



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS ECOLÓGICOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII”, CAJAMARCA 2021.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Deisy Magali Mori Gil

Asesor:

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios,
por darme vida, fuerza y esperanza para luchar
y poder obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres que, con sus consejos, paciencia, amor,
ejemplo y, sobre todo, el esfuerzo con el que siempre
han guiado mi camino impulsando cada paso que doy,
ya que gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí
y convertirme en lo que hoy soy.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios,
quien con su bendición día a día llena siempre mi vida
y a mis padres por estar siempre presentes en ella.

De igual manera mis agradecimientos,
a mis docentes por infundir bases teóricas necesarias
para mi desarrollo como futuro profesional.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento
al Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen, principal colaborador
durante todo este proceso quien, con su conocimiento,
y colaboración permitió el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema.....	36
1.3. Objetivos.....	36
1.3.1. Objetivo general.....	36
1.3.2. Objetivos específicos.....	36
1.4. Hipótesis.....	36
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	37
2.1. Tipo de investigación.....	37
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	37
2.2.1. Población.....	37
2.2.2. Muestra.....	37
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	39
2.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	39
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	40
2.3.3. Técnicas de análisis de datos.....	41
2.3.4. Instrumentos de análisis de datos.....	41
2.4. Procedimiento.....	42
A. Recolección de material.....	42
B. Requisitos Generales para la elaboración las unidades elaboradas con residuos de construcción: .	46
C. Elaboración de las unidades hechas con residuos de construcción y adición de <i>Synadenium Grantii</i> , en la máquina CINVA RAM.	55
D. Ensayos para determinar las propiedades físicas de la unidad Patrón.....	60
2.5. Aspectos éticos.....	66
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	67

3.1 Resultados de los ensayos para la clasificación de los residuos de construcción.....	67
3.1.1 Ensayo de Análisis granulométrico del material preparado de residuos de construcción por el Método del Sifonaje. ASTM D421.....	67
3.1.1 Ensayo de Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado del material preparado de residuos de construcción. ASTM D421.....	68
3.1.2 Ensayo de contenido de humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP 339.127.	69
3.1.3 Ensayo de Límites de Consistencia – NTP E 339.130 – MTCNTP E111/ASTM D4318.....	69
3.1.4 Clasificación del suelo.	70
3.1.5 Ensayo de Compactación de Proctor modificado - ASTM D-1557.	71
3.2 Ensayos clasificatorios de las unidades de la muestra patrón.....	72
3.2.1 Variación Dimensional.....	72
3.2.2 Alabeo.....	72
3.2.3 Absorción.	73
3.2.4 Succión.....	73
3.2.5 Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.	73
3.3 Ensayos clasificatorios de las unidades elaboradas con residuos de construcción.....	74
3.3.1 Sin adición de Synadenium Grantii.	74
3.3.2 Con adición de Synadenium Grantii.	78
3.3.3 Análisis estadístico de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.	83
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
4.1 Discusión.....	87
4.1.1. Limitaciones	87
4.1.2.Comparación.....	87
4.2 Implicancia	90
4.3 Conclusiones.....	90
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS.....	101
ANEXO N° 1. Panel Fotográfico.....	101
ANEXO N° 2. Protocolos de laboratorio.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características generales de la unidad de albañilería.....	28
Tabla 2 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.	29
Tabla 3 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales	32
Tabla 4 N° de muestras para cada ensayo según Norma E.070 – “Albañilería” (2006) - RNE.....	37
Tabla 5 N° total de muestras a elaborar.....	38
Tabla 6 N° total de muestras patrón.	38
Tabla 7 N° de muestras para el ensayo de resistencia a compresión, según Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE.....	38
Tabla 8 Zonas especiales donde se debe ubicar el valor de los Límites de Atterberg de un suelo a utilizar en la construcción con tierra.....	46
Tabla 9 Cantidad en Kg para la elaboración de la unidad de albañilería.....	57
Tabla 10 Cálculo del Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Sifonaje.	67
Tabla 11 Cálculo del análisis granulométrico mediante tamizado por Lavado del material.	68
Tabla 12 Porcentajes de contenido de humedad del material.....	69
Tabla 13 Resultados de Límites de consistencia del material sin <i>Synadenium Grantii</i>	69
Tabla 14 Resultados de Límites de consistencia del material más adición de <i>Synadenium Grantii</i>	71
Tabla 15 Cálculo del ensayo de Proctor modificado para el material	71
Tabla 16 Cálculo del ensayo de Proctor modificado para el material + 10% de <i>Synadenium Grantii</i>	71
Tabla 17 Cálculo de variación dimensional de la unidad – Patrón.....	72
Tabla 18 Resultado de las medidas de alabeo de la unidad – Patrón.....	72
Tabla 19 Resultado de la absorción de la unidad – Patrón.....	73
Tabla 20 Resultado de la succión de la unidad – Patrón.....	73
Tabla 21 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad – Patrón.....	73
Tabla 22 Cálculo de variación dimensional de la unidad – Residuos de construcción.....	74
Tabla 23 Resultado de ensayo de Alabeo de la unidad – Residuos de construcción.....	74
Tabla 24 Resultado de ensayo de Absorción de la unidad – Residuos de construcción.....	75
Tabla 25 Resultado de ensayo de Succión de la unidad – Residuos de construcción.....	75
Tabla 26 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 7 días– Residuos de construcción.....	76
Tabla 27 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 14 días – Residuos de construcción....	76
Tabla 28 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 28 días – Residuos de construcción....	77
Tabla 29 Cálculo del ensayo de variación dimensional de la unidad + <i>Synadenium Grantii</i>	78
Tabla 30 Cálculo del Ensayo de Alabeo de la unidad + <i>Synadenium Grantii</i>	78
Tabla 31 Resultado del ensayo de Absorción de la unidad + <i>Synadenium Grantii</i>	79
Tabla 32 Resultado del Ensayo de Succión de la unidad + <i>Synadenium Grantii</i>	79
Tabla 33 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 7 días + <i>Synadenium Grantii</i>	80
Tabla 34 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 14 días + <i>Synadenium Grantii</i>	80
Tabla 35 Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 28 días + <i>Synadenium Grantii</i>	81

Tabla 36 Resumen de los ensayos elaborados a las unidades según la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE.	83
Tabla 37 Análisis de la varianza de resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.	83
Tabla 38 Medias de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción adición de Synadenium Grantii.	84
Tabla 39 Diferencia significativa de los promedios de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.	84
Tabla 40 Resumen de la información de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resultados de comparación de la tesis “Propiedades físico-mecánicas de ladrillos de concreto-Cutervo”.....	27
Figura 2: Unidades de Albañilería.....	28
Figura 3: <i>Synadenium Grantii</i> (Actualmente según The Plant List: <i>Euphorbia umbellata</i>).....	35
Figura 4: clasificación de los residuos de construcción y demolición.....	39
Figura 5: Ubicación de los lugares donde se obtuvo el material.....	42
Figura 6: Zona “A y B” para la recolección de las unidades de residuos de construcción.....	43
Figura 7: Zona “C” desmonte de residuos de construcción.....	43
Figura 8: Plano de Ubicación de las zonas de evaluación.....	44
Figura 9: Almacenamiento de los residuos de construcción recolectados.....	45
Figura 10: Demolición de los residuos de construcción.....	45
Figura 11: <i>Synadenium Grantii</i> en C.P. Santa Bárbara.....	45
Figura 12: Ubicación de donde se obtuvo <i>Synadenium Grantii</i>	46
Figura 13: Procedimiento del Ensayo por Sifonaje.....	48
Figura 14: Procedimiento del Ensayo de Granulometría mediante el Método de Tamizado por Lavado.....	49
Figura 15: Procedimiento del Ensayo de Contenido de Humedad.....	50
Figura 16: Procedimiento del Ensayo de Límites de Plasticidad.....	53
Figura 17: Procedimiento del Ensayo de Proctor Modificado.....	54
Figura 18: Máquina CINVA RAM de la Universidad Privada del Norte.....	55
Figura 19: Material tamizado por una malla simple de (5x5)mm.....	56
Figura 20: Mezclado de los materiales.....	57
Figura 21: Molde de la Cinva Ram más el sólido adicionado.....	58
Figura 22: Mezcla depositada en la máquina Cinva Ram.....	58
Figura 23: Compresión del material en la máquina Cinva Ram.....	58
Figura 24: Desmoldamiento de la unidad en la máquina Cinva Ram.....	59
Figura 25: Preparación de <i>Synadenium Grantii</i>	59
Figura 26: Unidad de albañilería elaborada con la máquina Cinva Ram.....	60
Figura 27: Unidades de albañilería elaboradas con la máquina Cinva Ram.....	60
Figura 28: Medición de la Variación Dimensional de las unidades.....	61
Figura 29: Medición del Alabeo en la unidad de albañilería (Cóncavo).....	62
Figura 30: Medición del Alabeo en la unidad de albañilería (Convexo).....	62
Figura 31: Medición del Alabeo en la unidad.....	62
Figura 32: Realizando el Ensayo de Absorción.....	63
Figura 33: Realizando el Ensayo de Succión de la unidad.....	64
Figura 34: Resistencia a la compresión de la unidad en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.....	65
Figura 35: Análisis granulométrico mediante método de sifonaje.....	67
Figura 36: Análisis Granulométrico por Lavado.....	68

Figura 37: Determinación del límite líquido.....	69
Figura 38: Ábaco de Casagrande del material sin <i>Synadenium Grantii</i>	70
Figura 39: Clasificación del material sin <i>Synadenium Grantii</i> (AAHSTO)	70
Figura 40: Determinación del límite líquido con adición de <i>Synadenium Grantii</i>	71
Figura 41: Comparación de la resistencia a compresión de las unidades sin adición de <i>Synadenium Grantii</i> a los 7, 14 y 28 días de curado.....	77
Figura 42: Comparación de la resistencia a compresión de las unidades sin adición de <i>Synadenium Grantii</i> a los 7, 14 y 28 días de curado.....	81
Figura 43: Resumen y comparación de la resistencia a compresión de las unidades con y sin adición de <i>Synadenium Grantii</i> a los 7, 14 y 28 días de curado.	82
Figura 44: Gráfica de intervalos para la resistencia a la compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de <i>Synadenium Grantii</i>	85
Figura 45: Gráfica de valores individuales de la resistencia a la compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de <i>Synadenium Grantii</i>	86
Figura 46: Gráficas de caja de resistencia a la compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de <i>Synadenium Grantii</i>	86
Figura 47: Realizando la demolición de los residuos de construcción.	102
Figura 48: Realizando el licuado de las hojas de <i>Synadenium Grantii</i>	102
Figura 49: Realizando el ensayo análisis granulométrico por el método de Sifonaje.....	102
Figura 50: Realizando la adición de <i>Synadenium Grantii</i>	103
Figura 51: Desarrollo del ensayo de Plasticidad.....	103
Figura 52: Desarrollo del ensayo de Proctor Modificado	103
Figura 53: Muestra compactada en el Ensayo de Proctor Modificado	104
Figura 54: Muestra de <i>Synadenium Grantii</i>	104
Figura 55: Mezcla adecuada para la elaboración de las unidades.....	104
Figura 56: Colocación de la muestra en la máquina Cinva Ram	105
Figura 57: Compactación, enrase y desmoldamiento de la unidad.....	105
Figura 58: Unidades elaboradas con la máquina Cinva Ram.	105
Figura 59: Parte de las muestras elaboradas con la máquina Cinva Ram	106
Figura 60: Asesor Ing. Tulio Guillén Sheen.....	106
Figura 61: Ladrillera del centro poblado Santa Bárbara. (Muestras patrón).....	106
Figura 62: Ensayos de las unidades de arcilla (patrón). Según la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE	107
Figura 63: Ensayo de variación dimensional de la unidad elaborada de residuos de construcción.	107
Figura 64: Ensayo de alabeo de la unidad elaborada de residuos de construcción.	107
Figura 65: Ensayo de Absorción de la unidad elaborada de residuos de construcción.	108
Figura 66: Ensayo de Succión de la unidad elaborada de residuos de construcción.....	108
Figura 67: Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad, elaborada de residuos de construcción a los 7 días de curado.	108

