203	0.000	0.00
0.114	1.00	0.0001	0.9999	13.204	0.076	0.01
0.228	2.00	0.0003	0.9997	13.206	0.151	0.03
0.342	3.00	0.0004	0.9996	13.208	0.227	0.04
0.456	3.50	0.0005	0.9995	13.210	0.265	0.05
0.571	4.00	0.0007	0.9993	13.212	0.303	0.07
0.685	5.00	0.0008	0.9992	13.213	0.378	0.08
0.799	5.50	0.0010	0.9990	13.215	0.416	0.10
0.913	6.00	0.0011	0.9989	13.217	0.454	0.11
1.027	6.50	0.0012	0.9988	13.219	0.492	0.12
1.141	7.00	0.0014	0.9986	13.221	0.529	0.14
1.255	7.50	0.0015	0.9985	13.222	0.567	0.15
1.369	8.00	0.0016	0.9984	13.224	0.605	0.16
1.483	8.50	0.0018	0.9982	13.226	0.643	0.18
1.597	9.00	0.0019	0.9981	13.228	0.680	0.19
1.712	8.50	0.0020	0.9980	13.229	0.643	0.20
1.826	8.00	0.0022	0.9978	13.231	0.605	0.22
1.940	7.50	0.0023	0.9977	13.233	0.567	0.23



$\sigma_{max} = 0.68 \text{ Kg/cm}^2$



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



I. Informe del Ensayo de pH del aserrín



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS

Proyecto / Obra : TESIS "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO EL ASERRIN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Sábado, 20 de noviembre del 2021

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.176 : 2002 (revisada el 2015)

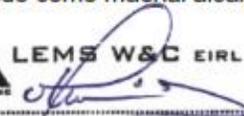
<u>Muestra</u> : Aserrín	
<u>Aserradero</u> : Nuevo Amanecer	
PH	7.55

Observaciones:

- Identificación, muestreo y ensayo realizado por el solicitante.

Conclusiones:

- El pH es calificado como maerial alcalino


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

J. Peso Específico del Aserrín



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
Proyecto : TESIS "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO EL ASERRIN EN MUROS NO ESTRCUTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de emisión : Jueves, 25 de noviembre del 2021
ENSAYO : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland
NORMA : NTP 334.005

Muestra **Aserrín** EMPRESA **Nuevo Amanecer**

Masa de Aserrín	(gr)	26.77
Vol.inicial kerosene	(ml)	0
Vol.final desplazado kerosene	(ml)	23.3
Densidad del aserrín	(g/ml)	1.15

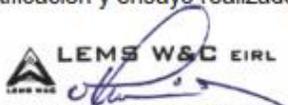
Formula:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

m = masa del material

v = volumen de líquido desplazado

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

5.4. Propiedades Físicas del Ladrillo Ecológico de Aserrín

Anexo K: Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

K.1. Cálculos del Ensayo de Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

$$D = \frac{G}{V}$$

en donde:

G: es la masa del espécimen seco, en gramos.

V: es el volumen en centímetros cúbicos.

Tabla 22

Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Muestra Nº	Identificación	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm ³)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Densidad (g./cm ³)
01	M - Patrón - 1	22.41	11.56	9.53	2468	4649	4432	1.796
02	M - Patrón - 2	22.44	11.55	9.62	2491	4781	4534	1.820
03	M - Patrón - 3	22.44	11.55	9.64	2500	4875	4662	1.865
04	M - Patrón - 4	22.42	11.54	9.57	2474	4959	4707	1.902
05	M - Patrón - 5	22.41	11.55	9.54	2466	4877	4659	1.889
01	M-9-1- Aserrín - 0.5 %	22.41	11.56	9.53	2468	4745	4559	1.847
02	M-9-2 - Aserrín - 0.5 %	22.44	11.55	9.62	2491	4798	4611	1.851
03	M-9-3 - Aserrín - 0.5 %	22.44	11.55	9.64	2500	4938	4719	1.888

Muestra Nº	Identificación	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm ³)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Densidad (g./cm ³)
04	M-9-4 - Aserrín - 0.5 %	22.42	11.54	9.57	2474	4756	4539	1.834
05	M-9-5 - Aserrín - 0.5 %	22.41	11.55	9.54	2466	4853	4619	1.873
01	M-10-1 - Aserrín - 1 %	22.44	11.55	9.55	2474	4722	4492	1.816
02	M-10-2 - Aserrín - 1 %	22.44	11.56	9.46	2452	4746	4511	1.839
03	M-10-3 - Aserrín - 1 %	22.44	11.57	9.50	2464	4754	4530	1.839
04	M-10-4 - Aserrín - 1 %	22.43	11.57	9.68	2511	4668	4482	1.785
05	M-10-5 - Aserrín - 1 %	22.44	11.54	9.76	2525	4678	4466	1.769
01	M-11-1 - Aserrín - 1.5 %	22.38	11.53	9.52	2456	4598	4344	1.769
02	M-11-2 - Aserrín - 1.5 %	22.39	11.52	9.46	2439	4653	4395	1.802
03	M-11-3 - Aserrín - 1.5 %	22.40	11.53	9.58	2473	4650	4373	1.768
04	M-11-4 - Aserrín - 1.5 %	22.44	11.54	9.57	2477	4796	4518	1.824
05	M-11-5 - Aserrín - 1.5 %	22.48	11.57	9.56	2484	4834	4555	1.834
01	M-12-1 - Aserrín - 2 %	22.41	11.53	9.54	2465	4605	4331	1.757
02	M-12-2 - Aserrín - 2 %	22.44	11.57	9.62	2497	4772	4507	1.805
03	M-12-3 - Aserrín - 2 %	22.44	11.56	9.56	2479	4715	4428	1.786
04	M-12-4 - Aserrín - 2 %	22.39	11.56	9.66	2497	4745	4450	1.782
05	M-12-5 - Aserrín - 2 %	22.44	11.59	9.62	2501	4745	4462	1.784
01	M-13-1 - Aserrín - 3 %	22.40	11.57	9.66	2501	4631	4356	1.742
02	M-13-2 - Aserrín - 3 %	22.40	11.55	9.72	2516	4615	4313	1.714
03	M-13-3 - Aserrín - 3 %	22.44	11.57	9.77	2535	4712	4400	1.736
04	M-13-4 - Aserrín - 3 %	22.44	11.56	9.97	2584	4762	4441	1.718
05	M-13-5 - Aserrín - 3 %	22.46	11.59	9.93	2585	4785	4472	1.730

K.2. Informe del Ensayo de Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS

Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Jueves, 03 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Densidad.

Muestra N°	Identificación	Densidad (g./cm ³)
01	M - Patrón - 1	1.796
02	M - Patrón - 2	1.820
03	M - Patrón - 3	1.865
04	M - Patrón - 4	1.902
05	M - Patrón - 5	1.889

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS
 Proyecto: : ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO,
 LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Jueves, 03 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613

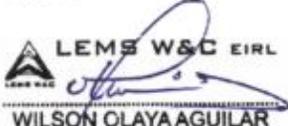
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Densidad.

Muestra N°	Identificación	Densidad (g./cm ³)
01	M-9-1- Aserrín - 0.5 %	1.847
02	M-9-2 - Aserrín - 0.5 %	1.851
03	M-9-3 - Aserrín - 0.5 %	1.888
04	M-9-4 - Aserrín - 0.5 %	1.834
05	M-9-5 - Aserrín - 0.5 %	1.873

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS

Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de Ensayo : Viernes, 04 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613

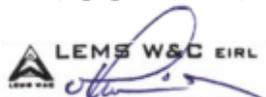
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Densidad.

Muestra N°	Identificación	Densidad (g./cm ³)
01	M-10-1 - Aserrín - 1 %	1.816
02	M-10-2 - Aserrín - 1 %	1.839
03	M-10-3 - Aserrín - 1 %	1.839
04	M-10-4 - Aserrín - 1 %	1.785
05	M-10-5 - Aserrín - 1 %	1.769

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

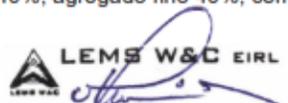
Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS
 : ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO,
 : LAMBAYEQUE, 2020"
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Viernes, 04 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Densidad.

Muestra N°	Identificación	Densidad (g./cm ³)
01	M-11-1 - Aserrín - 1.5 %	1.769
02	M-11-2 - Aserrín - 1.5 %	1.802
03	M-11-3 - Aserrín - 1.5 %	1.768
04	M-11-4 - Aserrín - 1.5 %	1.824
05	M-11-5 - Aserrín - 1.5 %	1.834

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

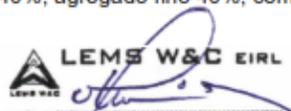
Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS
 ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO,
 LAMBAYEQUE, 2020"
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Sábado, 05 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Densidad.

Muestra N°	Identificación	Densidad (g./cm3)
01	M-12-1 - Aserrín - 2 %	1.757
02	M-12-2 - Aserrín - 2 %	1.805
03	M-12-3 - Aserrín - 2 %	1.786
04	M-12-4 - Aserrín - 2 %	1.782
05	M-12-5 - Aserrín - 2 %	1.784

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-12: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 2%.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS
 ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO,
 LAMBAYEQUE, 2020"
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Sábado, 05 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados
 en albañilería.
Ensayo : Densidad.

Muestra N°	Identificación	Densidad (g./cm ³)
01	M-13-1 - Aserrín - 3 %	1.742
02	M-13-2 - Aserrín - 3 %	1.714
03	M-13-3 - Aserrín - 3 %	1.736
04	M-13-4 - Aserrín - 3 %	1.718
05	M-13-5 - Aserrín - 3 %	1.730

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-13: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 3%.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo L: Variación Dimensional de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

L.1. Cálculo del Ensayo de Variación Dimensional

Se tomó como referencia las medidas del ladrillo pandereta debido a que la presente investigación está enfocada en los muros no portantes, siendo estas medidas establecidas en la NTP 331.017.

$$V = \frac{DE - MP}{D} \times 100$$

en donde:

V = Variación de dimensión, en porcentaje.

DE = Dimensión especificada, en milímetros.

MP = Medida promedio en cada dimensión, en milímetros.

D =

L (mm)	A (mm)	H (mm)
225	115	95

Tabla 23

Variación Dimensional de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Muestra	Largo Promedio (mm)	V.D.	Ancho Promedio (mm)	V.D.	Altura Promedio (mm)	V.D.
M - Patrón - 1	225.25	-0.11%	115.55	-0.48%	95.05	-0.05%
M - Patrón - 2	224.10	0.40%	116.05	-0.91%	96.23	-1.29%
M - Patrón - 3	225.00	0.00%	115.43	-0.37%	95.10	-0.11%
M - Patrón - 4	224.73	0.12%	115.08	-0.07%	94.43	0.61%
M - Patrón - 5	224.08	0.41%	116.10	-0.96%	95.83	-0.87%
M - Patrón - 6	225.25	-0.11%	115.40	-0.35%	95.65	-0.68%