Figura 68: Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad, elaborada de residuos de construcción a los 14 días de curado.	109
Figura 69: Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad, elaborada de residuos de construcción a los 28 días de curado.	109
Figura 70: Protocolo de Ensayo de Análisis granulométrico por el método del sifonaje. ASTM-D421. ...	110
Figura 71: Protocolo de Ensayo de Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado. ASTM D421.	111
Figura 72: Protocolo de Ensayo de contenido de humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP 339.127....	112
Figura 73: Protocolo de Ensayo de Limites de Plasticidad – NTP E 339.130 – MTCNTP E111/ASTM D4318.	113
Figura 74: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 0% de cemento - ASTM D-1557.....	114
Figura 75: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 5% de cemento - ASTM D-1557.....	115
Figura 76: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 8% de cemento - ASTM D-1557.....	116
Figura 77: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 10% de cemento - ASTM D-1557.....	117
Figura 78: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 0% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.	118
Figura 79: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 5% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.	119
Figura 80: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 8% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.	120
Figura 81: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 10% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.....	121
Figura 82: Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional (unidades patrón).	122
Figura 83: Protocolo de Ensayo de Alabeo (unidades patrón).....	123
Figura 84: Protocolo de Ensayo de Absorción (unidades patrón).....	124
Figura 85: Protocolo de Ensayo de Succión (unidades patrón).	125
Figura 86: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (unidades patrón).	126
Figura 87: Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional de la unidad de residuos de construcción.	127
Figura 88: Protocolo de Ensayo de Alabeo de la unidad de residuos de construcción.	128
Figura 89: Protocolo de Ensayo de Absorción de la unidad de residuos de construcción.	129
Figura 90: Protocolo de Ensayo de Succión de la unidad de residuos de construcción.	130
Figura 91: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción a los 7 días de curado.	131
Figura 92: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción a los 14 días de curado.	132
Figura 93: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción a los 28 días de curado.	133
Figura 94: Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional de la unidad de residuos de construcción + adición de Synadenium Grantii.	134

Figura 95: Protocolo de Ensayo de Alabeo de la unidad de residuos de construcción + adición de Synadenium Grantii.....	135
Figura 96: Protocolo de Ensayo de Absorción de la unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii.....	136
Figura 97: Protocolo de Ensayo de Succión de la unidad de residuos de construcción+ adición de 10% de Synadenium Grantii.....	137
Figura 98: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii a los 7 días de curado.	138
Figura 99: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii a los 14 días de curado.	139
Figura 100: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii a los 28 días de curado...	140

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Peso de la arcilla.....	48
Ecuación 2: Cálculo de la Granulometría.....	49
Ecuación 3: Largo promedio.	60
Ecuación 4: Porcentaje de Variación del largo.....	60
Ecuación 5: Ancho promedio.	60
Ecuación 6: Porcentaje de Variación del ancho.	60
Ecuación 7: Alto promedio.....	61
Ecuación 8: Porcentaje de Variación del alto.	61
Ecuación 9: Absorción (Kg/m ³).....	63
Ecuación 10: Absorción (%)	63
Ecuación 11: Succión	64
Ecuación 12: Resistencia unitaria a compresión Kg/cm ²	65
Ecuación 13: Área bruta de la unidad.....	65

RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar la resistencia a compresión de las unidades de albañilería utilizando residuos de construcción y adición de *Synadenium Grantii*, recolectando el material de residuos de construcción en de Urb. La Molina, además de la planta *Synadenium Grantii*, para lo cual tuvo se desarrolló mediante dos fases. La primera que consistió en la demolición de estos residuos además del análisis del material previo a la elaboración de las unidades y obtener el diseño de mezcla óptimo. La segunda fase consistió en el análisis de las unidades elaboradas artesanalmente a través de la máquina CINVA RAM proporcionada por la Universidad Privada del Norte, utilizando los residuos de construcción con y sin adición de un 10% de *Synadenium Grantii*, dando un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días, obteniendo como resultados de la resistencia a compresión de las unidades sin adición de 41.063kg/cm², 45.005kg/cm², 47.025kg/cm² respectivamente y las unidades elaboradas con adición de *Synadenium Grantii* alcanzaron una resistencia de 40.218kg/cm², 41.072kg/cm², 43.639kg/cm² para 7,15 y 28 días de curado, lo cual no cumple con la hipótesis, dado que la adición disminuye la resistencia de las unidades, sin embargo se determina que, son aptos para ser empleados bajo exigencias mínimas en viviendas de 1 o 2 pisos.

Palabras clave: Ladrillos ecológicos, Materiales ecológicos, Residuos en la construcción, Eco-ladrillos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad uno de los problemas con mayor demanda en la humanidad es el calentamiento global ya que cada día la población está creciendo apresuradamente y a su vez la contaminación ambiental, por ende el sector de la construcción se enfrenta a la problemática de la sostenibilidad buscando reducir el impacto medioambiental que son provocados por la producción de materiales para la edificación, es ahí donde se desarrolla la investigación de incorporar una conciencia ecológica en donde la construcción de ladrillos ecológicos son capaces de resistir satisfactoriamente en ensayos de compresión, respondiendo a criterios ecológicos ya que en el proceso de industrialización y fabricación de materiales producen la acumulación de basura formada por plásticos, papel, metal, etc.

La fabricación de ladrillos posee una serie de procesos estandarizados a nivel global, que van desde la selección del material hasta el proceso de empaclado. La materia prima, principalmente, utilizada para este proceso es la arcilla, cuya composición mayoritaria es de sílice, alúmina, agua, alcalinos como óxidos de hierro, calcio, magnesio. El proceso de cocción de este elemento constituye un problema ecológico en muchas ciudades, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, tales como el CO₂, SO₂ y NO₂, por ello es necesario disminuir simultáneamente la emisión de estos gases contaminantes por todos los problemas medio ambientales que ocasionan el calentamiento global como, lluvias ácidas, smog fotoquímico, etc.

La Norma E.070 “Albañilería” (2006), del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones

de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados, además define al ladrillo como aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano y al bloque como aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

La Norma técnica peruana. N°331.017 - “Unidades de Albañilería: Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos” del año 2003, establece requerimientos técnicos que deben cumplir como mínimo para la fabricación de los ladrillos de arcilla destinados para uso en albañilería estructural y no estructural, además estos ladrillos de arcilla deben estar libres de defectos, deficiencias, y tratamientos superficiales, incluyendo recubrimientos, porque pueden interferir en su adecuada colocación y resistencia de la edificación.

El Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, aprueba los Límites Máximos Permisibles (LPM) de emisión atmosférica para la producción de ladrillos y obliga a las empresas que fabrican ladrillos realizar un programa de monitoreo de sus emisiones atmosféricas, donde están obligadas a presentar un reporte actualizado para su aprobación por partes de las autoridades competentes donde sólo se considera válido los análisis efectuados de acuerdo con los estándares Límite Máximo Permisible (LMP) descritas y además deben estar acreditadas por INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual), o por los laboratorios acreditados o certificados a nivel nacional.

El Instituto de Ingeniería (II) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el año 2015 creó un ladrillo ecológico mediante un proceso sustentable; utilizando residuos de construcción como materia prima compuesto por restos de excavación (arcilla), residuos de tala y de construcción triturados, integrados por un

aditivo natural que es una mezcla de agua con mucílago de nopal además de energía solar para el secado, en vez de la cocción tradicional en las ladrilleras. Con ello comprobaron en este caso en particular que los ladrillos ecológicos realizados son más resistentes y absorben menos agua que los convencionales, así mismo son un excelente aislante térmico por lo que permitiría reducir la demanda de energía. (Rojas, 2015)

Valero, Vargas, y Vargas. (2015). En Bogotá realizaron una investigación sobre: “Ecobrick ladrillo ecológico a base de papel reciclado para muros divisorios”, un prototipo de dimensiones (10x10x20)cm a base de papel reciclable de 75gm, su objetivo fue generar un ladrillo que dejara de usar la arcilla, entonces implementaron el papel reciclado, que junto al ayuda de aditivos para que diera consistencia al elemento, para lo cual llegaron a determinar que la unidad obtuvo una resistencia a compresión de 51Kg/cm^2 y el bloque tradicional para muros divisorios obtuvo una resistencia a la compresión entre 30kg/cm^2 y 51kg/cm^2 , permitiendo entonces que esta sea usada en la construcción de muros divisorios, contribuyendo así en la reducción de escombros, y lo más importante es que no implementa mortero para la pega, ya que gracias a su diseño de ensamble la composición de un muro se hará más rápido y limpio, incluso es resistente al fuego cumpliendo funciones térmicas y acústicas.

En Santander-Colombia, Pacheco y Severiche. (2015), realizaron una investigación que tuvo por objeto incorporar residuos plásticos para la industria de la construcción sustituyendo los agregados de hormigón común para obtener un producto ecológico barato y mejor que los materiales de aislamiento térmico tradicionales, donde concluyeron que con la introducción del ladrillo PET (polyethylene terephthalate), en la industria de la construcción generará un mejoramiento en el impacto ambiental ya que el proceso de fabricación elimina los contaminantes existentes en la fabricación del ladrillo convencional.

Vargas y Luján (2016), en Bolivia optaron por un análisis sobre “Caracterización y propuestas de revalorización de residuos de construcción y demolición”, dicho análisis determinó que los residuos sólidos obtenidos de una “Vivienda tipo”, pueden ser reutilizados de tal manera que estos podrían usarse como agregado para obtención de hormigón ya que el ensayo que realizaron contenía escombros molidos que sustituía a la arena, además utilizan escombros en el proceso de fabricación de ladrillos con un 10% de residuos que alcanzan una resistencia de $103,65\text{kg/cm}^2$, incluso mencionan que estos materiales pueden ser utilizados como base para recubrimiento superficial de ciertas áreas como canchas de tenis, parques y áreas de recreación públicas, también pueden funcionar como material de relleno de zanjas previamente tratadas y de acuerdo a las exigencias que el proyecto lo requiera.

Por otro lado, en Europa, Huang Yunhong. (2017). Afirma en su investigación, que según la dosificación de la preparación de ladrillos con materias primas de 10 a 20% de escoria de horno, 5 a 15% de cal rápida, 6 a 16% de desechos de construcción, 5 a 15% de relaves de material de piedra, 10 a 20% de polvo de óxido de circonio y 5 a 15% de polvo de zeolita tienen las ventajas de alta resistencia a la compresión, buena resistencia a la flexión y bajo costo, ahorrando recursos y evitando la contaminación secundaria al medio ambiente.

Así también, Leiva y Reyes. (2017). España, presentaron resultados de la investigación desarrollada sobre “Ladrillos ecológicos: una estrategia didáctica”, para incorporar una conciencia ecológica y práctica en relación con la utilidad de los envases plásticos y el empaque de productos alimenticios que se generan diariamente, esto lo desarrollaron en una institución educativa de la ciudad de Bogotá, la cual elaboraron ladrillos ecológicos (<https://www.youtube.com/watch?v=iiKT1Q47f18>), con dichos desperdicios y la participación de todos los estudiantes, donde este análisis

permitió a la organización crear conciencia ecológica y práctica desde el trabajo colaborativo.