Muestra	Largo Promedio (mm)	V.D.	Ancho Promedio (mm)	V.D.	Altura Promedio (mm)	V.D.
M - Patrón - 7	224.95	0.02%	114.08	0.80%	95.55	-0.58%
M - Patrón - 8	224.35	0.29%	115.35	-0.30%	95.08	-0.08%
M - Patrón - 9	223.65	0.60%	116.00	-0.87%	95.78	-0.82%
M - Patrón - 10	225.13	-0.06%	114.80	0.17%	96.00	-1.05%
M-9-1 - Aserrín 0.5%	225.30	-0.13%	116.08	-0.93%	95.13	-0.13%
M-9-2 - Aserrín 0.5%	224.38	0.28%	115.55	-0.48%	95.43	-0.45%
M-9-3 - Aserrín 0.5%	224.68	0.14%	115.60	-0.52%	97.30	-2.42%
M-9-4 - Aserrín 0.5%	224.00	0.44%	115.28	-0.24%	95.38	-0.39%
M-9-5 - Aserrín 0.5%	224.33	0.30%	115.23	-0.20%	96.08	-1.13%
M-9-6 - Aserrín 0.5%	224.95	0.02%	115.70	-0.61%	95.18	-0.18%
M-9-7 - Aserrín 0.5%	224.25	0.33%	115.08	-0.07%	94.85	0.16%
M-9-8 - Aserrín 0.5%	224.83	0.08%	115.15	-0.13%	95.73	-0.76%
M-9-9 - Aserrín 0.5%	224.00	0.44%	115.40	-0.35%	96.48	-1.55%
M-9-10 - Aserrín 0.5%	224.03	0.43%	115.10	-0.09%	95.75	-0.79%
M-10-1 - Aserrín 1%	223.93	0.48%	115.30	-0.26%	96.30	-1.37%
M-10-2 - Aserrín 1%	224.35	0.29%	115.38	-0.33%	95.83	-0.87%
M-10-3 - Aserrín 1%	224.38	0.28%	115.38	-0.33%	94.50	0.53%
M-10-4 - Aserrín 1%	224.05	0.42%	115.48	-0.41%	95.73	-0.76%
M-10-5 - Aserrín 1%	224.18	0.37%	115.10	-0.09%	94.95	0.05%
M-10-6 - Aserrín 1%	224.85	0.07%	115.40	-0.35%	94.83	0.18%
M-10-7 - Aserrín 1%	224.93	0.03%	115.45	-0.39%	95.93	-0.97%
M-10-8 - Aserrín 1%	224.10	0.40%	115.28	-0.24%	95.25	-0.26%
M-10-9 - Aserrín 1%	225.20	-0.09%	115.55	-0.48%	95.23	-0.24%
M-10-10 - Aserrín 1%	225.45	-0.20%	116.10	-0.96%	96.75	-1.84%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.85	0.07%	115.20	-0.17%	95.00	0.00%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	225.00	0.00%	115.58	-0.50%	97.05	-2.16%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.15	0.38%	115.40	-0.35%	95.88	-0.92%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.38	0.28%	115.28	-0.24%	94.55	0.47%

Muestra	Largo Promedio (mm)	V.D.	Ancho Promedio (mm)	V.D.	Altura Promedio (mm)	V.D.
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.93	0.03%	115.58	-0.50%	94.23	0.82%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.20	0.36%	115.48	-0.41%	95.70	-0.74%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	225.00	0.00%	115.50	-0.43%	94.70	0.32%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.90	0.04%	115.30	-0.26%	95.58	-0.61%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	223.88	0.50%	115.30	-0.26%	95.55	-0.58%
M-11-1 - Aserrín 1.5%	224.63	0.17%	115.70	-0.61%	96.30	-1.37%
M- 12-1 - Aserrín 2%	224.10	0.40%	115.30	-0.26%	95.23	-0.24%
M- 12-2 - Aserrín 2%	224.03	0.43%	115.43	-0.37%	94.90	0.11%
M- 12-3 - Aserrín 2%	223.80	0.53%	115.10	-0.09%	93.58	1.50%
M- 12-4 - Aserrín 2%	224.30	0.31%	115.28	-0.24%	94.53	0.50%
M- 12-5 - Aserrín 2%	224.53	0.21%	115.30	-0.26%	93.40	1.68%
M- 12-6 - Aserrín 2%	223.55	0.64%	115.20	-0.17%	94.43	0.61%
M- 12-7 - Aserrín 2%	224.50	0.22%	115.28	-0.24%	95.00	0.00%
M- 12-8 - Aserrín 2%	224.08	0.41%	115.15	-0.13%	94.03	1.03%
M- 12-9 - Aserrín 2%	225.93	-0.41%	115.30	-0.26%	96.03	-1.08%
M- 12-10 - Aserrín 2%	224.48	0.23%	115.28	-0.24%	95.10	-0.11%
M-13-1 - Aserrín 3%	223.95	0.47%	115.20	-0.17%	94.60	0.42%
M-13-2 - Aserrín 3%	224.30	0.31%	115.38	-0.33%	94.10	0.95%
M-13-3 - Aserrín 3%	224.25	0.33%	115.35	-0.30%	94.73	0.29%
M-13-4 - Aserrín 3%	225.33	-0.14%	115.88	-0.76%	96.80	-1.89%
M-13-5 - Aserrín 3%	224.35	0.29%	115.40	-0.35%	94.63	0.39%
M-13-6 - Aserrín 3%	225.05	-0.02%	115.55	-0.48%	95.25	-0.26%
M-13-7 - Aserrín 3%	225.30	-0.13%	115.65	-0.57%	96.45	-1.53%
M-13-8 - Aserrín 3%	225.60	-0.27%	115.95	-0.83%	97.25	-2.37%
M-13-9 - Aserrín 3%	225.10	-0.04%	115.78	-0.67%	96.23	-1.29%
M-13-10 - Aserrín 3%	225.23	-0.10%	115.55	-0.48%	97.15	-2.26%

L.2. Informe del Ensayo de Variación Dimensional de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Lunes , 07 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

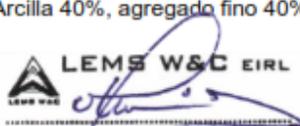
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	M - Patrón - 1	225	116	83
02	M - Patrón - 2	224	116	96
03	M - Patrón - 3	225	115	95
04	M - Patrón - 4	225	115	94
05	M - Patrón - 5	224	116	96
06	M - Patrón - 6	225	115	96
07	M - Patrón - 7	225	114	96
08	M - Patrón - 8	224	115	95
09	M - Patrón - 9	224	116	96
10	M - Patrón - 10	225	115	96

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

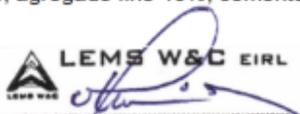
Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Lunes, 07 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	M-9-1 - Aserrín - 0.5 %	225	116	96
02	M-9-2 - Aserrín - 0.5 %	224	116	96
03	M-9-3 - Aserrín - 0.5 %	225	116	95
04	M-9-4 - Aserrín - 0.5 %	224	115	96
05	M-9-5 - Aserrín - 0.5 %	224	115	95
06	M-9-6 - Aserrín - 0.5 %	225	116	95
07	M-9-7 - Aserrín - 0.5 %	224	115	95
08	M-9-8 - Aserrín - 0.5 %	225	115	95
09	M-9-9 - Aserrín - 0.5 %	224	115	95
10	M-9-10 - Aserrín - 0.5 %	224	115	96

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

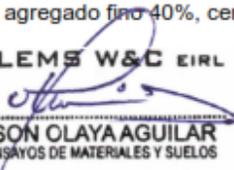
Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS
 ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO,
 LAMBAYEQUE, 2020"
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Martes, 08 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	M-10-1 - Aserrín - 1 %	224	115	96
02	M-10-2 - Aserrín - 1 %	224	115	96
03	M-10-3 - Aserrín - 1 %	224	115	95
04	M-10-4 - Aserrín - 1 %	224	115	96
05	M-10-5 - Aserrín - 1 %	224	115	95
06	M-10-6 - Aserrín - 1 %	225	115	95
07	M-10-7 - Aserrín - 1 %	225	115	96
08	M-10-8 - Aserrín - 1 %	224	115	95
09	M-10-9 - Aserrín - 1 %	225	116	95
10	M-10-10 - Aserrín - 1 %	225	116	97

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.


LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Martes, 08 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	M-11-1 - Aserrín - 1.5 %	225	115	95
02	M-11-2 - Aserrín - 1.5 %	225	116	97
03	M-11-3 - Aserrín - 1.5 %	224	115	96
04	M-11-4 - Aserrín - 1.5 %	224	115	95
05	M-11-5 - Aserrín - 1.5 %	225	116	94
06	M-11-6 - Aserrín - 1.5 %	224	115	96
07	M-11-7 - Aserrín - 1.5 %	225	116	95
08	M-11-8 - Aserrín - 1.5 %	225	115	96
09	M-11-9 - Aserrín - 1.5 %	224	115	96
10	M-11-10 - Aserrín - 1.5 %	225	116	96

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS
Proyecto: : ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Miércoles, 09 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	M-12-1 - Aserrín - 2 %	224	115	95
02	M-12-2 - Aserrín - 2 %	224	115	95
03	M-12-3 - Aserrín - 2 %	224	115	94
04	M-12-4 - Aserrín - 2 %	224	115	95
05	M-12-5 - Aserrín - 2 %	225	115	93
06	M-12-6 - Aserrín - 2 %	224	115	94
07	M-12-7 - Aserrín - 2 %	225	115	95
08	M-12-8 - Aserrín - 2 %	224	115	94
09	M-12-9 - Aserrín - 2 %	226	115	96
10	M-12-10 - Aserrín - 2 %	224	115	95

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-12: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 2%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante: : DELGADO SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
 Proyecto: : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MÉCANICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Miércoles, 09 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	M-13-1 - Aserrín - 3 %	224	115	95
02	M-13-2 - Aserrín - 3 %	224	115	94
03	M-13-3 - Aserrín - 3 %	224	115	95
04	M-13-4 - Aserrín - 3 %	225	116	97
05	M-13-5 - Aserrín - 3 %	224	115	95
06	M-13-6 - Aserrín - 3 %	225	116	95
07	M-13-7 - Aserrín - 3 %	225	116	96
08	M-13-8 - Aserrín - 3 %	226	116	97
09	M-13-9 - Aserrín - 3 %	225	116	96
10	M-13-10 - Aserrín - 3 %	225	116	97

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-13: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 3%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo M: Alabeo de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 11 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	M - Patrón - 1	0.00	1.70	0.00	0.00
02	M - Patrón - 2	0.00	2.65	0.00	0.00
03	M - Patrón - 3	0.00	2.30	0.00	0.00
04	M - Patrón - 4	0.00	2.05	0.00	0.00
05	M - Patrón - 5	0.00	2.05	0.00	0.00
06	M - Patrón - 6	0.00	2.30	0.00	0.00
07	M - Patrón - 7	0.00	1.95	0.00	0.00
08	M - Patrón - 8	0.00	2.05	0.00	0.00
09	M - Patrón - 9	0.00	2.50	0.00	0.00
10	M - Patrón - 10	0.00	2.30	0.00	0.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.



Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Viernes, 11 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613

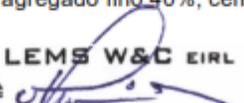
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	M - 9 - 1 - Aserrín 0.5%	0.00	1.70	0.00	0.00
02	M - 9 - 2 - Aserrín 0.5%	0.00	2.95	0.00	0.00
03	M - 9 - 3 - Aserrín 0.5%	0.00	2.50	0.00	0.00
04	M - 9 - 4 - Aserrín 0.5%	0.00	2.00	0.00	0.00
05	M - 9 - 5 - Aserrín 0.5%	0.00	1.90	0.00	0.00
06	M - 9 - 6 - Aserrín 0.5%	0.00	2.25	0.00	0.00
07	M - 9 - 7 - Aserrín 0.5%	0.00	1.75	0.00	0.00
08	M - 9 - 8 - Aserrín 0.5%	0.00	1.90	0.00	0.00
09	M - 9 - 9 - Aserrín 0.5%	0.00	2.15	0.00	0.00
10	M - 9 - 10 - Aserrín 0.5%	0.00	2.30	0.00	0.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 11 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	M - 10 - 1 - Aserrín 1%	0.00	2.55	0.00	0.00
02	M - 10 - 2 - Aserrín 1%	0.00	3.00	0.00	0.00
03	M - 10 - 3 - Aserrín 1%	0.00	2.60	0.00	0.00
04	M - 10 - 4 - Aserrín 1%	0.00	2.30	0.00	0.00
05	M - 10 - 5 - Aserrín 1%	0.00	2.35	0.00	0.00
06	M - 10 - 6 - Aserrín 1%	0.00	2.40	0.00	0.00
07	M - 10 - 7 - Aserrín 1%	0.00	2.75	0.00	0.00
08	M - 10 - 8 - Aserrín 1%	0.00	2.20	0.00	0.00
09	M - 10 - 9 - Aserrín 1%	0.00	2.10	0.00	0.00
10	M - 10 - 10 - Aserrín 1%	0.00	2.60	0.00	0.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 11 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	M - 11 - 1 - Aserrín 1.5%	0.00	2.10	0.00	0.00
02	M - 11 - 2 - Aserrín 1.5%	0.00	2.30	0.00	0.00
03	M - 11 - 3 - Aserrín 1.5%	0.00	2.10	0.00	0.00
04	M - 11 - 4 - Aserrín 1.5%	0.00	2.35	0.00	0.00
05	M - 11 - 5 - Aserrín 1.5%	0.00	2.70	0.00	0.00
06	M - 11 - 6 - Aserrín 1.5%	0.00	2.40	0.00	0.00
07	M - 11 - 7 - Aserrín 1.5%	0.00	2.45	0.00	0.00
08	M - 11 - 8 - Aserrín 1.5%	0.00	2.60	0.00	0.00
09	M - 11 - 9 - Aserrín 1.5%	0.00	2.00	0.00	0.00
10	M - 11 - 10 - Aserrín 1.5%	0.00	2.60	0.00	0.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 11 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	M - 12 - 1 - Aserrín 2%	0.00	2.20	0.00	0.00
02	M - 12 - 2 - Aserrín 2%	0.00	2.65	0.00	0.00
03	M - 12 - 3 - Aserrín 2%	0.00	2.45	0.00	0.00
04	M - 12 - 4 - Aserrín 2%	0.00	2.65	0.00	0.00
05	M - 12 - 5 - Aserrín 2%	0.00	2.90	0.00	0.00
06	M - 12 - 6 - Aserrín 2%	0.00	2.30	0.00	0.00
07	M - 12 - 7 - Aserrín 2%	0.00	2.55	0.00	0.00
08	M - 12 - 8 - Aserrín 2%	0.00	2.80	0.00	0.00
09	M - 12 - 9 - Aserrín 2%	0.00	2.20	0.00	0.00
10	M - 12 - 10 - Aserrín 2%	0.00	2.35	0.00	0.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-12: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 2%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

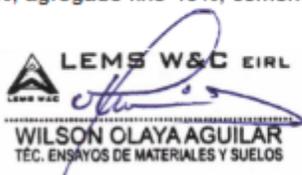
Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 11 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	M - 13 - 1 - Aserrín 3%	0.00	3.20	0.00	0.00
02	M - 13 - 2 - Aserrín 3%	0.00	2.40	0.00	0.00
03	M - 13 - 3 - Aserrín 3%	0.00	2.35	0.00	0.00
04	M - 13 - 4 - Aserrín 3%	0.00	2.65	0.00	0.00
05	M - 13 - 5 - Aserrín 3%	0.00	2.85	0.00	0.00
06	M - 13 - 6 - Aserrín 3%	0.00	2.40	0.00	0.00
07	M - 13 - 7 - Aserrín 3%	0.00	3.10	0.00	0.00
08	M - 13 - 8 - Aserrín 3%	0.00	1.95	0.00	0.00
09	M - 13 - 9 - Aserrín 3%	0.00	2.95	0.00	0.00
10	M - 13 - 10 - Aserrín 3%	0.00	2.85	0.00	0.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-13: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 3%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N: Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

N.1. Cálculo del Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

$$A = \frac{200 W}{L b}$$

en donde:

- W** es el aumento de peso, en gramos.
L es el largo promedio de la superficie de contacto, en centímetros.
b es el ancho promedio de la superficie de contacto, en centímetros.
A es el aumento de peso corregido, en gramos.

Tabla 24

Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Muestra Nº	Descripción de la Unidad	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Área (cm ²)	Masa Muestra Seco (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200 cm ² /min)	Succión (%.)
01	M - Patrón - 6	22.46	11.59	260	4843.00	4949.00	106.00	81.44	2.19
02	M - Patrón - 7	22.48	11.58	260	4852.00	4970.00	118.00	90.71	2.43
03	M - Patrón - 8	22.51	11.55	260	4863.00	4964.00	101.00	77.71	2.08
04	M - Patrón - 9	22.50	11.59	261	4955.00	5048.00	93.00	71.36	1.88
05	M - Patrón - 10	22.51	11.59	261	5019.00	5126.00	107.00	82.00	2.13
01	M-9-6-Aserrín 0.5 %	22.32	11.50	257	4121.00	4219.00	98.00	76.40	2.38

Muestra Nº	Descripción de la Unidad	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Área (cm ²)	Masa Muestra Seco (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200 cm ² /min)	Succión (%.)
02	M-9-7-Aserrín 0.5 %	22.34	11.50	257	4512.00	4617.00	105.00	81.78	2.33
03	M-9-8-Aserrín 0.5 %	22.35	11.50	257	4348.00	4458.00	110.00	85.62	2.53
04	M-9-9-Aserrín 0.5 %	22.45	11.62	261	4475.00	4603.00	128.00	98.18	2.86
05	M-9-10-Aserrín 0.5 %	22.36	11.60	259	4673.00	4822.00	149.00	114.97	3.19
01	M-10-6-Aserrín 1%	22.40	11.56	259	4334.00	4484.00	150.00	115.89	3.46
02	M-10-7-Aserrín 1%	22.42	11.53	258	4455.00	4588.00	133.00	102.91	2.99
03	M-10-8-Aserrín 1%	22.42	11.54	259	4171.00	4305.00	134.00	103.57	3.21
04	M-10-9-Aserrín 1%	22.42	11.52	258	4254.00	4371.00	117.00	90.59	2.75
05	M-10-10-Aserrín 1%	22.39	11.54	258	4013.00	4149.00	136.00	105.28	3.39
01	M-11-6-Aserrín 1.5%	22.51	11.61	261	4553.00	4697.00	144.00	110.18	3.16
02	M-11-7-Aserrín 1.5%	22.49	11.61	261	4620.00	4742.00	122.00	93.45	2.64
03	M-11-8-Aserrín 1.5%	22.49	11.58	260	4454.00	4596.00	142.00	109.08	3.19
04	M-11-9-Aserrín 1.5%	22.45	11.58	260	4420.00	4575.00	155.00	119.26	3.51
05	M-11-10-Aserrín-1.5%	22.50	11.58	260	4432.00	4590.00	158.00	121.32	3.56

N.2. Informe del Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Martes, 15 de febrero de 2022

Norma : NTP. 399.613

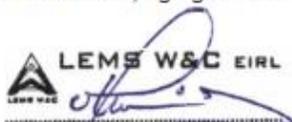
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	M - Patrón - 6	81.44
02	M - Patrón - 7	90.71
03	M - Patrón - 8	77.71
04	M - Patrón - 9	71.36
05	M - Patrón - 10	82.00

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Martes, 15 de febrero de 2022

Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	M - 9 - 6 - Aserrín 0.5 %	76.40
02	M - 9 - 7 - Aserrín 0.5 %	81.78
03	M - 9 - 8 - Aserrín 0.5 %	85.62
04	M - 9 - 9 - Aserrín 0.5 %	98.18
05	M - 9 - 10 - Aserrín 0.5 %	114.97

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
 WILSON CLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 16 de febrero de 2022

Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	M - 10 - 6 - Aserrín 1%	115.89
02	M - 10 - 7 - Aserrín 1%	102.91
03	M - 10 - 8 - Aserrín 1%	103.57
04	M - 10 - 9 - Aserrín 1%	90.59
05	M - 10 - 10 - Aserrín 1%	105.28

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

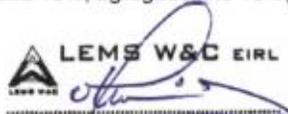
Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 16 de febrero de 2022

Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	M - 11 - 6 - Aserrín 1.5%	110.18
02	M - 11 - 7 - Aserrín 1.5%	93.45
03	M - 11 - 8 - Aserrín 1.5%	109.08
04	M - 11 - 9 - Aserrín 1.5%	119.26
05	M - 11 - 10 - Aserrín 1.5%	121.32

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo Ñ: Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Ñ.1. Cálculo del Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

$$\text{Absorción, (\%)} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100$$

Donde:

W_d = Peso seco del espécimen, en gramos.

W_s = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría, en gramos.

Tabla 25

Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Muestra Nº	Identificación	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (%)
01	M - PATRON - 6	5475	4883	12.12
02	M - PATRON - 7	5325	4781	11.38
03	M - PATRON - 8	5288	4762	11.05
04	M - PATRON - 9	5364	4888	9.74
05	M - PATRON - 10	5412	4898	10.49
01	M - 9 - 6 - Aserrín 0.5%	5.287	4.751	11.28
02	M - 9 - 7 - Aserrín 0.5%	5.374	4.784	12.33
03	M - 9 - 8 - Aserrín 0.5%	5.152	4.638	11.08
04	M - 9 - 9 - Aserrín 0.5%	5.489	4.875	12.59
05	M - 9 - 10 - Aserrín 0.5%	5.324	4.789	11.17
01	M - 10 - 6 - Aserrín 0.5%	5.035	4.352	15.69
02	M - 10 - 7 - Aserrín 0.5%	4.996	4.414	13.19
03	M - 10 - 8 - Aserrín 0.5%	4.926	4.350	13.24
04	M - 10 - 9 - Aserrín 0.5%	5.070	4.515	12.29
05	M - 10 - 10 - Aserrín 0.5%	4.986	4.398	13.37
01	M - 11 - 6 - Aserrín 1.5%	5.298	4.606	15.02
02	M - 11 - 7 - Aserrín 1.5%	5.332	4.715	13.09
03	M - 11 - 8 - Aserrín 1.5%	5.145	4.501	14.31
04	M - 11 - 9 - Aserrín 1.5%	5.150	4.477	15.03
05	M - 11 - 10 - Aserrín 1.5%	5.159	4.509	14.42

Ñ.2. Informe del Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334

RNP - Servicios S0608589

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Martes, 15 de febrero del 2022

Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Norma : NTP 399.613

Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (%)
01	M - Patrón - 6	5475	4883	12.12
02	M - Patrón - 7	5325	4781	11.38
03	M - Patrón - 8	5288	4762	11.05
04	M - Patrón - 9	5364	4888	9.74
05	M - Patrón - 10	5412	4898	10.49

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Martes, 15 de febrero del 2022

Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

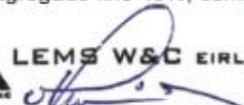
Norma : NTP 399.613

Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (%)
01	M - 9 - 6 - Aserrín 0.5%	5.287	4.751	11.28
02	M - 9 - 7 - Aserrín 0.5%	5.374	4.784	12.33
03	M - 9 - 8 - Aserrín 0.5%	5.152	4.638	11.08
04	M - 9 - 9 - Aserrín 0.5%	5.489	4.875	12.59
05	M - 9 - 10 - Aserrín 0.5%	5.324	4.789	11.17

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Proyecto Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo Miércoles, 16 de febrero del 2022

Titulo UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Norma NTP 399.613

Ensayo Absorción

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (%)
01	M - 10 - 6 - Aserrín 0.5%	5.035	4.352	15.694
02	M - 10 - 7 - Aserrín 0.5%	4.996	4.414	13.185
03	M - 10 - 8 - Aserrín 0.5%	4.926	4.350	13.241
04	M - 10 - 9 - Aserrín 0.5%	5.070	4.515	12.292
05	M - 10 - 10 - Aserrín 0.5%	4.986	4.398	13.370

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Proyecto Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo Miércoles, 16 de febrero del 2022

Titulo UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Norma NTP 399.613

Ensayo Absorción

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (%)
01	M - 11 - 6 - Aserrín 1.5%	5.298	4.606	15.024
02	M - 11 - 7 - Aserrín 1.5%	5.332	4.715	13.086
03	M - 11 - 8 - Aserrín 1.5%	5.145	4.501	14.308
04	M - 11 - 9 - Aserrín 1.5%	5.150	4.477	15.032
05	M - 11 - 10 - Aserrín 1.5%	5.159	4.509	14.416

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

5.5. Propiedades Mecánicas del Ladrillo Ecológico de Aserrín

Anexo O: Resistencia a la Compresión de los Ladrillo Ecológicos de Aserrín

O.1. Cálculos del Ensayo de Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

$$f'b = P/A$$

Donde:

$f'b$ = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴)

P = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg *f* o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

$$A = l \times t$$

en donde:

A = es el área del ladrillo dado en centímetros.

t = es el largo del ladrillo en centímetros cúbicos.