En Ecuador elaboraron un ladrillo ecológico tipo lego con dimensiones de (30x15x8)cm a base de polietileno reciclado, cangahua (*roca sedimentaria de origen volcánico*), cemento y agua, mediante un prensado electrohidráulico, irrigándolo dos veces diarias durante siete días como parte de su proceso de curado, cuyos resultados arrojaron ser más económicos para la construcción de viviendas y con una resistencia de 38,38kg/cm², con un peso de 10 lb y lo más importante es que no requiere el proceso de cocción, lo que disminuye la contaminación. (Reinoso, E., Vergara, L., Ronquillo, D. & Hernández, A., 2017).

El proyecto de “Elaboración ladrillos ecológicos usando lodos generados del proceso de lavado de arenas silíceas”, en Bogotá, a pesar que encontraron un inconveniente con el manejo de lodos, puesto que la disposición de estos demanda tener un predio grande para su almacenamiento, propusieron generar un proyecto para transformar estos lodos en un producto comercial que para este caso era el ladrillo ecológico, evitando así la disposición final de estos lodos en un relleno como lo hacen actualmente, lo que llegaron a producir fue una cantidad de 4000 ladrillos ecológicos diarios, además afirman que permite ahorrar hasta un 30% en el costo de la obra final. (Lopez, N., Salamanca, M., Cuervo, D. & Quito, A., 2017).

Sin embargo, en Chile Domínguez, Muñoz y Muñoz. (2017). En el artículo de investigación sobre “Impacto de la utilización de eco-ladrillos como envolventes para viviendas unifamiliares de una planta, en zonas de alta sismicidad”, ensayan y muestran las propiedades físicas y mecánicas de la arcilla cocida, añadiendo aserrín de madera, lo cual estos ladrillos fabricados con hasta el 5% de aserrín, es una alternativa válida para el reciclaje de residuo agrícola con materiales ligeros y puede

ser una alternativa para construir los recintos de casas individuales de un piso, cuyo comportamiento mecánico ante sismos es satisfactorio.

De acuerdo con Diouri A., Bouregba A., Amor F., Sassi O., Chhaiba S., Ez-Zaki H. y El Rhaffari Y. (2018). En Rabat de Marruecos-África del Norte, en su investigación sobre: “Ecofriendly bricks elaborated from coal waste of Moroccan Jerrada Mining” (“Ladrillos ecológicos elaborados a partir de residuos de carbón de la minería marroquí Jerrada Mining.”), manifiestan la viabilidad de utilizar desechos de carbón en la producción de ladrillos que luego de mezclarlos con una cantidad de polvo de mármol, arena, grava y agua fueron prensados y secados a temperatura ambiente, dando como resultados que los desechos de carbón como desechos sólidos pueden ser factibles para producir ladrillos ecológicos y los residuos de carbón y el polvo de mármol tratados con mezcla pueden aumentar la resistencia mecánica durante el tiempo de curado.

Por otro lado, en ese mismo año Lamrani, M., Khalfaoui, M., Laaroussi, N., y Khabbazi, A. En Sale, Maroc de Marruecos, realizaron una investigación en la Caracterización térmica de un nuevo material de construcción efectivo a base de residuos de arcilla y oliva. Sin embargo, mostraron resultados de la densidad del nuevo material a pesar que esta no fue influenciada sustancialmente por el tamaño del orujo de oliva, pero la conductividad térmica y la difusividad si disminuyen respectivamente según la variación de la fracción de volumen de orujo de oliva, además demostraron que si se puede utilizar como materia prima secundaria efectiva en la fabricación de ladrillos de arcilla.

Ramón y Moreno. (2018). En el “Estudio de materiales precursores del reciclaje y sus atributos mecánicos con aplicación al diseño y fabricación de ladrillo ecológico”, realizado en Colombia propusieron un nuevo material para la

construcción, llamado eco-ladrillo, aquí utilizan el cemento como aditivo resistente y el material precursor reciclado (papel, cartón) y cenizas de cáscara de arroz, utilizando una máquina universal de ensayos Shimadzu 600KNI, el prototipo de dimensiones (10x10x20)cm con una a base de papel reciclable obtuvo una resistencia promedio de 61,183kg/cm² para todas las muestras, de esta manera permitió que esta pieza sea usada en la construcción de muros divisorios, además de poseer resistencia al fuego.

Por otro lado en la tesis “Reutilización de residuos sólidos construcción con eco-ladrillos en un entorno rural educativo”, en Medellín-Colombia se enfocó en estrategias para mitigar el impacto de la construcción con eco-ladrillos, desarrollando talleres formativos ambientales relacionados con el manejo integral de residuos sólidos, sobre su clasificación y algunas formas de aprovechamiento, manualidades con botellas PET (Tereftalato de polietileno) y otros residuos, adicionalmente brindaron pasos para la elaboración de dichos eco-ladrillos y la construcción de una banca a partir de éstos, concluyendo de esta manera que los procesos de formación sobre lo educativo ambiental requieren ser continuos y sin límite de tiempo, pues es necesario aplicar estas estrategias desde los estudiantes y la comunidad educativa, además de crear conciencia y acciones que puedan volverse hábitos. (López, 2018).

Además, Camacho y Mena. (2018). En Quito- Ecuador realizaron un “Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional”. Para lo cual utilizaron suelo-cemento y cenizas de cascara de arroz, demostrando que a mayor porcentaje de cemento aumenta la resistencia de la unidad, ya que para una mezcla suelo-cemento (20%) en el estudio en análisis obtuvieron una resistencia compresión de 57.82kg/cm² y para una mezcla suelo-cemento (10%) obtuvieron una resistencia compresión de 38.24kg/cm², además para la mezcla adicionando 6%, 8%, 10% y 12%,

de ceniza de cáscara de arroz, la resistencia para los 7 días de curado obtuvieron 46.80kg/cm², 44.15kg/cm², 37.12kg/cm² y 33.14kg/cm² respectivamente.

Gareca. (2020) presento en la Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación de Bolivia una investigación sobre “Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos” cuyo objetivo fue determinar las características físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos mediante técnicas que permitan identificar el proceso adecuado para producir un ladrillo de óptima calidad de esta manera realizó muestras tipo aleatorio simple con 78 probetas, con tres tipos diferentes de dosificaciones para cada material: poliestireno (PS), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP) y tereftalato de polietileno (PET). Estas técnicas le permitio determinar que las características de los ladrillos ecológicos, responden a las propiedades físicas y mecánicas que se establecen en la norma Colombiana, Peruana y Chilena, además confirmó el impacto positivo al medio ambiente, mediante el reciclaje de plástico, incluso afirma que esta unidad disminuye el porcentaje de absorción de agua en un 22.6 % en relación al ladrillo común.

Zhang. (2020). Expone en su trabajo la viabilidad de un proyecto empresarial para la fabricación, distribución y venta de ladrillos para la construcción elaborados a partir de materiales de desecho de la construcción la cual analiza la viabilidad técnica, económica y financiera de una empresa destinada a fabricación de ladrillos ecológicos en la provincia de Valencia, demostrando en los resultados de su estudio mediante los índices de rentabilidad, el valor actual neto y la tasa interna de retorno, concluye que el proyecto si es viable.

En Perú Villafuerte. (2015), desarrolló también un “Plan de negocios para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos”, en Lima Metropolitana, donde evaluó la viabilidad técnica, económica y financiera de una empresa que comercializa

ladrillos ecológicos, elaborados de una mezcla arcilla, cemento, arena fina y agua cuyo resultado ofrece una mayor resistencia y solidez que los ladrillos convencionales de arcilla, la cual su elaboración no requiere complejos procesos de secado y cocción, que contaminan en alto grado el agua, suelo y aire del medio ambiente, para esto desarrollo un análisis estratégico de estudio de mercado, estudio técnico, estudio económico y financiero, en el cual mediante dicho estudio conoce y evalúa el mercado de los ladrillos ecológicos, además muestra las ventajas competitivas y la justificación de la localización de la planta de producción que determina la capacidad y distribución, finalmente, estableció el programa de producción anual y la política de inventarios, posteriormente demuestra la viabilidad económica y financiera de este proyecto a través de sus resultados como son los índices de rentabilidad y tasa interna de retorno, además afirma que es un producto novedoso ayudara a la protección del medio ambiente y puede alcanzar una mayor y mejor demanda, debido al aumento de la construcción de obras civiles.

En Puno, Eduardo & Zegarra. (2015). En su tesis: “Tabiquería ecológica, empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción”, aprovecharon los recursos naturales de la zona, usando la totora seca ya que esta presenta propiedades (*densidad, contenido de humedad y porosidad*) adecuadas para utilizarla como elemento principal en la ejecución de la tabiquería ecológica, además no requiere de ningún producto químico contaminante para su producción, en cuanto al revestimiento dado con mortero presentó muy buena resistencia ante los impactos y al fuego, sin embargo el revestimiento de yeso presentó mejor comportamiento ante todos los agentes externos, destacando el aislamiento térmico y acústico, concluyendo de esta manera que la ejecución de la tabiquería resulta más económicas en relación al empleo de otras alternativas de tabiquerías

modernas y tradicionales, además su proceso constructivo no requiere personal calificado para su elaboración.

En Lima, Altamirano, J., Bullon, O., Chiok, F., y Salvatierra, J. (2017). Realizaron el proyecto de “Ladrillos ecológicos con material reciclado PET”, que viene a ser un producto innovador e interesante en el cual efectuaron un análisis cualitativo y cuantitativo con el fin de poder realizar un estudio de mercado y de esta manera atender a la demanda, además determinaron que los Ladrillos elaborados con PET (Tereftalato de Polietileno), reciclado obtuvo una carga máxima de rotura 20kg/cm^2 que es la mayor de todos los especímenes elaborados, la cual está por debajo de los ladrillos comunes, pero la forma modular lego sirvió para que la carga máxima aumente. También afirman que los ladrillos que no soportan carga portante pueden tener una carga máxima de rotura menor. Además, afirman que el producto es muy rentable por ser un producto ecológico y sobre todo económico.

Así mismo Serrano, M., Pérez, D., Torrado, L. y Hernández. N. (2017) en la Universidad Nacional de San Marcos Lima desarrollaron una investigación sobre “Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable: una práctica para protección del ambiente”. El estudio demostró que los bloques de concretos preparados con residuos plásticos como aligerantes con los que se elaboraron muretes tuvieron un comportamiento a compresión hasta de $91,77\text{kg/cm}^2$; así mismo, los mampuestos preparados con bloques de arcilla ajustados con yeso y pasto seco alcanzaron resistencias hasta de $22,13\text{kg/cm}^2$, de esta manera concluyeron y demostraron que los especímenes de concreto aligerados presentaron una mayor resistencia a compresión que los especímenes en tierra modificada.

Moreno y Ponce. (2017). En su tesis sobre “Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería ecológica a base de papel reciclado” en la ciudad de

Trujillo, realizaron unidades de albañilería de papel que dejaron secar a temperatura ambiente por 28 días, luego verificaron sus dimensiones identificando que se acerca a las medidas de un ladrillo convencional, por otro lado el prototipo de eco-ladrillo papel-agua, obtuvo resultados en alabeo dentro del rango, absorción de menos porcentaje de agua y una resistencia a compresión de 1000Kgf, con un diseño de mezclas de 1:3:1.5 (cemento-papel-agua). Finalmente comprobaron que este ladrillo puede clasificarse como una unidad de albañilería para fines de tabiquería no estructural.

Mendoza. (2017) realizó una “Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017”, en la región de Trujillo que fue desarrollada de manera descriptiva, donde evaluó el ladrillo ecológico machihembrado conformado por suelo arcilloso, cemento portland tipo I y agua, compactada por una prensa hidráulica de siete toneladas y curados por humedecimiento; donde obtuvo una resistencia a la compresión unitaria (f'_{cb}) de 61.24kg/cm^2 , Concluyendo que la resistencia a la compresión de los Ladrillos ecológicos machihembrados supera la resistencia del adobe y al ladrillo artesanal, en cuanto al costo indica ahorro de S/.23.80 por m^2 , en cuanto al tarrajeo ahorra hasta S/. 7.75 soles por m^2 y en rendimiento de mano de obra en construcción de muro es mayor en un 25% en comparación con el rendimiento del ladrillo tradicional.

Sin embargo, Durand y Benites. (2017). En su investigación “Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible”, muestran resultados de las propiedades físico-mecánicas de las unidades fabricadas con suelo-cemento de $(7,5 \times 13 \times 23)\text{cm}$, cuya resistencia a compresión fue $74,78\text{ kg/cm}^2$, superando a los requisitos mínimos establecidos en la Norma E.070

“Albañilería” (2006) - RNE, además de poseer propiedades semejantes con las de albañilería industrial.

Además, Cruzado. (2018). En Lima, también propuso la “Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento”, cuyo diseño de la mezcla para estos ladrillos fue de manera empírica en aproximaciones sucesivas de (Ensayo – Error), con relaciones de agua - cemento bajas y la menor cantidad de cemento posible para cumplir principalmente los requisitos de resistencia establecidos en la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE, cuya resistencia a la compresión promedio fue de 99.8Kg/cm^2 ; la cual no alcanzó a cumplir los requisitos mínimos exigidos para un ladrillo tipo IV, Sin embargo, mejorando y uniformizando el proceso de fabricación podría llegar a cumplir con estos requisitos de resistencia.

Cruz. (2019). En su investigación sobre la “Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto”, elaborada en la Universidad Privada del Norte de Trujillo, determino la influencia del porcentaje de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines tipo II; la cual concluyo que las unidades con el 10% de cenizas de ladrillos artesanales presentó mayor resistencia a compresión llegando a 385.29 kg/cm^2 a los 28 días y a partir de esto se determinó que si el porcentaje de adición aumenta la resistencia disminuye considerablemente, sin embargo esto considera una reducción de costos y contaminación ambiental.

Chino y Mathios (2020). Elaboraron un proyecto de investigación sobre ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y de aserrín de la especie huayruro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras de la región de Ucayali, la cual lo realizo mediante cuatro diferentes tratamientos y con distintas proporciones de PET-aserrín, demostrando que el cuarto tratamiento (94% de PET y 6% de aserrín) es

de mayor resistencia ya que fue igual a 54 kg/cm^2 y clasificándolo como Bloque NP (No Portante) siendo estos para uso con fines no estructurales.

Sin embargo, en Cajamarca Gonzales. (2016). En su tesis: “Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de PET (tereftalato de polietileno), en diferentes porcentajes”, demostró que utilizando porcentajes como 0%, 5%, 10%, y 15% de PET, Los ladrillos clasifican para un ladrillo tipo V con una variación de convexidad y concavidad menor a 2mm, con una resistencia a compresión a los 28 días de curado de 181.48 kg/cm^2 , 173.37 kg/cm^2 , 164.62 kg/cm^2 , 145.11 kg/cm^2 respectivamente.

De acuerdo con Muñoz. (2017). En su tesis sobre “Resistencia característica a compresión Axial de ladrillo de concreto al incorporar Ceniza de cáscara de arroz”, en Cajamarca realizó ensayos granulométricos para pasar a la preparación de las unidades, y al final determinar la resistencia a compresión axial de cada una de estas unidades, concluyendo que la incorporación de 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz mejora la resistencia a los 28 días cuyo resultado promedio fue de 304.65 kg/cm^2 , 277.48 kg/cm^2 y 286.35 kg/cm^2 respectivamente mejorando en un 18.42% 7.86% y 11.30% individualmente respecto a su muestra patrón de 240 Kg/cm^2 , además agrego que al incorporar 20% de ceniza de cáscara de arroz disminuye la resistencia en 1.23% ya que obtuvo $f^b=254.12 \text{ kg/cm}^2$.

Además, Cubas. (2017). En su tesis presentó un estudio de la “Determinación de las propiedades físico-mecánicas de ladrillos de concreto fabricado artesanalmente en la Ciudad de Cutervo”. Donde analizó tres diferentes ladrilleras, y mediante ensayos de laboratorio obtuvo los siguientes resultados de comparación:

Propiedades	L-01	L-02	L-02
Variación dimensional	L=0.16mm L=0.07%	L=0.18mm L=0.07%	L=0.39mm L=0.16%
	A=0.26mm A=0.11%	A=0.26mm A=0.18%	A=0.19mm A=0.13%
	H=5.05mm H=5.05%	H=4.69mm H=4.69%	H=5.15mm H=5.15%
Alabeo	0.80mm	0.79mm	0.79mm
Absorción	9.77%	9.47%	9.28%
Absorción máxima	14.50%	14.59%	14.21%
Coefficiente de saturación	0.67	0.65	0.65
Peso específico	1.93 g/cm ³	1.94 g/cm ³	1.94 g/cm ³
Resistencia a la compresión	52.44 kg/cm ³	48.25kg/cm ³	51.59kg/cm ³
	5.14MPa	4.73MPa	5.06 MPa
Succión	26.19 g	28.31 g	26.65 g

Figura 1: Resultados de comparación de la tesis “Propiedades físico-mecánicas de ladrillos de concreto-Cutervo”

Fuente: (Cubas, 2017)

Finalmente, Alcántara. (2018) en la región de Cajamarca desarrollo una investigación sobre “Resistencia a compresión axial del ladrillo de concreto clase III al reemplazo de porcentajes en 0.5%, 1% y 1.5% de papel reciclado”, en el cual realizó la comparación de la propiedad mecánica de resistencia a la compresión axial donde los ladrillos de concreto con 0% de papel con una resistencia a compresión de 112.54kg/cm² clasifico como ladrillos tipo III; sin embargo los ladrillos con 0.5% de con una resistencia de 74.06kg/ cm² clasificó como tipo II; luego los ladrillos con 1% de papel con una resistencia de 84.74kg/cm² calificado también tipo II; los ladrillos con 1.5% de con una resistencia de 103.85kg/cm² la cual lo clasifico como tipo III. Entonces demostró que la incorporación de papel al ladrillo de concreto hace disminuir su resistencia a compresión en los porcentajes de 0.5% y 1%; pero al 1.5% mantiene la resistencia de un ladrillo tipo III.

Según la Norma E.070 “Albañilería” (2006), del Reglamento Nacional de Edificaciones, denomina “ladrillo” aquella unidad cuya dimensión y peso permite ser manipulada con una sola mano y “bloque” aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

El ladrillo de arcilla industrial es fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa la pasta de arcilla, esta se caracteriza por ser uniforme, además emplea hornos sofisticados para la fase de cocción, los mismos que llevan un control de temperatura, logrando una mayor eficiencia en la producción de unidades de arcilla con una mejor calidad final. (Ortega, 2015)

Por otro lado, el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales, es amasado o moldeado a mano y se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

Tabla 1

Características generales de la unidad de albañilería

Características	Unidad de Albañilería
Según el área que ocupa los orificios	Solida o maciza
Según su forma	Perforada, hueca o tubular
Según la materia prima	Ladrillo de arcilla cocida Ladrillo y bloques de silico-calcareos Bloques de concreto
Según método de fabricación	Industrial Artesanal

Fuente: Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE



Figura 2: Unidades de Albañilería.

Fuente: (Diario Norte, 2019)

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días. (San Bartolomé, 2008) Estas unidades de concreto ya sea ladrillos o bloques se contraen al secarse luego de su fabricación, por lo tanto, para que no se originen fisuras en los muros, deben estar secas al momento de asentarlas.

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION F ^b mínimo en MPa (Kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 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	±4	±3	±2	4	4,9(50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2,0(20)

Fuente: Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE

La clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales tendrá las características indicadas en la **Norma Técnica Peruana 331.017 – “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos”**:

- TIPO I. Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.
- TIPO II. En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servido moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).

- TIPO III. Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo.
- TIPO IV. Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.
- TIPO V. Tienen una resistencia y durabilidad muy elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al TIPO IV.

Las pruebas realizadas según la **Norma E.070, “Albañilería” (2006)** –

Reglamento Nacional de Edificaciones, son:

- **Muestreo** que será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- **Resistencia a la Compresión**, será para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería y se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana 399.613 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería) y Norma Técnica Peruana 339.604 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto). La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ($f'c$) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

- **Variación Dimensional**, para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma Técnica Peruana 399.613 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería) y Norma Técnica Peruana 399.604 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto).
- **Alabeo**, Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma Técnica Peruana 399.613 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería).
- **Absorción**, Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana 399.613 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería) y Norma Técnica Peruana 399.604 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto).

Según (San Bartolomé, 2008), el límite máximo de absorción que se especifica para las unidades de concreto clase P (12%) es menor que el establecido para las unidades de arcilla o de sílice-cal (22%), debido a los mayores cambios volumétricos que presentan en las unidades de concreto por acción de la humedad respecto a la arcilla o sílice-cal.
- **Succión**, esta debe destacarse por la mejor adherencia del ladrillo con el mortero, se logra cuando el núcleo del ladrillo está saturado y su superficie se encuentra relativamente seca. Esto permite un curado natural del mortero evitando su agrietamiento al retardarse el fraguado (o endurecimiento) con el agua existente en el núcleo del ladrillo; y, una adecuada succión del cementante

del mortero. De acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Peruana 399.613 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en la albañilería) y Norma Técnica Peruana 399.604 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto).

Las limitaciones de la unidad en su aplicación son dependiendo de la densidad de muros que presente la edificación, ya que es posible que su comportamiento ante sismos severos sea en el rango elástico. (San Bartolomé, 2008).

El uso y aplicación de las unidades de albañilería estarán condicionadas a lo que indica la siguiente tabla:

Tabla 3

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Artesanal * Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí	Sí	Sí
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE.

Según la Norma E. 080 “Adobe”, del Reglamento Nacional de Edificaciones, define que:

- El adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos, además debe cumplir ciertos requisitos en cuanto a la gradación del suelo aproximándose a los porcentajes de arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, la cual debe ser macizo y libre de perforaciones perpendiculares, materias

extrañas grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

- Las dimensiones para dichos adobes pueden ser cuadrada o rectangular, también se debe tener en cuenta que para su fabricación se debe retirar las piedras mayores a 5 mm y otros elementos extraños, luego mantener en reposo dichas unidades secando bajo sombra.
- En cuanto al comportamiento sísmico de las construcciones de adobe son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano, sin embargo si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden producir el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este caso aparecen las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal. (Resolución Ministerial N° 121-Vivienda, 2017)
- La resistencia a compresión mínima de la unidad de adobe es de 12 kg/cm^2 , cuya resistencia es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería

Por otro lado, según el **Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos de las actividades de la construcción y demolición, Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA** indica que:

- Los residuos de construcción son aquellas sustancias, productos en estado sólido o semisólidos de los que su generador dispone, o está obligado a disponer.

- Estos residuos son generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura. La generación de escombros en los procesos constructivos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de la obra. (Artículo 6).
- El manejo de los residuos de construcción y demolición es desarrollado de manera selectiva, sanitaria y ambientalmente óptima, teniendo en cuenta la clasificación y el destino de los mismos, con la finalidad de prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana.
- Según el anexo 4, los residuos de construcción y demolición contienen materiales que pueden ser reaprovechados, como son el desmonte limpio, concreto y otros materiales de demolición, instalaciones de mobiliarios fijo de cocina, baños, tejas, tragaluces y claraboyas, soleras prefabricadas, tableros, placas sándwich, puertas, ventanas, revestimientos de piedra, elementos prefabricados de hormigón, mamparas, tabiquerías móviles o fijas, barandillas, puertas, ventanas, cielo raso (escayola), pavimentos flotantes, alicatos, elementos de decoración, vigas y pilares, elementos prefabricados de hormigón, entre otros.