H = es el ancho del ladrillo en centímetros.

Tabla 26*Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín*

Muestra	Identificación	Área 1	Área 2	Área Promedio	Carga	Carga	f'b	f'b
Nº		(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(P) (kN)	(P) (N)	(MPa)	(kg/cm ²)
01	M - Patrón - 68	12943.13	13052	12998	124.80	124800	9.60	97.94
02	M - Patrón - 69	12943.74	12988	12966	122.89	122890	9.48	96.68
03	M - Patrón - 70	13048.65	12956	13002	124.31	124305	9.56	97.52
04	M - Patrón - 71	12935.82	13049	12992	126.18	126175	9.71	99.06
05	M - Patrón - 72	12963.14	12997	12980	115.45	115445	8.89	90.72
01	M-9-91 - Aserrín 0.5%	13028.72	13069	13049	115.05	115050	8.82	89.93
02	M-9-92 - Aserrín 0.5%	12986.79	13047	13017	119.51	119510	9.18	93.65
03	M-9-93 - Aserrín 0.5%	12952.03	13001	12977	121.83	121825	9.39	95.76
04	M-9-94 - Aserrín 0.5%	12969.41	13079	13024	129.26	129255	9.92	101.23
05	M-9-95 - Aserrín 0.5%	12949.72	13056	13003	137.73	137730	10.59	108.04
01	M-10 -58 - Aserrín 1%	13044.87	12953	12999	112.83	112825	8.68	88.53
02	M-10-59 - Aserrín 1%	13044.71	12978	13012	116.33	116330	8.94	91.19
03	M-10-60 - Aserrín 1%	13090.76	13004	13047	106.50	106495	8.16	83.25
04	M-10-61 - Aserrín 1%	12970.32	12897	12933	110.66	110660	8.56	87.27
05	M-10-62 - Aserrín 1%	12933.11	13008	12970	103.91	103910	8.01	81.72
01	M-11-50 - Aserrín 1.5%	12953.49	15130	14042	99.47	99465	7.08	72.25

Muestra Nº	Identificación	Área 1 (mm ²)	Área 2 (mm ²)	Área Promedio (mm ²)	Carga (P) (kN)	Carga (P) (N)	f'b (MPa)	f'b (kg/cm ²)
02	M-11-51 - Aserrín 1.5%	12962.15	12930	12946	103.46	103455	7.99	81.51
03	M-11-52 - Aserrín 1.5%	12965.19	12925	12945	100.33	100325	7.75	79.05
04	M-11-53 - Aserrín 1.5%	12910.88	12985	12948	99.94	99935	7.72	78.73
05	M-11-54 - Aserrín 1.5%	13032.78	12931	12982	106.96	106960	8.24	84.04
01	M-12-60 - Aserrín 2%	13211.68	12973	13092	97.01	97005	7.41	75.58
02	M-12-61 - Aserrín 2%	13090.28	12973	13032	99.88	99880	7.66	78.18
03	M-12-62 - Aserrín 2%	13101.38	13029	13065	100.71	100705	7.71	78.62
04	M-12-63 - Aserrín 2%	13092.66	12995	13044	93.54	93540	7.17	73.15
05	M-12-64 - Aserrín 2%	13167.24	13142	13154	73.06	73060	5.55	56.65
01	M-13-54 - Aserrín 3%	12984.77	12967	12976	82.07	82070	6.32	64.51
02	M-13-55 - Aserrín 3%	13032.96	13050	13041	73.82	73820	5.66	57.74
03	M-13-56 - Aserrín 3%	13070.46	13026	13048	79.32	79315	6.08	62.00
04	M-13-57 - Aserrín 3%	13107.69	13092	13100	80.62	80620	6.15	62.77
05	M-13-58 - Aserrín 3%	13010.13	12984	12997	74.56	74560	5.74	58.51

O.2. Informe del Ensayo de Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS

Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Viernes, 18 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613.

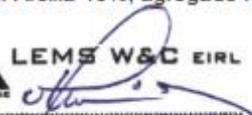
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
1	M - Patrón - 68	18/02/2022	124800	12997.65	9.60	97.94
02	M - Patrón - 69	18/02/2022	122890	12965.70	9.48	96.68
03	M - Patrón - 70	18/02/2022	124305	13002.08	9.56	97.52
04	M - Patrón - 71	18/02/2022	126175	12992.34	9.71	99.06
05	M - Patrón - 72	18/02/2022	115445	12980.10	8.89	90.72

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 18 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
1	M-9-71 - Aserrín 0.5%	18/02/2022	115050	13048.97	8.82	89.93
02	M-9-72 - Aserrín 0.5%	18/02/2022	119510	13016.85	9.18	93.65
03	M-9-73 - Aserrín 0.5%	18/02/2022	121825	12976.56	9.39	95.76
04	M-9-74 - Aserrín 0.5%	18/02/2022	129255	13024.12	9.92	101.23
05	M-9-75 - Aserrín 0.5%	18/02/2022	137730	13002.76	10.59	108.04

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Sábado, 19 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
1	M-10-58 - Aserrín 1%	19/02/2022	112825	12998.93	8.68	88.53
02	M-10-59 - Aserrín 1%	19/02/2022	116330	13011.59	8.94	91.19
03	M-10-60 - Aserrín 1%	19/02/2022	106495	13047.37	8.16	83.25
04	M-10-61 - Aserrín 1%	19/02/2022	110660	12933.48	8.56	87.27
05	M-10-62 - Aserrín 1%	19/02/2022	103910	12970.34	8.01	81.72

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

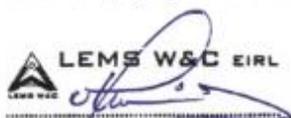
Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Sábado, 19 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
1	M-11-50 - Aserrín 1.5%	19/02/2022	99465	14041.71	7.08	72.25
02	M-11-51 - Aserrín 1.5%	19/02/2022	103455	12946.27	7.99	81.51
03	M-11-52 - Aserrín 1.5%	19/02/2022	100325	12945.08	7.75	79.05
04	M-11-53 - Aserrín 1.5%	19/02/2022	99935	12947.83	7.72	78.73
05	M-11-54 - Aserrín 1.5%	19/02/2022	106960	12981.68	8.24	84.04

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 20 de febrero del 2022
Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm ²)
1	M-12-60 - Aserrín 2%	20/02/2022	97005	13092.18	7.41	75.58
02	M-12-61 - Aserrín 2%	20/02/2022	99880	13031.57	7.66	78.18
03	M-12-62 - Aserrín 2%	20/02/2022	100705	13065.35	7.71	78.62
04	M-12-63 - Aserrín 2%	20/02/2022	93540	13043.97	7.17	73.15
05	M-12-64 - Aserrín 2%	20/02/2022	73060	13154.48	5.55	56.65

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-12: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 2%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

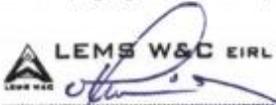
Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 20 de febrero del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
1	M-13-54 - Aserrín 3%	20/02/2022	82070	12975.92	6.32	64.51
02	M-13-55 - Aserrín 3%	20/02/2022	73820	13041.48	5.66	57.74
03	M-13-56 - Aserrín 3%	20/02/2022	79315	13048.03	6.08	62.00
04	M-13-57 - Aserrín 3%	20/02/2022	80620	13099.69	6.15	62.77
05	M-13-58 - Aserrín 3%	20/02/2022	74560	12997.19	5.74	58.51

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-13: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 3%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo P: Resistencia en Compresión de Prismas de los Ladrillo Ecológicos de Aserrín

P.1. Cálculos del Ensayo de Resistencia en Compresión de Prismas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

$$f'm = P/A$$

Donde:

$f'm$ = Resistencia en compresión del prisma, (kg/cm²) (o Pa.10⁴)

P = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

Multiplicamos la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección del prisma correspondiente.

TABLA 1 - Factores de corrección altura / espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería

h_p/t_p^A	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

h_p/t_p Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

Tabla 27*Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería*

Muestra Nº	Identificación	L Promedio (mm)	T Promedio (mm)	H Promedio (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (KN)	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Mpa)	f'm (kg/cm ²)
01	M-Patrón	224.50	115.50	317.25	25930	2.747	168.95	168950	6.52	1.0548	6.87	70.08
02	M-Patrón	225.88	115.75	316.75	26145	2.737	163.04	163040	6.24	1.0542	6.57	67.04
03	M-Patrón	226.25	116.13	316.00	26273	2.721	162.78	162780	6.20	1.0533	6.53	66.54
01	M-9 - Aserrín 0.5%	223.75	115.50	312.00	25843	2.701	162.40	162400	6.28	1.0521	6.61	67.42
02	M-9 - Aserrín 0.5%	224.25	115.75	312.25	25957	2.698	169.11	169110	6.52	1.0519	6.85	69.88
03	M-9 - Aserrín 0.5%	197.00	115.25	311.00	22704	2.698	150.01	150010	6.61	1.0519	6.95	70.87
01	M-10 - Aserrín 1%	225.25	115.50	313.75	26016	2.716	88.47	88470	3.40	1.0530	3.58	36.51
02	M-10 - Aserrín 1%	224.25	115.75	326.75	25957	2.823	125.63	125630	4.84	1.0594	5.13	52.28
03	M-10 - Aserrín 1%	224.50	115.25	325.00	25874	2.820	99.74	99740	3.85	1.0592	4.08	41.64
01	M-11 - Aserrín 1.5%	224.25	115.25	318.00	25845	2.759	113.00	113000	4.37	1.0556	4.62	47.06
02	M-11 - Aserrín 1.5%	224.50	116.00	324.75	26042	2.800	71.75	71750	2.76	1.0580	2.91	29.72
03	M-11 - Aserrín 1.5%	224.25	116.00	317.75	26013	2.739	82.65	82650	3.18	1.0544	3.35	34.16
01	M-12 - Aserrín 2%	224.50	115.75	311.75	25986	2.693	42.21	42210	1.62	1.0516	1.71	17.42
02	M-12 - Aserrín 2%	224.50	116.25	313.75	26098	2.699	65.71	65710	2.52	1.0519	2.65	27.01
03	M-12 - Aserrín 2%	225.13	114.75	312.63	25833	2.724	50.56	50560	1.96	1.0535	2.06	21.02
01	M-13 - Aserrín 3%	224.00	116.25	326.50	26040	2.809	45.82	45820	1.76	1.0585	1.86	18.99
02	M-13 - Aserrín 3%	224.63	115.00	316.75	25832	2.754	40.38	40380	1.56	1.0553	1.65	16.82
03	M-13 - Aserrín 3%	225.38	115.88	317.88	26115	2.743	30.87	30870	1.18	1.0546	1.25	12.71

P.2. Informe del Ensayo de Resistencia en Compresión de Prismas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 10 de marzo del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
Norma : NTP 399.605.
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	M-Patrón	10/02/2022	10/03/2022	28	224.50	115.50	317.25	25930	2.75	168950	6.52	1.055	70.08
02	M-Patrón	10/02/2022	10/03/2022	28	225.88	115.75	316.75	26145	2.74	163040	6.24	1.054	67.04
03	M-Patrón	10/02/2022	10/03/2022	28	226.25	116.13	316.00	26273	2.72	162780	6.20	1.053	66.54

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

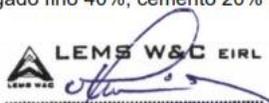
Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 10 de marzo del 2022.

Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
Norma : NTP 399.605.
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm ²)
01	M-9 - Aserrín 0.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	223.75	115.50	312.00	25843	2.70	162400	6.28	1.052	67.42
02	M-9 - Aserrín 0.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.25	115.75	312.25	25957	2.70	169110	6.52	1.052	69.88
03	M-9 - Aserrín 0.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	197.00	115.25	311.00	22704	2.70	150010	6.61	1.052	70.87

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



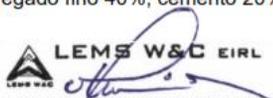
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 10 de marzo del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
Norma : NTP 399.605.
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	M-10 - Aserrín 1%	10/02/2022	10/03/2022	28	225.25	115.50	313.75	26016	2.72	88470	3.40	1.053	36.51
02	M-10 - Aserrín 1%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.25	115.75	326.75	25957	2.82	125630	4.84	1.059	52.28
03	M-10 - Aserrín 1%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.50	115.25	325.00	25874	2.82	99740	3.85	1.059	41.64

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

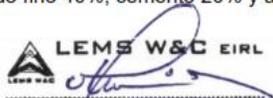
Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 10 de marzo del 2022.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
Norma : NTP 399.605.
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	M-11 - Aserrín 1.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.25	115.25	318.00	25845	2.76	113000	4.37	1.056	47.06
02	M-11 - Aserrín 1.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.50	116.00	324.75	26042	2.80	71750	2.76	1.058	29.72
03	M-11 - Aserrín 1.5%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.25	116.00	317.75	26013	2.74	82650	3.18	1.054	34.16

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 10 de marzo del 2022.

Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
Norma : NTP 399.605.
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm ²)
01	M-12 - Aserrín 2%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.50	115.75	311.75	25986	2.69	42210	1.62	1.052	17.42
02	M-12 - Aserrín 2%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.50	116.25	313.75	26098	2.70	65710	2.52	1.052	27.01
03	M-12 - Aserrín 2%	10/02/2022	10/03/2022	28	225.13	114.75	312.63	25833	2.72	50560	1.96	1.053	21.02

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-12: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 2%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



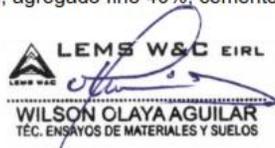
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Jueves, 10 de marzo del 2022.
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
Norma : NTP 399.605.
Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	M-13 - Aserrín 3%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.00	116.25	326.50	26040	2.81	45820	1.76	1.059	18.99
02	M-13 - Aserrín 3%	10/02/2022	10/03/2022	28	224.63	115.00	316.75	25832	2.75	40380	1.56	1.055	16.82
03	M-13 - Aserrín 3%	10/02/2022	10/03/2022	28	225.38	115.88	317.88	26115	2.74	30870	1.18	1.055	12.71

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- M-13: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 3%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo Q: Compresión Diagonal en Muretes de las Unidades de Albañilería Ecológica de Aserrín

Q.1. Cálculos del Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de los Ladrillos Ecológicos

Esfuerzo cortante: Para calcular el esfuerzo cortante en los muretes sobre la base del área bruta de la diagonal cargada, como sigue (E519:2000, 2000):

$$V_m = \frac{0.707P}{A_b}$$

donde:

V_m = esfuerzo cortante sobre el área bruta, en MPa;

P = carga aplicada, en N; y

A_b = área bruta del espécimen, en mm^2 , calculada como sigue:

$$A_b = \frac{l + h}{2} t$$

donde:

l = largo del murete, en mm;

h = altura del murete, en mm; y

t = espesor total del murete, en mm.

Tabla 28*Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes*

Muestra Nº	Identificación	L Promedio (mm)	H Promedio (mm)	T Promedio (mm)	Ab (mm ²)	P (Kgf)	P (N)	Vm (Mpa)	V'm (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - Patrón	600.00	600.00	115.75	69450	5178.95	50788	0.52	5.27
02	Prisma 2 - Patrón	600.00	600.00	115.00	69000	6350.39	62276	0.64	6.51
03	Prisma 3 - Patrón	600.00	600.00	115.00	69000	4259.58	41772	0.43	4.36
01	Prisma 1 - Aserrín 0.5%	600.00	600.00	116.50	69900	6761.00	66303	0.67	6.84
02	Prisma 2 - Aserrín 0.5%	600.00	600.00	116.75	70050	4045.00	39668	0.40	4.08
03	Prisma 3 - Aserrín 0.5%	600.00	600.00	117.00	70200	5252.00	51505	0.52	5.29
01	Prisma 1 – Aserrín 1%	600.00	600.00	115.00	69000	4561.00	44728	0.46	4.67
02	Prisma 2 – Aserrín 1%	600.00	600.00	115.50	69300	3887.00	38118	0.39	3.97
03	Prisma 3 – Aserrín 1%	600.00	600.00	115.00	69000	5046.00	49484	0.51	5.17
01	Prisma 1 – Aserrín 1.5%	600.00	600.00	115.00	69000	4795.00	47023	0.48	4.91
02	Prisma 2 – Aserrín 1.5%	600.00	600.00	115.50	69300	5348.00	52446	0.54	5.46
03	Prisma 3 – Aserrín 1.5%	600.00	600.00	115.50	69300	2670.00	26184	0.27	2.72
01	Prisma 1 – Aserrín 2%	600.00	600.00	116.25	69750	3791.00	37177	0.38	3.84

Muestra Nº	Identificación	L Promedio (mm)	H Promedio (mm)	T Promedio (mm)	Ab (mm ²)	P (Kgf)	P (N)	Vm (Mpa)	V'm (kg/cm ²)
02	Prisma 2 – Aserrín 2%	600.00	600.00	115.75	69450	4112.00	40325	0.41	4.19
03	Prisma 3 – Aserrín 2%	600.00	600.00	115.75	69450	4365.00	42806	0.44	4.44
01	Prisma 1 – Aserrín 3%	600.00	600.00	115.75	69450	4112.00	40325	0.41	2.58
02	Prisma 2 – Aserrín 3%	600.00	600.00	116.25	69750	2613.00	25625	0.26	2.65
03	Prisma 3 – Aserrín 3%	600.00	600.00	117.00	70200	2947.00	28900	0.29	2.97

Q.2. Informe del Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de los Ladrillos Ecológicos



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Delgado Sánchez José Luis

Proyecto / Obra : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : 10 de marzo del 2022.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (Kg)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Patrón	10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69450	5179	0.52	5.27
02		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	115	69000	6350	0.64	6.51
03		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	115	69000	4260	0.43	4.36

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : Delgado Sánchez José Luis
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 10 de marzo del 2022.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	0.5% Adición de Aserrín	10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	117	69900	6761	0.67	6.84
02		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	117	70050	4045	0.40	4.08
03		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	117	70200	5252	0.52	5.29

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : Delgado Sánchez José Luis
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 10 de marzo del 2022.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (Kg)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	1% Adición de Aserrín	10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	115	69000	4561	0.46	4.67
02		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69300	3887	0.39	3.97
03		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	115	69000	5046	0.51	5.17

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : Delgado Sánchez José Luis
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 10 de marzo del 2022.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (Kg)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	1.5% Adición de Aserrín	10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	115	69000	4795	0.48	4.91
02		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69300	5348	0.54	5.46
03		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69300	2670	0.27	2.72

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Delgado Sánchez José Luis

Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : 10 de marzo del 2022.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (Kg)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	2% Adición de Aserrín	10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69750	3791	0.38	3.84
02		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69450	4112	0.41	4.19
03		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69450	4365	0.44	4.44

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- M-12: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 2%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



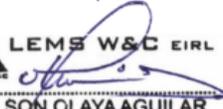
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : Delgado Sánchez José Luis
 Proyecto / Obra : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 10 de marzo del 2022.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (Kg)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	3% Adición de Aserrín	10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	117	69900	2555	0.25	2.58
02		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	116	69750	2613	0.26	2.65
03		10/02/2022	10/03/2022	28	600	600	117	70200	2947	0.29	2.97

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- M-13: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 3%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo R: Módulo de Rotura de las Unidades de Albañilería Ecológica de Aserrín

R.1. Cálculos del Ensayo de Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Formula:

$$MR = 3P(L/2 - X) \div (BD^2)$$

M.R. : Modulo de ruptura, en daN/cm²

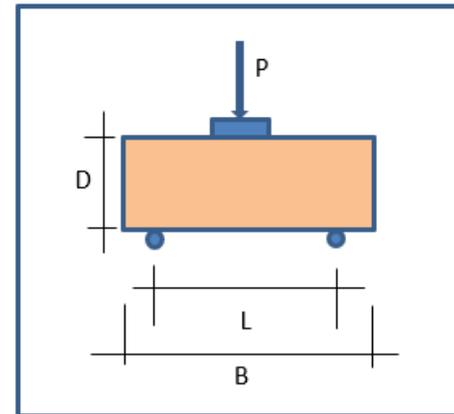
P : Máxima carga aplicada con la maquinade prueba, en daN.

L : Distancia entre apoyos, en cm.

B : Ancho neto (cara a cara menos los huecos) del espécimen en el plano de falla, en cm.

D : Espesor del espécimen en el plano de falla, en cm

X : Distancia promedio desde el centro del espécimen hacia el plano de falla, medido en la dirección del paño a lo largo de la línea central de la superficie sometida a tensión,(cm).



Valores para convertir Unidades:

1 kilogramo (Kg) = 0,00980665 kilonewtons (KN)

1 kilogramo (Kg) = 0.980665 decanewtons (daN)

Tabla 29*Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín*

Denominación	Carga	Carga	Luz Libre	X	Ancho	Altura	Módulo de Rotura	
	(KN) P	(Kg) P	(cm.) L	(cm.) X	(cm.) B	(cm.) D	(kg/cm ²)	(adN/cm ²)
M - Patrón	2.93	298.50	19.96	0.00	11.59	9.52	8.51	8.34
	3.14	320.50	19.96	0.00	11.55	9.54	9.13	8.95
	2.12	216.50	19.96	0.00	11.55	9.61	6.07	5.96
	3.77	384.50	19.96	0.00	11.53	9.51	11.04	10.82
	3.42	348.50	19.96	0.00	11.64	9.56	9.82	9.63
	2.37	241.50	19.96	0.00	11.52	9.42	7.08	6.95
M-9 - Aserrín 0.5%	2.31	235.50	19.96	0.00	11.67	9.83	6.25	6.13
	4.51	460.00	19.96	0.00	11.63	9.87	12.15	11.92
	3.53	359.50	19.96	0.00	11.64	9.82	9.59	9.41
	4.07	415.00	19.96	0.00	11.62	9.73	11.30	11.08
	3.55	362.00	19.96	0.00	11.55	9.55	10.29	10.10
M-10 - Aserrín 1%	2.33	237.50	19.96	0.00	11.56	9.46	6.88	6.74
	2.50	254.50	19.96	0.00	11.57	9.50	7.31	7.17
	2.86	292.00	19.96	0.00	11.57	9.68	8.07	7.91
	2.43	248.00	19.96	0.00	11.54	9.76	6.76	6.63
	3.37	344.00	19.96	0.00	11.53	9.52	9.86	9.67
M-11 - Aserrín 1.5%	2.21	225.50	19.96	0.00	11.52	9.46	6.55	6.43
	2.51	255.50	19.96	0.00	11.53	9.56	7.26	7.12
	1.99	203.00	19.96	0.00	11.54	9.57	5.75	5.64
	3.32	338.50	19.96	0.00	11.57	9.56	9.60	9.41

R.2. Informe del Ensayo de Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
Proyecto / Obra : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 04 de marzo del 2022

INFORME DE ENSAYO

Norma : NPT 331.613:2017
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : **Método de ensayo de flexo-tracción**

DENOMINACIÓN	CARGA (Kg)	LUZ LIBRE (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	MODULO DE ROTURA	
					(Kg/cm2)	(daN/cm2)
Patrón	299	20.0	11.6	9.5	8.51	8.34
	321	20.0	11.6	9.5	9.13	8.95
	217	20.0	11.6	9.6	6.07	5.96
	385	20.0	11.5	9.5	11.04	10.82
	349	20.0	11.6	9.6	9.82	9.63
PROMEDIO					8.91	8.74

NOTA ILUSTRE:

1daN/cm2 = 1.02 Kg/cm2

OBERVACIONES :

- 1) Ensayo realizado el viernes 4 de marzo del 2022.
- 2) Muestreo e identificación realizados por el solicitante.
- 3) M-Patrón: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20%.



Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 04 de marzo del 2022

INFORME DE ENSAYO

Norma : NPT 331.613:2005
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 Ensayo : **Método de ensayo de flexo-tracción**

DENOMINACIÓN	CARGA (Kg)	LUZ LIBRE (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	MODULO DE ROTURA	
					(Kg/cm2)	(daN/cm2)
M-9 - Aserrín 0.5%	242	20.0	11.5	9.4	7.08	6.95
	236	20.0	11.7	9.8	6.25	6.13
	460	20.0	11.6	9.9	12.15	11.92
	360	20.0	11.6	9.8	9.59	9.41
	415	20.0	11.6	9.7	11.30	11.08
PROMEDIO					9.28	9.10

NOTA ILUSTRE:

1daN/cm2 = 1.02 Kg/cm2

OBERVACIONES :

- 1) Ensayo realizado el viernes 4 de marzo del 2022.
- 2) Muestreo e identificación realizados por el solicitante.
- 3) M-9: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 0.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto / Obra : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 04 de marzo del 2022

INFORME DE ENSAYO

Norma : NPT 331.613:2005
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 Ensayo : **Método de ensayo de flexo-tracción**

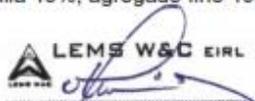
DENOMINACIÓN	CARGA (Kg)	LUZ LIBRE (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	MODULO DE ROTURA	
					(Kg/cm2)	(daN/cm2)
M-10 - Aserrín 1%	362	20.0	11.6	9.5	10.29	10.10
	238	20.0	11.6	9.5	6.88	6.74
	255	20.0	11.6	9.5	7.31	7.17
	292	20.0	11.6	9.7	8.07	7.91
	248	20.0	11.5	9.8	6.76	6.63
PROMEDIO					7.86	7.71

NOTA ILUSTRE:

1daN/cm2 = 1.02 Kg/cm2

OBERVACIONES :

- 1) Ensayo realizado el viernes 4 de marzo del 2022.
- 2) Muestreo e identificación realizados por el solicitante.
- 3) M-10: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : DELGADO SANCHEZ JOSE LUIS
 Proyecto / Obra : Tesis: "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO ASERRÍN EN MUROS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Viernes, 04 de marzo del 2022

INFORME DE ENSAYO

Norma : NPT 331.613:2005
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 Ensayo : **Método de ensayo de flexo-tracción**

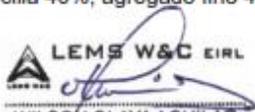
DENOMINACIÓN	CARGA (Kg)	LUZ LIBRE (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	MODULO DE ROTURA	
					(Kg/cm2)	(daN/cm2)
M-11 - Aserrín 1.5%	344	20.0	11.5	9.5	9.86	9.67
	226	20.0	11.5	9.5	6.55	6.43
	256	20.0	11.5	9.6	7.26	7.12
	203	20.0	11.5	9.6	5.75	5.64
	339	20.0	11.6	9.6	9.60	9.41
PROMEDIO					7.81	7.65

NOTA ILUSTRE:

1daN/cm2 = 1.02 Kg/cm2

OBERVACIONES :

- 1) Ensayo realizado el viernes 4 de marzo del 2022.
- 2) Muestreo e identificación realizados por el solicitante.
- 3) M-11: Arcilla 40%, agregado fino 40%, cemento 20% y aserrín 1.5%.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

5.6. Análisis de Producción

Anexo S: Análisis de Producción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

S.1. Proceso de Elaboración

Para la elaboración de esta nueva unidad de albañilería ecológica prensada, se ha utilizado la norma española como alternativa a las normas NTP, de manera que se hicieron diversas dosificaciones para de esta manera obtener la dosificación óptima que cumpla con los requisitos establecidos en las normas mencionadas para lograr ser un material adecuado para la construcción.

Se determinó que para la elaboración de esta nueva unidad de albañilería ecológica era muy importante clasificar el tamaño máximo de los materiales por la falta de cohesión que había entre ellos a la hora del mezclado y compactado.

Se determinó que al utilizar la arcilla y el agregado fino retenido en la malla N°4 no daba una buena adherencia al compactar estos materiales provocando grietas y disgregaciones importantes después de haber creado el ladrillo ecológico, por lo que se pasó al 100% por la malla N°4, comprobándose que de esta manera se obtiene una mejor compactación sin muestra de grietas ni disgregaciones importantes en la unidad de albañilería ecológica debido a la reducción de los espacios vacíos; el aserrín fue tamizado y pasado por la malla N°10 al 100% debido a que los granos retenidos en la malla N°10 (2 mm) que contienen trozos de madera muy grandes los cuales el aserrín posee a la hora de sacarlo de las máquinas del aserradero, que al entrar en contacto con el agua y secarse provocaron que en algunas partes del ecoladrillo que contenían estos trozos de madera se contrajeran y expandieran haciendo que en el ecoladrillo se produzcan grietas y disgregaciones importantes.

Se determinó que al adicionar agua a la mezcla en seco antes de iniciar en el proceso de compactación, se hace de manera cuidadosa porque no es tan exacta la

dosificación por el contenido de agua inicial que tienen los materiales, lo cual para calcular la cantidad de agua exacta se va adicionando suavemente en la mezcla y una pequeña porción de la mezcla húmeda se coloca en la mano y se le aplica una pequeña presión cerrando el puño, para luego abrirlo y se pueda visualizar las marcas de los dedos, por lo cual esa pequeña muestra compactada debe poder moldearse, y no debería agrietarse ni desintegrarse.

Figura 14

Medición del Agua antes de agregarse a la Mezcla Seca



Figura 15

Consistencia de la Mezcla Usada en la Elaboración de la Unidad de Albañilería Ecológica



Para la selección de los porcentajes del ladrillo ecológico de aserrín se utilizaron 25 dosificaciones, haciendo una variación de los materiales debido a que en la teoría no se encuentran dosificaciones fijas por lo que se hizo una variedad de combinaciones que cumplieran con los requisitos de las normas NTP 331.017, E.060 y E.050 seleccionándose finalmente 5 dosificaciones por el ensayo de resistencia a la compresión, siendo los componentes de estas nuevas unidades de albañilería ecológica, la arcilla (material que pasa por la malla N°4 al 100%), el agregado fino (afirmado que pasa por la malla N°4 al 100%), cemento y aserrín (material que pasa por la malla N°10 al 100%). Lo primero que se hizo para elegir los materiales que conformarían al ladrillo ecológico de aserrín fue extraer estos materiales de diferentes canteras comenzando con el agregado fino (afirmado) el cual fue seleccionado por medio del ensayo de compresión no confinada del suelo cohesivo siendo el agregado fino elegido el de la cantera "La Victoria"; la arcilla fue elegida por medio del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días siendo elegida la

arcilla roja el cual fue extraída de la planta trituradora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas” mostrados estos resultados en la Tabla 32 y Figura 19; para la selección del tipo de cemento se tuvo que combinar todos los elementos mencionados anteriormente incluyendo el aserrín para que por medio del ensayo de contenido de sales solubles totales en suelos y agua subterránea obteniéndose una cantidad de 0.14 porcentaje en peso de sales solubles encontradas en los agregados, de esta manera siendo una cantidad moderada por lo cual se dio elección a usar el cemento tipo MS (Pacasmayo) el cual tiene una moderada resistencia a los sulfatos y por último se utilizó el aserrín proveniente de la madera tornillo extraído del aserradero “Nuevo Amanecer”, según el RNE E.010 (Madera) establece el agrupamiento de las maderas para uso estructural siendo la madera tornillo ubicada en el grupo C anexo A; el aserrín de la madera tornillo y copaiba presentó un PH de 7.55 siendo mayor al PH neutral que es 7, el cual interpretando este resultado no afecta en la resistencia de las unidades de albañilería ecológica y pueden ser utilizadas de forma normal en obras civiles.

Figura 16

Tamizado de los Materiales por la Malla N° 4



Figura 17

Aserrín Agregado en la Mezcla Para la Creación de la Nueva Unidad de Albañilería de Aserrín



Figura 18

Muestras Creadas Para Realizar el Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 Días



Tabla 30*Dosificaciones en Volumen de los ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla*

Muestra	Materiales Usados					Dosificación						Ladrillo
	Cemento (G)	Arcilla (G)	Agregado Fino (G)	Aserrín (G)	Agua (MI)	C	Ar	Ag	As	A	A/C	
M - 1	735.59	490.40	3677.97	24.52	470.00	1	0.65	4.88	0.03	27.15 L/bl	0.64	No
M - 2	735.59	980.79	3187.57	24.52	470.00	1	1.30	4.23	0.03	27.15 L/bl	0.64	No
M - 3	490.40	1225.99	3187.57	24.52	470.00	1	2.44	6.34	0.05	40.73 L/bl	0.96	No
M - 4	980.79	1471.19	2451.98	24.52	370.00	1	1.46	2.44	0.02	16.03 L/bl	0.38	Si
M - 5	735.59	1716.39	2451.98	24.52	350.00	1	2.28	3.25	0.03	20.22 L/bl	0.48	Si
M - 6	980.79	1961.58	1961.58	24.52	350.00	1	1.95	1.95	0.02	15.17 L/bl	0.36	Si
M - 7	980.79	1471.19	2451.98	24.52	350.00	1	1.46	2.44	0.02	15.17 L/bl	0.36	No
M - 8	735.59	1716.39	2451.98	24.52	350.00	1	2.28	3.25	0.03	20.22 L/bl	0.48	No
M - 9	980.79	1961.58	1961.58	24.52	350.00	1	1.95	1.95	0.02	15.17 L/bl	0.36	Si
M - 10	980.79	1961.58	1961.58	49.04	370.00	1	1.95	1.95	0.05	16.03 L/bl	0.38	Si
M - 11	980.79	1961.58	1961.58	73.56	390.00	1	1.95	1.95	0.07	16.90 L/bl	0.40	Si
M - 12	980.79	1961.58	1961.58	98.08	410.00	1	1.95	1.95	0.10	17.77 L/bl	0.42	Si

M - 13	980.79	1961.58	1961.58	147.12	450.00	1	1.95	1.95	0.15	19.50 L/bl	0.46	Si
M - 14	980.79	1961.58	1961.58	171.64	470.00	1	1.95	1.95	0.17	20.37 L/bl	0.48	Si
M - 15	980.79	1961.58	1961.58	196.16	480.00	1	1.95	1.95	0.20	20.80 L/bl	0.49	Si
M - 16	980.79	1961.58	1961.58	245.20	490.00	1	1.95	1.95	0.24	21.23 L/bl	0.50	Si
M - 17	980.79	1716.39	2206.78	24.52	350.00	1	1.71	2.20	0.02	15.17 L/bl	0.36	No
M - 18	980.79	1961.58	1961.58	24.52	360.00	1	1.95	1.95	0.02	15.60 L/bl	0.37	Si
M - 19	980.79	1961.58	1961.58	49.04	350.00	1	1.95	1.95	0.05	15.17 L/bl	0.36	Si
M - 20	980.79	1961.58	1961.58	73.56	350.00	1	1.95	1.95	0.07	15.17 L/bl	0.36	Si
M - 21	980.79	1961.58	1961.58	98.08	360.00	1	1.95	1.95	0.10	15.60 L/bl	0.37	Si
M - 22	980.79	1961.58	1961.58	147.12	370.00	1	1.95	1.95	0.15	16.03 L/bl	0.38	Si
M - 23	980.79	1961.58	1961.58	171.64	390.00	1	1.95	1.95	0.17	16.90 L/bl	0.40	Si
M - 24	980.79	1961.58	1961.58	196.16	400.00	1	1.95	1.95	0.20	17.33 L/bl	0.41	Si
M - 25	980.79	1961.58	1961.58	245.20	410.00	1	1.95	1.95	0.24	17.77 L/bl	0.42	Si

Nota. De la Muestra 1 a la muestra 6 a la dosificación se le agrego arcilla (caolín) extraída de la cantera “El Pedregal”, de la muestra 7 a la muestra 16 a la dosificación se le agrego arcilla roja extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”, de la muestra 17 a la muestra 25 a la dosificación se le agrego arcilla amarilla extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”.