Synadenium Grantii, actualmente tiene como nombre científico según The Plant List: *Euphorbia umbellata*, llamado comúnmente como “lechero africano”, cuya habitad es en laderas rocosas con bosque abierto seco a 950-2100m de altitud. (Neuwinger, 1994)

Según **Grandez Flores (2010)**. Denominó a *Synadenium Grantii* como una especie de planta suculenta de la familia Euphorbiaceae. La planta tiene el nombre común de la Lechera africana por el látex blanco que desprende al realizarle cualquier corte.

Además, es un arbusto o arbolito monoico de 4-5 m de altura, con los tallos cilíndricos, verdes, inermes, con marcas de las hojas, carnosos al principio, tornándose algo leñosos con el tiempo, con látex; corteza grisácea, escamosa. Hojas alternas, carnosas, de oblanceoladas a obovadas o espatuladas, de textura gruesa o algo succulenta, se multiplica por esquejes normalmente, pero a veces también por semillas. El látex del *Synadenium Grantii*, contiene un compuesto activo o principio activo, que se llama PHORBOL (*fórmula química, derivado de planta de compuesto orgánico natural*), compuesta de alcaloides (*sustancia nitrogenada*), diterpenos, triterpenos, platinoideos, asteroides y lípidos (*grasa, sustancia orgánica insoluble en agua*).



Figura 3: *Synadenium Grantii* (Actualmente según The Plant List: *Euphorbia umbellata*)

Fuente: (Grandez, 2010)

El látex natural es una suspensión acuosa coloidal compuesta de grasas, ceras y diversas resinas gomosas obtenidas a partir de las células presentes en la planta, estas son las razones por la cual se decidió utilizar esta planta como aditivo para probar en un estudio técnico dentro de la elaboración de los ladrillos ecológicos, utilizando residuos de construcción como materia prima, sin embargo, se utilizó un 10% con la finalidad de que esta brinde una mayor resistencia debido a sus propiedades gomosas y al desconocer la resistencia a compresión de la unidad sin adicción se realizó la elaboración de unidades para ambos casos.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos elaborados con residuos de construcción y adición de 10% de Synadenium Grantii?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos utilizando residuos de construcción y adición de 10% de Synadenium Grantii.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el Análisis Granulométrico de los residuos de construcción para la elaboración de los ladrillos.
- Determinar el diseño de mezclas utilizando el Ensayo de Proctor para obtener la cantidad de agua necesaria para cada unidad.
- Elaborar unidades de albañilería utilizando residuos de construcción.
- Realizar ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, succión, y resistencia a la compresión de la unidad de los ladrillos.
- Comparar los resultados obtenidos en los ensayos con los del ladrillo de arcilla tradicional (patrón).

1.4. Hipótesis

La resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos elaborados con residuos de construcción y adición de 10% de Synadenium Grantii, mejora en un 5% las propiedades físico mecánicas de la unidad.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se está desarrollando es una investigación experimental transversal, basándose en la manipulación de las variables y observando el grado en que estas producirán un efecto determinado, teniendo en cuenta las pruebas realizadas para observar e identificar los cambios en estos diseños experimentales cuyo material de estudio es la unidad del ladrillo elaborada con residuos de construcción e incorporación del 10% de *Synadenium Grantii*.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

Por ser una investigación experimental, la población estará constituida por todas las unidades diseñadas, es decir 70 unidades, lo que significa que 35 unidades serán elaboradas con residuos de construcción y 35 unidades con residuos de construcción con adición de *Synadenium Grantii* en un 10%, y las siguientes muestras serán de ladrillos de arcilla tradicionales utilizadas como patrón de análisis y comparación.

2.2.2. Muestra

La muestra se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4

N° de muestras para cada ensayo según Norma E.070 – “Albañilería” (2006) - RNE.

Ensayo	Ladrillos con Residuos de construcción	Ladrillos con adición de 10% de <i>Synadenium Grantii</i>	Ladrillos de arcilla Tradicionales (Patrón)
Variación dimensional	10	10	10
Alabeo	10	10	10
Absorción	5	5	5
Succión	5	5	5
Resistencia a compresión	30	30	10

Tabla 5

N° total de muestras a elaborar.

Unidades	N° Muestras	Total
Ladrillos con Residuos de construcción	35	70
Ladrillos con adición de 10% de Synadenium Grantii	35	

Tabla 6

N° total de muestras patrón.

Unidades	N° Muestras	Total
Ladrillos de arcilla Tradicionales (Patrón)	15	15

Tabla 7

N° de muestras para el ensayo de resistencia a compresión, según Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE.

Ensayo Resistencia a compresión	07 días	14 días	28 días	Total
Patrón				10
Residuos de construcción	10	10	10	30
Adición de 10% de Synadenium Grantii	10	10	10	30

Según **Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA** indica que:

- La generación de escombros en los procesos constructivos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de la obra. Estos residuos pueden ser clasificados en dos grupos según la procedencia y naturaleza:

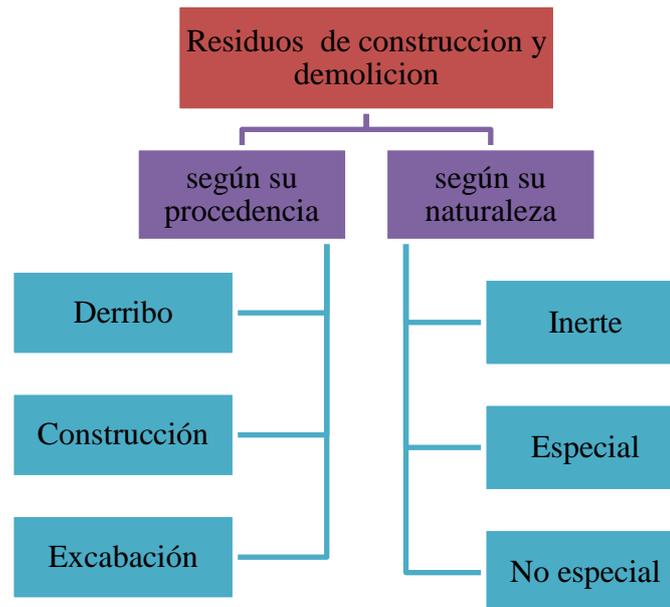


Figura 4: clasificación de los residuos de construcción y demolición.

Por ende, se desarrollará una nueva unidad de ladrillo que elimina emisión del CO₂ a la atmosfera, utilizando adiciones de *Synadenium grantii* asumiendo que esta aportará resistencia al ladrillo desarrollado con residuos procedentes de construcción, esto implicará una gran reducción en el impacto ambiental.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas de recolección de datos.

En la presente investigación experimental se realizaran los diferentes ensayos de laboratorio a través de la técnica de observación directa, siguiendo las normas técnicas indicadas en el ASTM American Society for Testing and Materiales (Sociedad Americana de Pruebas y materiales), NTP (Normas Técnicas Peruanas), cuyos datos recolectados son verdaderos y fiables ya que es una investigación a nivel de tesis profesional de una manera ética, para luego plasmar los datos en los protocolos y guías que pertenecen al laboratorio de la Universidad Privada del Norte tales como:

A. Fase 1

- a) Ensayo de Análisis granulométrico por el método del sifonaje. ASTM D421.

- b) Ensayo de Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado. ASTM D421.
- c) Ensayo de contenido de humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP 339.127.
- d) Ensayo de Límites de Plasticidad – NTP E 339.130 – MTCNTP E111/ASTM D4318.
- e) Ensayo de Proctor modificado - ASTM D-1557.

B. Fase 2

- f) Ensayo de Variación Dimensional.
- g) Ensayo de Alabeo.
- h) Ensayo de Absorción.
- i) Ensayo de Succión.
- j) Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.

2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos de recolección de datos para los diferentes ensayos elaborados en esta investigación son los protocolos de la Universidad Privada del Norte, estos tienen la finalidad de recolectar la información establecida en la (*Fase 1*) que son ensayos de suelos del material usado, que viene a ser residuos de construcción triturado para la elaboración de las unidades de albañilería, posteriormente la (*Fase 2*) que es la información de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad elaborada, la cual permitirá llegar hasta la resistencia a compresión requerida de dichas unidades que luego serán comparadas sus propiedades con la unidad patrón establecida. Todos estos ensayos serán supervisados por el personal calificado del laboratorio.

A. Fase 1

- a) Protocolo de Ensayo de Análisis granulométrico por el método del sifonaje. ASTM D421.

- b) Protocolo de Ensayo de Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado. ASTM D421.
- c) Protocolo de Ensayo de contenido de humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP 339.127.
- d) Protocolo de Ensayo de Límites de Plasticidad – NTP E 339.130 – MTCNTP E111/ASTM D4318.
- e) Protocolo de Ensayo de Proctor modificado - ASTM D-1557.

B. Fase 2

- f) Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional.
- g) Protocolo de Ensayo de Alabeo.
- h) Protocolo de Ensayo de Absorción.
- i) Protocolo de Ensayo de Succión.
- j) Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.

2.3.3. Técnicas de análisis de datos.

Para el análisis de datos se realizan mediante una estadística descriptiva y cuantitativa que consiste en cuadros de Frecuencia- Gráficos Estadísticos- Medidas Estadísticas, empleando porcentajes, medias aritméticas y coeficiente de variación.

2.3.4. Instrumentos de análisis de datos.

Se realiza hojas de cálculo desarrollados para cada uno de los ensayos especificados, además de gráficos, cuadros comparativos interpretados estadísticamente que permitirán visualizar cada uno de los resultados realizados mediante el Software Excel.

2.4. Procedimiento

A. Recolección de material

- Para la recaudación de material necesario en la elaboración de las unidades propuestas de residuos de construcción se ha recolectado de los desmontes de la Urb. La Molina, distrito de Baños del Inca-Cajamarca-Cajamarca ya que es una zona en constante desarrollo y crecimiento de su población y las unidades principales para estas viviendas deberían cumplir los requisitos establecidos en la Norma E.070- “Albañilería” (2006) - RNE.
- Se ha considerado las zonas de mayor acumulación de desmonte como son:
 - o Zona A: Entre la Calle Austria y Jr. Rumania.
 - o Zona B: Entre Av. Dinamarca y Jr. Portugal.
 - o Zona C: En Av. Dinamarca (Cuadra-11).
- Para La zona “C” se consideró como el lugar con más cantidad y abundancia de residuos de construcción del cual se pudo obtener la mayor parte del material necesitado.



Figura 5: Ubicación de los lugares donde se obtuvo el material.
Fuente: Google Maps, 2019



Figura 6: Zona “A y B” para la recolección de las unidades de residuos de construcción.



Figura 7: Zona “C” desmonte de residuos de construcción.

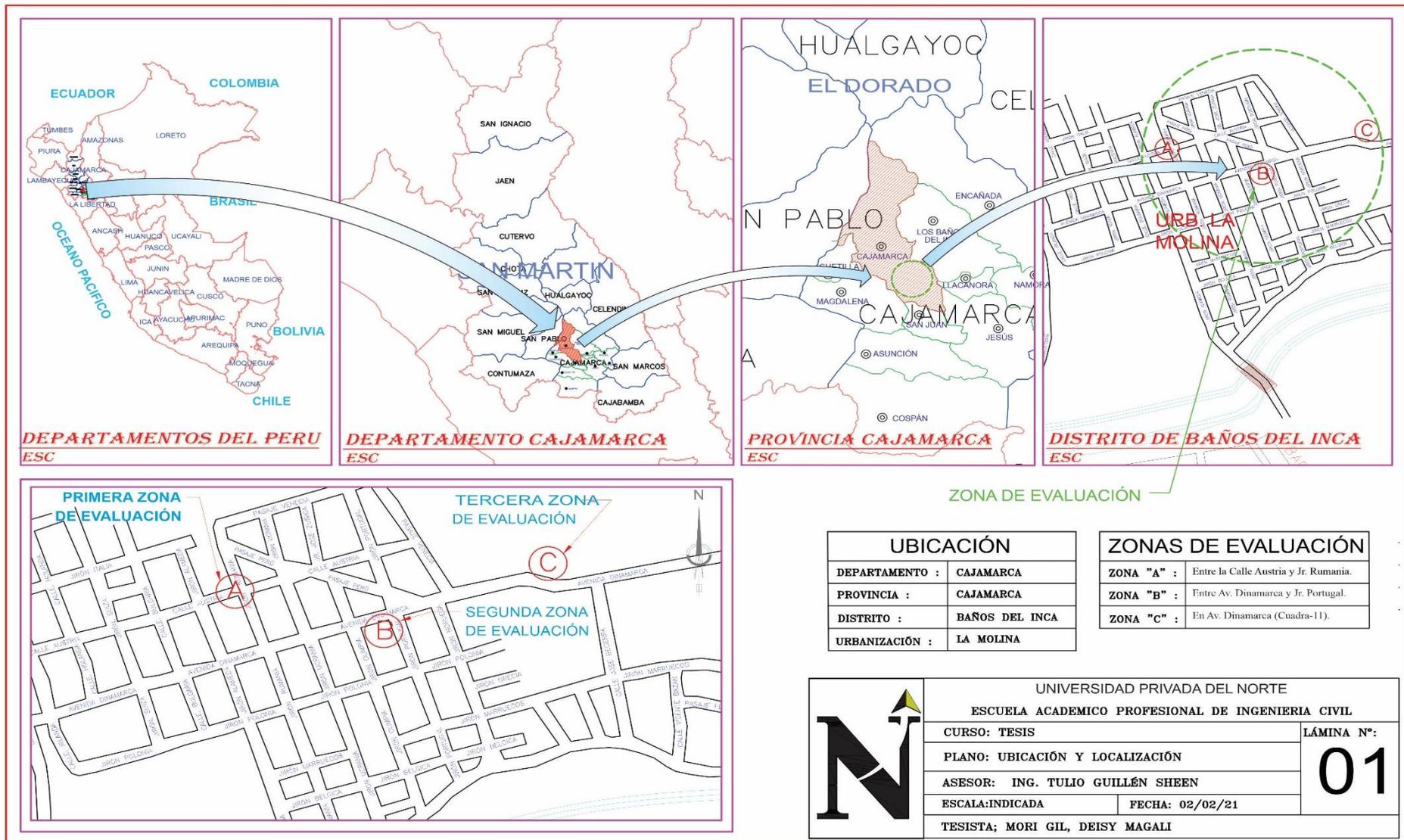


Figura 8: Plano de Ubicación de las zonas de evaluación.

- Después de recaudar y almacenar todo el material se procedió a demoler cada una de las unidades y colocarlas en un depósito.



Figura 9: Almacenamiento de los residuos de construcción recolectados.



Figura 10: Demolición de los residuos de construcción.

- En cuanto a la recolección de *Synadenium Grantii* se obtuvo del Centro Poblado Santa Bárbara, Distrito Baños del Inca, departamento de Cajamarca, ya que fue el lugar más accesible y de gran abundancia de la planta y las hojas la cual se pudo obtener todo el material necesario.



Figura 11: *Synadenium Grantii* en C.P. Santa Bárbara.



Figura 12: Ubicación de donde se obtuvo *Synadenium Grantii*.

Fuente: Google Maps, 2019

B. Requisitos Generales para la elaboración las unidades elaboradas con residuos de construcción:

La Norma E.080 “Adobe”- RNE muestra requisitos generales para la elaboración del adobe en este caso como es un bloque que no necesita cocción hecho a base de residuos de construcción demolidos, por lo tanto, la gradación del material debe ser aproximado a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Tabla 8

Zonas especiales donde se debe ubicar el valor de los Límites de Atterberg de un suelo a utilizar en la construcción con tierra.

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG	Zonas Límites (%)	Zonas Preferenciales (%)
Índice Plástico (IP)	De 7 a 29	De 7 a 18
Límite Líquido (LL)	De 25 a 30	De 30 a 35
Límite Plástico (LP)	De 10 a 25	De 12 a 22

1. Ensayos de materiales empleados

a) Ensayo de Análisis Granulométrico del material por el Método del Sifonaje. ASTM D421

Este ensayo se utiliza cuando el material es fino (arcillo, limoso). Con este método se determinará la cantidad de limo y la cantidad de arcilla que contiene la muestra del material utilizado para la elaboración de los ladrillos de residuos de construcción.

Materiales.

- ✓ Un dispersor eléctrico
- ✓ Una probeta de 5 ml.
- ✓ Una probeta de 100 ml.
- ✓ Un disco metálico o de madera.
- ✓ Una manguera para sifonear.
- ✓ Una estufa.
- ✓ Tamices N°10, N°40, N°200
- ✓ Cápsula de porcelana

Procedimiento

1. Se seca la muestra (Ws) y se pesa 100g, luego se separa mediante la malla N° 10, el material que queda es grava y lo que pasa es arena, limo y arcilla.
2. Se coloca en el dispersador eléctrico agregando agua y 5 ml. de silicato de sodio, mezclando durante 15 minutos, luego se vacía la mezcla del en una probeta de 1000 ml. agregando agua hasta una altura de 20 cm y agitando durante 1min, se deja reposar la probeta con la muestra

durante 30 minutos considerando que los tamaños de las partículas del limo están comprendidos entre 0.075 mm y 0.002mm. (AASHTO).

3. Después se coloca el disco metálico en la probeta hasta donde se encuentra el material sedimentado, inmediatamente sifonear con la manguera el agua con el material que ha quedado en suspensión.
4. Se saca la muestra sedimentada y se colocara en la estufa durante 24 horas a 105°C, al sacarla se pesa la muestra seca (W_s). Luego se determina la cantidad de arcilla por diferencia de pesos:

$$W_{arcilla} = W_{10} - W_{seco} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1: Peso de la arcilla}$$

La muestra sedimentada seca se tamiza en las mallas N° 40 y N° 200, considerando que el material retenido en la malla N° 40 es arena gruesa, el material que pasa la malla N° 40 y se retiene en la malla N° 200 es arena fina y el material que pasa la malla N° 200 es limo.



Figura 13: Procedimiento del Ensayo por Sifonaje.

b) Ensayo de Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado. ASTMD421.

Este método de ensayo se utiliza cuando el material que se tiene es fino y contiene gran cantidad de limos y arcillas y permite la determinación

mediante lavado de la cantidad de material más fino que pasa por la malla N°200.

Materiales.

- ✓ Juego de tamices.
- ✓ Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- ✓ Estufa con control de temperatura.
- ✓ Taras.

Procedimiento

1. Se seca la muestra. (W_s), luego esta muestra se coloca en un recipiente cubriendo con agua y dejándolo durante algunas horas dependiendo del tipo de material.
2. Después se tamiza la muestra por la malla N°200 mediante chorro de agua, y la muestra retenida se retira en un recipiente y se deja secar.
3. Ya teniendo el material seco se pasa la muestra por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador. Posteriormente se determina los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP), y los porcentajes retenidos acumulados, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP.

$$\%R.P. = \left(\frac{P.R.P}{W_{ms}} \right) * 100 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2: Cálculo de la Granulometría}$$



Figura 14: Procedimiento del Ensayo de Granulometría mediante el Método de Tamizado por Lavado.

**c) Ensayo de Contenido de Humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP
339.127.**

Este ensayo se usa para expresar las relaciones de la fase del aire, agua y sólidos en el volumen de material dado.

Materiales.

- ✓ Muestra alterada extraída del estrato de estudio.
- ✓ Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- ✓ Estufa con control de temperatura.
- ✓ Taras.

Procedimiento

1. Se identifica los recipientes a utilizar y se pesa cada uno de ellos, luego se pesa la muestra húmeda en cada uno de los recipientes y se procede a secar durante 24 horas en la estufa a 105°C.
2. Luego se saca la muestra seca y se pesa cada una de ellas para inmediatamente determinar el peso del agua y el contenido de la humedad según las formulas.



Figura 15: Procedimiento del Ensayo de Contenido de Humedad.

**d) Ensayo de Límites de Plasticidad – NTP E 339.130 – MTCNTP
E111/ASTM D4318.**

• **Ensayo Límite líquido.**

Materiales.

- ✓ Malla N°40
- ✓ Copa de Casagrande
- ✓ Ranurador o acanador.
- ✓ Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- ✓ Estufa.
- ✓ Espátula.
- ✓ Probeta de 100 ml
- ✓ Capsula de porcelana.

Procedimiento.

1. Se mezcla el suelo con agua en una cápsula de porcelana mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme, luego se coloca una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelando mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
2. Luego en el centro se hace una ranura con el acanalador dividiendo la muestra en dos partes, se eleva y dejar caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto, registrando el número de golpes.
3. Se retira la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y se coloca en una tara para determinar su contenido de humedad.

4. Se repite el ensayo dos veces más agregando agua o suelo dependiendo si el número de golpes ha sido alto o bajo respetivamente. (El número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)

- **Ensayo Límite Plástico.**

Material:

- ✓ Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido
- ✓ Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- ✓ Estufa.
- ✓ Espátula
- ✓ Cápsula de porcelana
- ✓ Placa de vidrio
- ✓ Taras identificadas

Procedimiento

1. A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido se agrega suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad, luego se enrolla la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad, repitiendo esto dos veces más y el límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.



Figura 16: Procedimiento del Ensayo de Límites de Plasticidad.

a) Ensayo de Proctor modificado - ASTM D-1557.

Este ensayo determina la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos y se desarrolla con el objetivo de encontrar la relación entre la densidad seca y la humedad óptima en el material de residuos de construcciones demolidas.

Materiales.

- ✓ Molde de 2320 cm³
- ✓ Collar del molde
- ✓ Base metálica
- ✓ Mazo
- ✓ Balanza
- ✓ Estufa
- ✓ Amasadora mecánica
- ✓ Enrasador de borde recto
- ✓ Probeta graduada
- ✓ Tamiz 20 mm

Procedimiento.

1. Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo a utilizar (método A, B o C), preparar muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe.
2. Luego se ensambla el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.
3. Después se Compacta cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes, al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (Dh).
4. Se determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada (W%), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior, luego Determinar las densidades secas de cada muestra compactada (Ds).



Figura 17: Procedimiento del Ensayo de Proctor Modificado.

C. Elaboración de las unidades hechas con residuos de construcción y adición de *Synadenium Grantii*, en la máquina CINVA RAM.

Otero y Calderón (2019). indican que: La prensa CINVA RAM es una máquina manual y sirve para fabricar bloques de suelo-cemento sin o con núcleos de diferentes formas, se fundamenta en la palanca de fuerza infinita y está considerada como una de las tecnologías latinoamericanas más difundidas en el mundo.

Esta prensa tiene un peso de 67 kg (kilogramos) y está constituida por un molde dentro de un pistón que actúan por un dispositivo de palanca que es operado manualmente, comprimiendo la mezcla y formando un bloque, además también cuenta con una palanca en sentido inverso que al manipularlo expulsa el bloque, el cual se retira y es puesto a curar en la sombra por un periodo mínimo de siete días.



Figura 18: Máquina CINVA RAM de la Universidad Privada del Norte

Teniendo el material ya triturado se procede a tamizarlo manualmente utilizando una malla simple de (5x5) mm con el objetivo de eliminar partículas superiores a esta de tal manera que el material quede uniforme, asegurando así una compactación eficiente.