Tabla 31*Dosificaciones en Porcentaje de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla*

Muestra	Materiales Usados					Porcentaje					Ladrillo
	Cemento (g)	Arcilla (g)	Agregado Fino (g)	Aserrín (g)	Agua (ml)	Cemento (%)	Arcilla (%)	Agregado Fino (%)	Aserrín (%)	Agua (%)	
M - 1	735.59	490.40	3677.97	24.52	470.00	15.00	10.00	75.00	0.50	9.58	No
M - 2	735.59	980.79	3187.57	24.52	470.00	15.00	20.00	65.00	0.50	9.58	No
M - 3	490.40	1225.99	3187.57	24.52	470.00	10.00	25.00	65.00	0.50	9.58	No
M - 4	980.79	1471.19	2451.98	24.52	370.00	20.00	30.00	50.00	0.50	7.54	Si
M - 5	735.59	1716.39	2451.98	24.52	350.00	15.00	35.00	50.00	0.50	7.14	Si
M - 6	980.79	1961.58	1961.58	24.52	350.00	20.00	40.00	40.00	0.50	7.14	Si
M - 7	980.79	1471.19	2451.98	24.52	350.00	20.00	30.00	50.00	0.50	7.14	No
M - 8	735.59	1716.39	2451.98	24.52	350.00	15.00	35.00	50.00	0.50	7.14	No
M - 9	980.79	1961.58	1961.58	24.52	350.00	20.00	40.00	40.00	0.50	7.14	Si
M - 10	980.79	1961.58	1961.58	49.04	370.00	20.00	40.00	40.00	1.00	7.54	Si
M - 11	980.79	1961.58	1961.58	73.56	390.00	20.00	40.00	40.00	1.50	7.95	Si
M - 12	980.79	1961.58	1961.58	98.08	410.00	20.00	40.00	40.00	2.00	8.36	Si

M - 13	980.79	1961.58	1961.58	147.12	450.00	20.00	40.00	40.00	3.00	9.18	Si
M - 14	980.79	1961.58	1961.58	171.64	470.00	20.00	40.00	40.00	3.50	9.58	Si
M - 15	980.79	1961.58	1961.58	196.16	480.00	20.00	40.00	40.00	4.00	9.79	Si
M - 16	980.79	1961.58	1961.58	245.20	490.00	20.00	40.00	40.00	5.00	9.99	Si
M - 17	980.79	1716.39	2206.78	24.52	350.00	20.00	35.00	45.00	0.50	7.14	No
M - 18	980.79	1961.58	1961.58	24.52	360.00	20.00	40.00	40.00	0.50	7.34	Si
M - 19	980.79	1961.58	1961.58	49.04	350.00	20.00	40.00	40.00	1.00	7.14	Si
M - 20	980.79	1961.58	1961.58	73.56	350.00	20.00	40.00	40.00	1.50	7.14	Si
M - 21	980.79	1961.58	1961.58	98.08	360.00	20.00	40.00	40.00	2.00	7.34	Si
M - 22	980.79	1961.58	1961.58	147.12	370.00	20.00	40.00	40.00	3.00	7.54	Si
M - 23	980.79	1961.58	1961.58	171.64	390.00	20.00	40.00	40.00	3.50	7.95	Si
M - 24	980.79	1961.58	1961.58	196.16	400.00	20.00	40.00	40.00	4.00	8.16	Si
M - 25	980.79	1961.58	1961.58	245.20	410.00	20.00	40.00	40.00	5.00	8.36	Si

Nota. De la Muestra 1 a la muestra 6 a la dosificación se le agrego arcilla (caolín) extraída de la cantera “El Pedregal”, de la muestra 7 a la muestra 16 a la dosificación se le agrego arcilla roja extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”, de la muestra 17 a la muestra 25 a la dosificación se le agrego arcilla amarilla extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”.

Tabla 32*Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla*

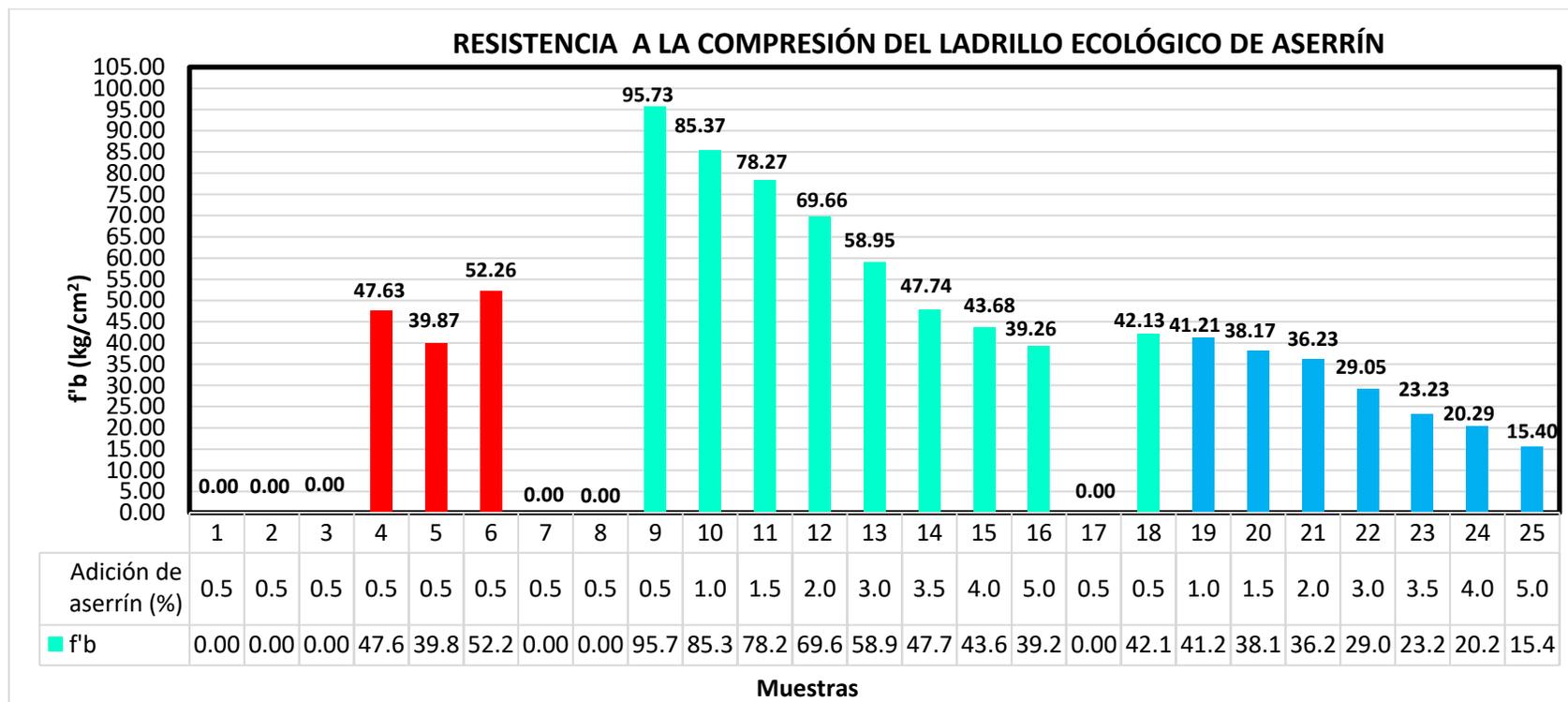
Identificación	Área 1 (mm ²)	Área 2 (mm ²)	Área Prom. (mm ²)	Carga (P) (kN)	Carga (P) (N)	f'b (MPa)	f'b (kg/cm ²)
M-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
M-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
M-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
M-4	12916.32	12965.49	12940.90	60.43	60425	4.67	47.63
M-5	12990.55	13039.95	13015.25	50.88	50880	3.91	39.87
M-6	12949.72	13055.80	13002.76	66.62	66620	5.12	52.26
M-7	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
M-8	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
M-9	12913.43	12921.56	12917.50	121.23	121230	9.38	95.73
M-10	13000.89	12998.00	12999.44	108.81	108805	8.37	85.37
M-11	12948.62	12965.49	12957.05	99.42	99420	7.67	78.27
M-12	12960.38	12900.77	12930.58	88.31	88310	6.83	69.66
M-13	13077.13	13046.16	13061.64	75.49	75490	5.78	58.95

M-14	13049.06	13067.33	13058.20	61.12	61120	4.68	47.74
M-15	13024.70	13055.26	13039.98	55.84	55840	4.28	43.68
M-16	13026.22	13046.55	13036.39	50.18	50180	3.85	39.26
M-17	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
M-18	12945.60	12942.86	12944.23	53.47	53470	4.13	42.13
M-19	12945.87	12972.00	12958.94	52.36	52355	4.04	41.21
M-20	13048.48	13028.90	13038.69	48.79	48790	3.74	38.17
M-21	12871.38	12880.00	12875.69	45.74	45735	3.55	36.23
M-22	12925.87	12945.60	12935.73	36.84	36840	2.85	29.05
M-23	12908.32	12954.51	12931.41	29.45	29450	2.28	23.23
M-24	12959.70	12954.51	12957.10	25.78	25780	1.99	20.29
M-25	12933.60	12962.74	12948.17	19.55	19550	1.51	15.40

Nota. El ensayo de resistencia a la compresión mostrado en la Tabla 32 se realizó a los 28 días de creada la muestra, de la Muestra 1 a la muestra 6 a la dosificación se le agrego arcilla (caolín) extraída de la cantera “El Pedregal”, de la muestra 7 a la muestra 16 a la dosificación se le agrego arcilla roja extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”, de la muestra 17 a la muestra 25 a la dosificación se le agrego arcilla amarilla extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”.

Figura 19

Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín con Diferente Tipo de Arcilla



Nota. El ensayo de resistencia a la compresión mostrado en la gráfica de la Figura 21 se realizó a los 28 días de creada la muestra, de la Muestra 1 a la muestra 6 a la dosificación se le agrego arcilla (caolín) extraída de la cantera “El Pedregal”, de la muestra 7 a la muestra 16 a la dosificación se le agrego arcilla roja extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”, de la muestra 17 a la muestra 25 a la dosificación se le agrego arcilla amarilla extraída de la planta chancadora “La Paz 20” de la cantera “Tres Tomas”.

Para la fabricación de los ladrillos ecológicos de aserrín, se creó una prensa hidráulica manual la cual aplica una carga aproximada de 1400 kg a 1800 kg y esto se da dependiendo del operario.

Figura 20

Carga Aplicada de la Prensa al Molde Para la Creación del Ladrillo Ecológico de Aserrín



Para la fabricación del molde y las dimensiones seleccionadas se tuvo como referencia a las dimensiones del ladrillo pandereta siendo este el más utilizado en

muros no portantes (muros de tabiquería o divisorios) establecidas en la NTP 331.017 y siendo esta unidad de albañilería sólida.

En el almacenamiento de las unidades de albañilería ecológica se determinó que estas presentan un mejor comportamiento en superficies que se encuentran bien niveladas, evitando de esta manera alabeos, variaciones de dimensiones.

S.2. Ensayos Realizados

Para el tema del curado según la teoría y antecedentes estas unidades de albañilería fueron curadas durante 7 días presentándose una moderada absorción por los materiales que lo componen y de esta manera las pérdidas de peso dependían mucho del clima y la estación del año, siendo la estación presente de verano, la cual se daba una pérdida de peso promedio del 4% del peso inicial hasta el día 23.