Figura 19: Material tamizado por una malla simple de (5x5)mm

De acuerdo a los ensayos elaborados inicialmente el material triturado obtenido de residuos de construcción no contaba con la plasticidad necesaria para la elaboración de dichas unidades por lo que se consideró colocar un 20% como mínimo de arcilla cruda en el total del material, para realizar nuevamente cada uno de estos ensayos y obtener un material óptimo para el desarrollo de las unidades y así continuar con el objetivo de la investigación.

Según Toirac. (2008) los suelos eficientes son los que naturalmente reaccionan perfectamente ante una proporción relativamente pequeña de cemento y entre estos están los suelos arenosos y suelos con grava, suelos arenosos con deficiencia de partículas finas, Suelos limosos y arcillosos con baja plasticidad. Así mismo Toirac afirma mediante sus ensayos de laboratorio que para los suelos de tipo A-2 se puede utilizar entre 6%-10% de cemento en las mezclas para obtener las características deseadas, además un contenido mayor al 10% es considerado inadecuado, debido al alto costo del cemento. De esta manera se obtuvo por adionar un 10% de cemento en dicha mezcla de acuerdo al Ensayo de Proctor realizado, posteriormente para las siguientes muestras se adicionó el 10% de *Synadenium Grantii*.

El diseño de mezclas se determinó utilizando el ensayo Proctor Modificado, obteniendo la cantidad de agua para cada unidad de acuerdo al máximo contenido de humedad. Es muy importante que el suelo, la arena y el cemento sean mezclados en seco antes de adicionar el agua para obtener una mezcla de color uniforme.

Por cada unidad comprimida se utiliza aproximadamente 4.55 kg de materia, con respecto a esta cantidad se determina lo necesario para la combinación de los componentes, obteniendo las siguientes cantidades:

Tabla 9

Cantidad en Kg para la elaboración de la unidad de albañilería

Material	Cemento (kg)	Suelo (kg)	Agua (ml)
Sin adición	0.45	4.5	846
Con adición (10%) <i>Synadenium Grantii</i>	0.45	4.5	759

➤ **Elaboración de las unidades de albañilería:**

- El proceso de elaboración es semejante a la técnica tradicional de moldeo de “adobe”, en este caso se usará la mezcla preparada de los residuos de construcción, cemento y agua, además de la adición de *Synadenium Grantii*, entonces se realiza la mezcla del material con el cemento en seco y luego se agrega el agua de acuerdo al diseño propuesto.



Figura 20: Mezclado de los materiales

- Antes de llenar el molde de la máquina Cinva Ram se coloca un sólido de ciertas medidas con la finalidad de que el vacío que quede a llenar tenga las medidas de un ladrillo comercial tradicional.

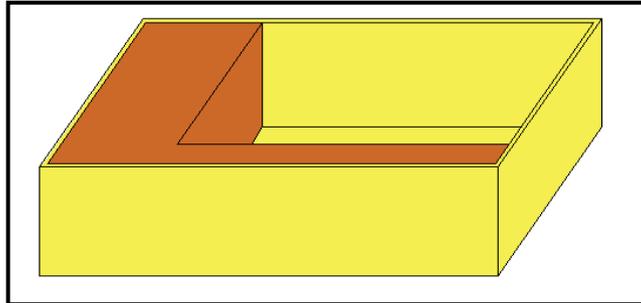


Figura 21: Molde de la Cinva Ram más el sólido adicionado.



Figura 22: Mezcla depositada en la máquina Cinva Ram

- Una vez lleno el molde, se coloca la palanca y se ejerce una fuerza en la base desplazando el pistón verticalmente y comprimido a la unidad.



Figura 23: Compresión del material en la máquina Cinva Ram

- Ya comprimido el material, se desmolda bajando la palanca inversa obteniendo la unidad de albañilería.



Figura 24: Desmoldamiento de la unidad en la máquina Cinva Ram

- En total se fabricaron 35 unidades de albañilería utilizando residuos de construcción sin adición dejándolos secar por (7, 14, 28) días.
- El proceso se repitió para las unidades siguientes, pero utilizando la adición de *Synadenium Grantii*, que fue licuado y a la vez adicionado en el agua utilizada en la elaboración de las unidades.



Figura 25: Preparación de *Synadenium Grantii*.

- Finalmente se ha elaborado 35 unidades más utilizando la mezcla preparada de residuos de construcción adicionando *Synadenium Grantii* y en total fueron elaboradas 70 unidades tal como se estableció en la muestra.



Figura 26: Unidad de albañilería elaborada con la máquina Cinva Ram.



Figura 27: Unidades de albañilería elaboradas con la máquina Cinva Ram.

D. Ensayos para determinar las propiedades físicas de la unidad Patrón.

1. Ensayo de Variación Dimensional (NTP 399.613 y NTP 339.604)

El ensayo de variación dimensional se desarrolla con la finalidad de medir cada una de las dimensiones con una proximidad de milímetro del largo, ancho y altura para luego promediarse, cuyo resultado se calcula mediante las formulas:

$$L_o = \frac{L1 + L2 + L3 + L4}{4} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3: Largo promedio.}$$

$$V\% = \frac{L_f - L_o}{L_f} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 4: Porcentaje de Variación del largo}$$

$$A_o = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4} \dots\dots\dots \text{Ecuación 5: Ancho promedio.}$$

$$V\% = \frac{A_f - A_o}{A_f} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 6: Porcentaje de Variación del ancho.}$$

$$H_o = \frac{H1 + H2 + H3 + H4}{4}$$

..... *Ecuación 7: Alto promedio.*

$$V\% = \frac{H_f - H_o}{H_f} \times 100$$

..... *Ecuación 8: Porcentaje de Variación del alto.*

Lo= Longitud Promedio

Ao= Ancho Promedio

Ho= Altura Promedio

V%= Variación dimensional.

Materiales

- ✓ Regla, libreta y lapicero

Procedimiento

1. Una vez elaboradas las unidades se procede a medir 10 de ellas para obtener la variación de las mismas.



Figura 28: Medición de la Variación Dimensional de las unidades.

2. Ensayo de Alabeo. (NTP 399.613)

Este ensayo busca comprobar la concavidad o convexidad en la unidad, colocando una regla metálica en cada una de las caras del ladrillo, de tal forma que ésta vaya de una arista a otra opuesta diagonalmente, la cual a mayor alabeo ya sea de (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de junta, además puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

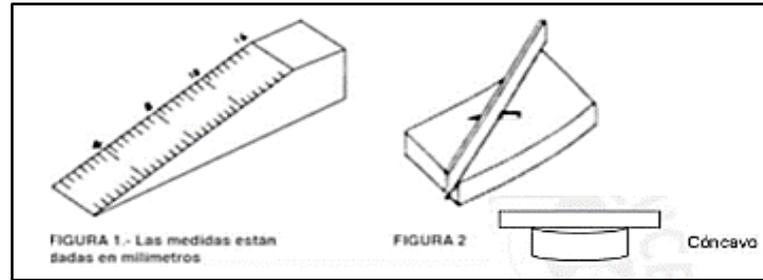


Figura 29: Medición del Alabeo en la unidad de albañilería (Cóncavo).

Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

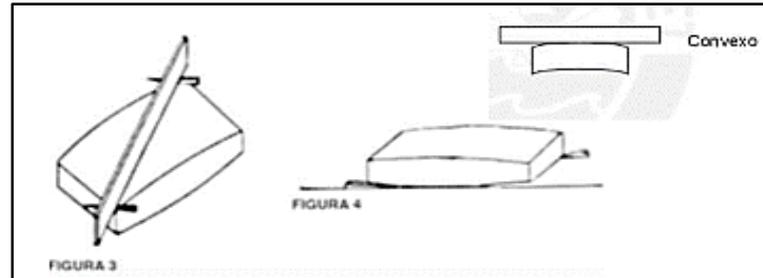


Figura 30: Medición del Alabeo en la unidad de albañilería (Convexo).

Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

Materiales.

- ✓ Vidrio
- ✓ Regla metálica
- ✓ Cuña milimetrada.
- ✓ 10 unidades

Procedimiento



Figura 31: Medición del Alabeo en la unidad.

3. Ensayo de Absorción. (NTP 399.613 y NTP 399.604).

El ensayo tiene la finalidad de determinar la capacidad de absorción de agua en los ladrillos y bloques para la construcción, el incremento en la masa de un agregado seco cuando es sumergido en agua durante 24h, a temperatura ambiente. Este aumento de masa tiene lugar debido al agua que se introduce en los poros del material y no incluye el agua adherida a la superficie. Se expresa como por ciento de la masa seca, y es el índice de la porosidad del material, además del peso seco calculado después de haberlo puesto al horno durante 24h.

$$\text{Absorción} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \times 1000 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 9: Absorción (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Absorción}\% = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 10: Absorción (\%)}$$

Materiales.

- ✓ Balanza.
- ✓ Unidad de albañilería.
- ✓ Canastilla
- ✓ Protocolo.
- ✓ Agua.

Procedimiento



Figura 32: Realizando el Ensayo de Absorción.

4. Ensayo de Succión. (NTP 331.017, NTP 399.613)

El ensayo tiene la finalidad de medir la rapidez del agua para adherirse a la unidad en la cara de asiento, la cual es una característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la interface de contacto, ya que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

$$S\left(\frac{\text{g}}{\text{min}}/200\text{cm}^2\right) = \frac{200W}{LB} \quad \dots\dots\dots\text{Ecuación 11: Succión}$$

S= Succión

W= diferencia de pesos del espécimen.

W= peso de la unidad mojado – peso de la unidad seca

L= longitud del espécimen (cm)

B= ancho del espécimen (cm)

Materiales.

- ✓ Bandeja
- ✓ Regla metálica
- ✓ Agua
- ✓ Balanza

Procedimiento



Figura 33: Realizando el Ensayo de Succión de la unidad.

5. Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería. (NTP 339.613).

El ensayo de resistencia a la compresión de la albañilería (f'_b) es la propiedad más importante, ya que define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro., además define la resistencia a la compresión del ladrillo (f'_b), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada.

$f'_b = \frac{P_{max}}{A_b}$ Ecuación 12: Resistencia unitaria a compresión Kg/cm²

$A_b = L \times A$ Ecuación 13: Área bruta de la unidad.

f'_b : resistencia unitaria a compresión Kg/cm²
 A_b : área bruta
 L, A: largo y ancho promedio del espécimen en cm.

Materiales.

- ✓ Máquina para ejecutar la resistencia a la compresión de las unidades elaboradas.

Procedimiento



Figura 34: Resistencia a la compresión de la unidad en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

2.5. Aspectos éticos

La investigación, respeta la propiedad intelectual de cada uno de los autores, basada en sus teorías y conocimientos expuestos en cada una de sus investigaciones al no modificar ningún texto, tabla, imagen o ilustración sin permiso del autor o fuente de donde se está obteniendo información, para lo cual han sido citados adecuadamente, además de precisar las fuentes bibliográficas.

. Con todo lo mencionado se está tomando el principio de fidelidad y responsabilidad la cual también es aplicable a los datos de laboratorio obtenidos en los distintos ensayos. El principio ético de la beneficencia es aplicable en esta investigación puesto el beneficiario no solo es el que la elaboró si no también la comunidad estudiantil de la universidad, profesores, y demás investigadores, para los cuales les sirve de aporte a futuras investigaciones.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Resultados de los ensayos para la clasificación de los residuos de construcción.

3.1.1 Ensayo de Análisis granulométrico del material preparado de residuos de construcción por el Método del Sifonaje. ASTM D421.

Tabla 10

Cálculo del Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Sifonaje.