Figura 21

Curado de las Unidades de Albañilería Ecológica de Aserrín



Figura 22

Anotación del Peso del Ladrillo Ecológico de Aserrín



Figura 23

Peso del Ladrillo Ecológico de Aserrín



Nota. El peso del ladrillo ecológico de aserrín mostrado en la gráfica de la Figura 25 es el peso de la muestra experimental óptima (M-9 – Aserrín 0.5%), fue fraguado 7 días y siendo su peso tomado hasta el día 28.

S.2.1. Propiedades Físicas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Para el ensayo de densidad según la norma española para un bloque de tierra comprimida la densidad está comprendida entre 1.7 a 2 g/cm³ siendo la densidad de la muestra patrón promedio del ladrillo ecológico de aserrín de 1.85 g/cm³ mientras que la densidad promedio de la muestra experimental es de 1.86 g/cm³ siendo estos valores aceptables cumpliendo con los requisitos.

Para el ensayo de medida del tamaño (variación de dimensiones) según la norma española para un bloque de tierra comprimida establece que la variación de dimensión máxima es 2 mm, siendo la variación de dimensión promedio del ladrillo ecológico de aserrín de la muestra patrón en largo de 0.352 mm, en ancho de -0.382 y en alto de 0.782 mm, mientras que en la muestra experimental óptima en largo de 0.527 mm, en ancho de -0.415 mm y en alto de -0.728 mm; siendo estos valores aceptables cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma española.

Para el ensayo de alabeo según la según la según la norma española para un bloque de tierra comprimida establece que el alabeo está comprendido entre 2 a 2.5 mm, siendo el alabeo promedio de la muestra patrón del ladrillo ecológico de aserrín de 2.19 mm y para la muestra experimental óptima presenta un alabeo promedio de 2.14 mm, siendo estos valores aceptables con los requisitos establecidos en la norma española

Para el ensayo de succión según la norma española para un bloque de tierra comprimida establece la succión está comprendido entre 20 a 40 g/200cm²/min; la succión promedio de la muestra patrón del ladrillo ecológico de aserrín es de 80.64 g/cm²/min, mientras que para la muestra experimental óptima presenta una succión promedio de 91.39 g/200cm²/min, siendo mayor a los valores de la norma española.

Para el ensayo de absorción según la norma española para un bloque de tierra comprimida establece la succión está comprendido entre 10 a 20%; la absorción

promedio de la muestra patrón del ladrillo ecológico de aserrín es de 10.96%, mientras que para la muestra experimental óptima presenta una absorción promedio de 11.69%, siendo estos valores aceptables con los requisitos establecidos en la norma española.

S.2.2. Propiedades Mecánicas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Para el ensayo de resistencia a la compresión se observa en tablas y gráficas el comportamiento que tienen los ladrillos ecológicos de aserrín con sus diversos porcentajes, alcanzando la muestra patrón una resistencia a la compresión promedio de 96.38 kg/cm², la muestra experimental óptima (M-9 – Aserrín 0.5%) presento una resistencia a la compresión promedio de 97.72 kg/cm², la muestra M – 10 (aserrín 1%) alcanzo una resistencia a la compresión promedio de 86.39 kg/cm², la muestra M-11 (aserrín 1.5%) presento una resistencia a la compresión promedio de 79.12 kg/cm², y la muestra M-12 (aserrín 2%) se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 72.43 kg/cm²; y la muestra M-13 (aserrín 3%) presento una resistencia a la compresión promedio de 61.11 kg/cm², según la norma española todos los valores mencionados de las unidades de albañilería ecológica son aceptables debido a que la norma española establece que la resistencia mínima de los bloques de tierra comprimida estabilizados es 20 kg/cm².

Para el ensayo de resistencia a la compresión en prismas de albañilería, de los resultados obtenidos en la muestra patrón de los ladrillos ecológicos de aserrín se obtuvo una resistencia a la compresión en prismas promedio de 67.89 kg/cm² y para la muestra experimental óptima se obtuvo 69.11 kg/cm², según la norma española todos los valores mencionados de resistencia en compresión de prismas de las unidades de albañilería ecológica son aceptables debido a que la norma establece que la resistencia mínima de los bloques de tierra comprimida estabilizados es 10 kg/cm².

Para el ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería, de los resultados obtenidos en la muestra patrón de los ladrillos ecológicos de aserrín se obtuvo una resistencia de compresión diagonal en muretes promedio de 5.38 kg/cm² y para la muestra experimental óptima se obtuvo una resistencia promedio de 5.40 kg/cm², según la norma española todos los valores mencionados de resistencia a la compresión diagonal en muretes de las unidades de albañilería ecológica son aceptables debido a que la norma establece que la resistencia mínima de los bloques de tierra comprimida estabilizados es 1 kg/cm². Para el mortero a utilizar en estos muretes mortero se tuvo como referencia la norma de adobe del RNE E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) el cual establece utilizar los mismos materiales y porcentajes con los cuales fueron creados los adobes en este caso fue los materiales y porcentajes que se usaron para crear las unidades de albañilería ecológica de aserrín.

5.7. Panel Fotográfico

Anexo T: Panel Fotográfico

T.1. Ensayos de los Agregados y el Aserrín

Figura 24

Extracción del agregado Fino de la Cantera Tres Tomas - Ferreñafe



Figura 25

Extracción de Arcilla de la Cantera Tres Tomas - Ferreñafe



Figura 26

Extracción de Aserrín del Aserradero Nuevo Amanecer - José Leonardo Ortiz



Figura 27

Ensayo de Granulometría del Agregado Fino, Arcilla y Aserrín



Figura 28

Ensayo de Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico



Figura 29

Ensayo de Contenido de Sales Solubles



Figura 30

Ensayo de Compactación de Proctor Modificado



Figura 31

Ensayo Para la Resistencia a la Compresión no Confinada del Suelo Cohesivo



Figura 32

Ensayo del pH del Aserrín



Figura 33

Ensayo de Densidad del Aserrín



T.2. Propiedades Físicas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín

Figura 34

Ensayo de Densidad de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 35

Ensayo de Medida del Tamaño (Variación Dimensional) de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 36

Ensayo de Alabeo de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 37

Ensayo de Succión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 38

Ensayo de Absorción de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



T.3. Propiedades Mecánicas de los Ladrillos Ecológicos

Figura 39

Ensayo de Resistencia a la Compresión de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 40

Ensayo de Resistencia en Compresión de Prismas de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 41

Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



Figura 42

Ensayo de Módulo de Rotura de los Ladrillos Ecológicos de Aserrín



5.8. Clasificación del Ladrillo Ecológico de Aserrín

Anexo U: Clasificación del Ladrillo Ecológico de Aserrín

Tabla 33

Clasificación del Ladrillo Ecológico de Aserrín

Características de la Unidad			Según Norma Española	Según RNE E.070	Según NTP 331.017	Según NTP 399.613
Fabricación	Prensado Hidráulico Manual		-	-	-	-
Tipo	Ladrillo Sólido con Adición de Aserrín		-	-	Pandereta	-
Dimensiones	Largo Promedio	22.45 cm	29 cm	-	22.5 cm	-
	Ancho Promedio	11.54 cm	14 cm	-	11.5 cm	-
	Altura Promedio	9.54 cm	9.5 cm	-	9.5 cm	-
Variación Dimensional	Largo Promedio	0.23%	MÁX. ± 2	MÁX. ± 5	MÁX. ± 5	-
	Ancho Promedio	-0.36%		MÁX. ± 4	MÁX. ± 4	-
	Altura Promedio	-0.39%		MÁX. ± 3	MÁX. ± 3	-
Dispersión de Resultados	Largo Promedio	0.22%	-	MÁXIMO 40%	-	-
	Ancho Promedio	0.23%	-			-
	Altura Promedio	0.77%	-			-
Alabeo	Pomedio	2.14 mm	2 a 5 mm	MÁX. 6 mm	MÁX. 6 mm	-
Resistencia a la Compresión	Promedio	97.72 kg/cm ²	20 a 70 kg/cm ²	95 kg/cm ²	Mín. 95 kg/cm ²	-
Tipo de Unidad	-		-	-	-	-
Absorción	Promedio	11.69%	10 a 20%	Máx. 22%	Máx. 25%	-
Succión	Promedio	91.39 g/200cm ² /min	Entre 20 a 40 g/200cm ² /min	Entre 10 a 20 g/200cm ² /min	Promedio 53 g/200cm ² /min	-
Densidad	Promedio	1.86 g/cm ³	1.7 a 2 g/cm ³	-	Mín. 1.60 g/cm ³	-
Módulo de Rotura	Promedio	9.10 daN/cm ²	5 a 10 daN/cm ²	-	Mín. 8 daN/cm ²	-

Nota. En la Tabla 33, se hizo la clasificación a la muestra experimental óptima M-9 (Aserrín 0.5%).

5.9. Matriz de Consistencia

Anexo V: Matriz de Consistencia

Tabla 34

Matriz de Consistencia

Título	Problema	Hipótesis	Objetivos	Tipo y Diseño de muestra	Técnicas e Instrumentos	Presupuesto
Propiedades Físico-Mecánicas de los Ladrillos Ecológicos Adicionando Aserrín en Muros no Estructurales, Chiclayo, Lambayeque 2020	Se produce un gran impacto ambiental negativo, problemas visuales y respiratorios al ser humano producto de residuos de madera provocados por los aserraderos y los residuos domiciliarios y no domiciliarios en la ciudad de Chiclayo.	La adición de aserrín en los ladrillos ecológicos influirá positivamente en sus propiedades físico-mecánicas para la construcción de muros no estructurales en la región Lambayeque.	Objetivo General Determinar las propiedades físico-mecánicas de ladrillos ecológicos con adición de aserrín para emplearlo como material alternativo en muros no estructurales.	Tipo de investigación	Se utilizarán fichas de ensayo.	S/. 4,801.35
				Experimental		
				Diseño de la investigación		
				Cuantitativa		
	Formulación del problema	Justificación	Objetivo Específico	Variables	Metodo de Análisis	Financiamiento
	¿Cómo influye el aserrín en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos en muros no estructurales?	1. Lambayeque produce diariamente 1055 tn de residuos sólidos, por lo que Chiclayo es uno de los distritos más afectados con un promedio de 455.63 tn. 2. Brindar información valiosa a las fábricas productoras de ladrillos ecológicos los cuales no tienen el proceso de cocción y de esta manera disminuyen la contaminación ambiental que se produce en la ciudad de Chiclayo. 3. Disminuir el valor del ladrillo usando aserrín para el cual tengan accesibilidad de comprar las personas de bajos recursos económicos y puedan hacer realidad de construir sus viviendas con este nuevo material de construcción	1. Evaluar las características físicas del aserrín y del material extraído de cantera para la elaboración de la unidad de albañilería de aserrín. 2. Elaborar los ladrillos ecológicos según la norma española como alternativa a las normas NTP. 3. Evaluar las propiedades físicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando aserrín. 4. Evaluar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería ecológica adicionando el aserrín. 5. Estimar los costos y beneficios de producción de las unidades de albañilería ecológica con adición de aserrín.	Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos Variable independiente: Adiciones de aserrín en muros no estructurales	Observación, revisión documentaria y fichas de laboratorio.	El financiamiento para el proyecto será a través de recursos propios del investigador.
				Población y Muestra		
				Población : Son los ensayos realizados en albañilería en el laboratorio desde octubre del 2021 hasta marzo del 2022. Muestra: Se tiene un total de 421 ladrillos ecológicos fabricados como muestra.	La presente investigación, se basa en la honestidad, fiabilidad, así como la integridad, dichos valores regirán durante todo el proceso de la elaboración de la presente investigación.	La realización de la investigación de los ladrillos ecológicos de aserrín se realizará en 2 etapas; la primera la cual comprende la etapa de investigación en un tiempo de 4 meses y la segunda es la etapa de desarrollo con un tiempo de 6 meses