Malla	Malla (mm)	Peso Retenido	%R.P	% R.A	%Pasa
N° 10	2	0	0	0	100
N° 40	0.42	32.38	32.38	32.38	67.62
N° 200	0.074	39.47	39.47	71.85	28.15
Limo	0.002	17.07	17.07	88.92	11.08
Arcilla	0.0002	11.08	11.08	100.00	0.00
Total		100.00	100.00		100.00

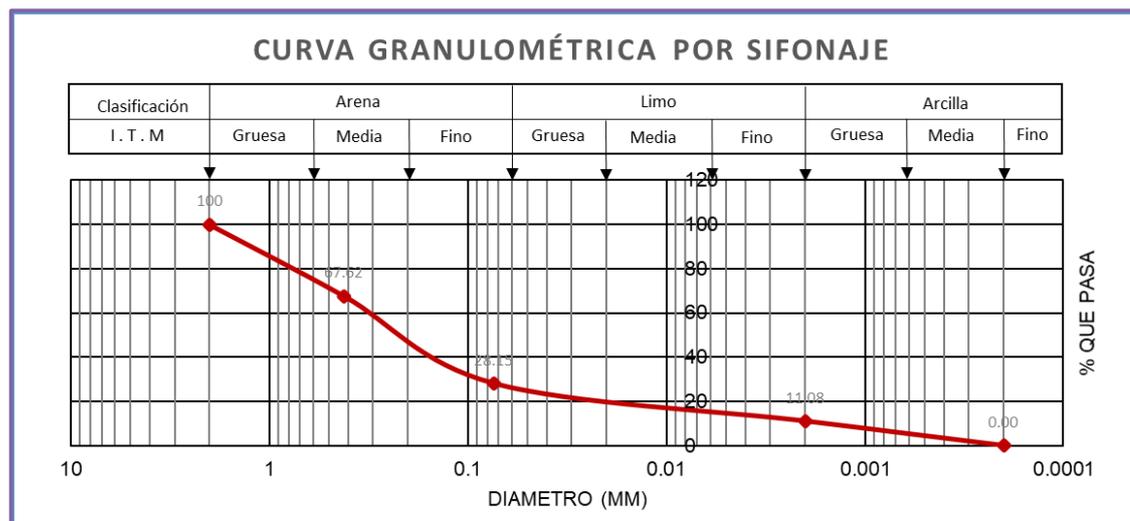


Figura 35: Análisis granulométrico mediante método de sifonaje.

Según los requisitos que muestra la NTP. E.080 “Adobe”- RNE (2017), para la gradación del suelo debe estar aproximándose a los porcentajes de arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, por ende, la elaboración de las unidades mediante este ensayo se pudo obtener los porcentajes de: 11.08% de arcilla, 28.15% de limo y 67.62% de Arena, que se encuentran dentro de los rangos establecidos, obteniendo un material óptimo para la elaboración de las unidades de albañilería.

3.1.1 Ensayo de Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado del material preparado de residuos de construcción. ASTM D421.

Tabla 11

Cálculo del análisis granulométrico mediante tamizado por Lavado del material.

TAMIZ ASTM		PESO RETENIDO		% ACUMULADO	
Malla	mm	GRAMOS	%	RETENIDO	% Q' PASA
N° 4	4.76	54.90	10.98	10.98	89.02
N° 10	2.00	57.80	11.56	22.54	77.46
N° 16	0.84	44.50	8.90	31.44	68.56
N° 30	0.59	28.40	5.68	37.12	62.88
N° 40	0.42	36.90	7.38	44.5	55.50
N° 60	0.25	49.60	9.92	54.42	45.58
N° 100	0.15	53.10	10.62	65.04	34.96
N° 200	0.074	56.70	11.34	76.38	23.62
PERDIDA		118.10	23.62	100	100
TOTAL		500.00	100		

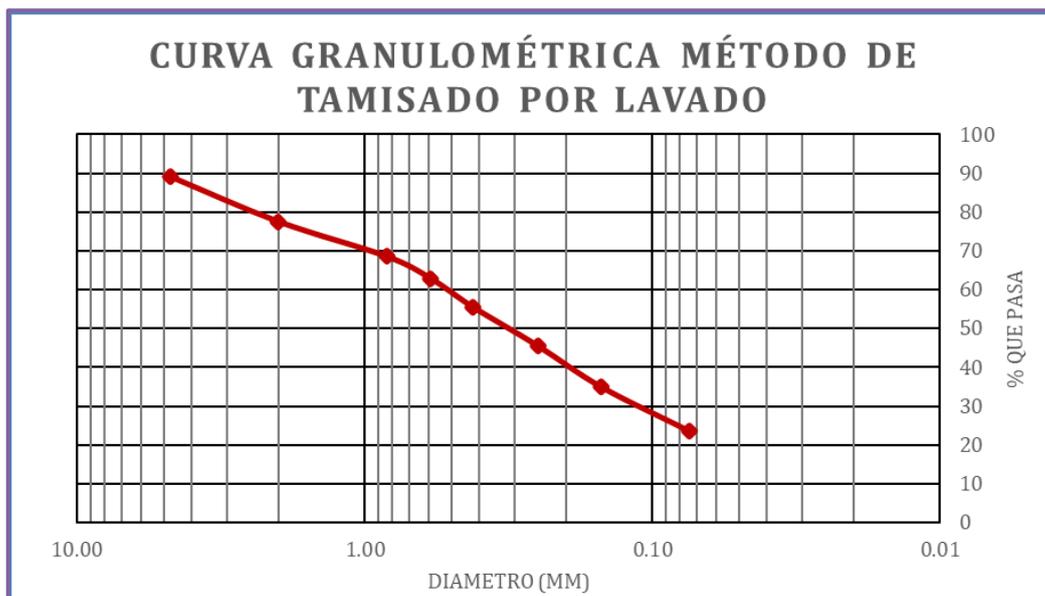


Figura 36: Análisis Granulométrico por Lavado.

De la gráfica observó que: $D_{10} = 0$, $D_{30} = 0.12$, $D_{60} = 0.53$.

La cual se puede determinar el coeficiente de uniformidad $C_u < 3$ lo cual se afirma que la muestra es muy uniforme, sin embargo, de acuerdo al coeficiente de curvatura C_c la muestra está mal gradada y uniforme en el diámetro de sus partículas.

3.1.2 Ensayo de contenido de humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP 339.127.

Tabla 12

Porcentajes de contenido de humedad del material.

ENSAYO N°	ID	PORCENTAJE DE HUMEDAD
1	M-1	4.87 %
2	M-2	5.08 %
3	M-3	5.67 %
Promedio		5.21 %

Según el resultado del ensayo se obtuvo que la muestra tiene 5.21% de contenido de humedad.

3.1.3 Ensayo de Límites de Consistencia – NTP E 339.130 – MTCNTP E111/ASTM D4318.

- **Límites de Consistencia sin Synadenium Grantii**

Tabla 13

Resultados de Límites de consistencia del material sin Synadenium Grantii.

ENSAYO	ID	PORCENTAJE DE HUMEDAD
Límite Líquido:	LL	30.34 %
Límite Plástico:	LP	16.25 %
Índice de Plasticidad:	IP	14.10%

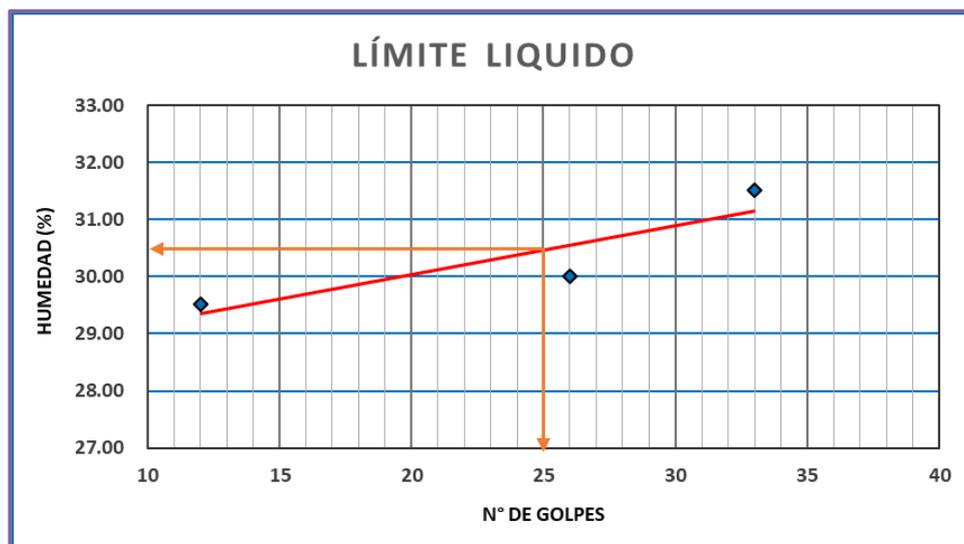


Figura 37: Determinación del límite líquido.

3.1.4 Clasificación del suelo.

De los resultados anteriores, se procedió a clasificar el suelo obteniendo lo siguiente:

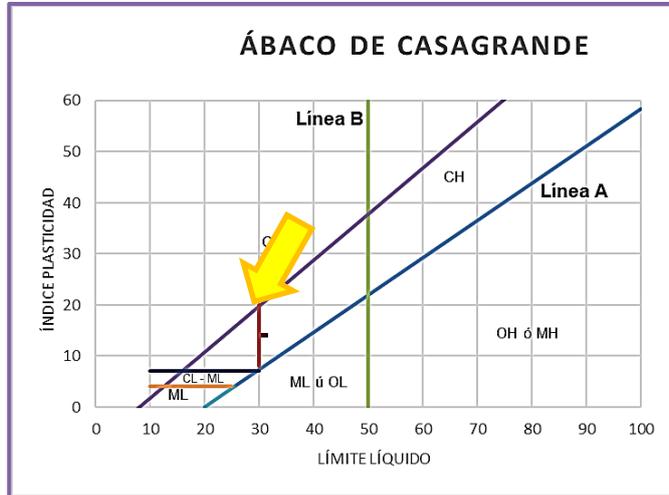


Figura 38: Ábaco de Casagrande del material sin *Synadenium Grantii*

Según el Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) es un suelo de partículas gruesas con finos CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.

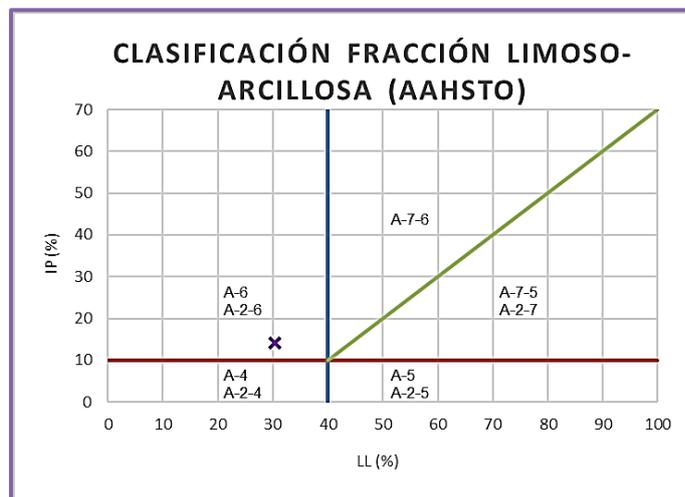


Figura 39: Clasificación del material sin *Synadenium Grantii* (AAHSTO)

Según American Association of State Highway and Transportation Officials (AAHSTO) es un material granular A-2-6 grava y arena arcillosa o limosa ya que Índice de Plasticidad de 14.10% > 7 la cual los valores se ubican encima de la Línea A.

- **Límites de Consistencia con Synadenium Grantii.**

Tabla 14

Resultados de Límites de consistencia del material más adición de Synadenium Grantii.

ENSAYO	ID	PORCENTAJE DE HUMEDAD
Límite Líquido:	LL	31.20 %
Limite Plástico:	LP	16.06 %
Índice de Plasticidad:	IP	15.14%

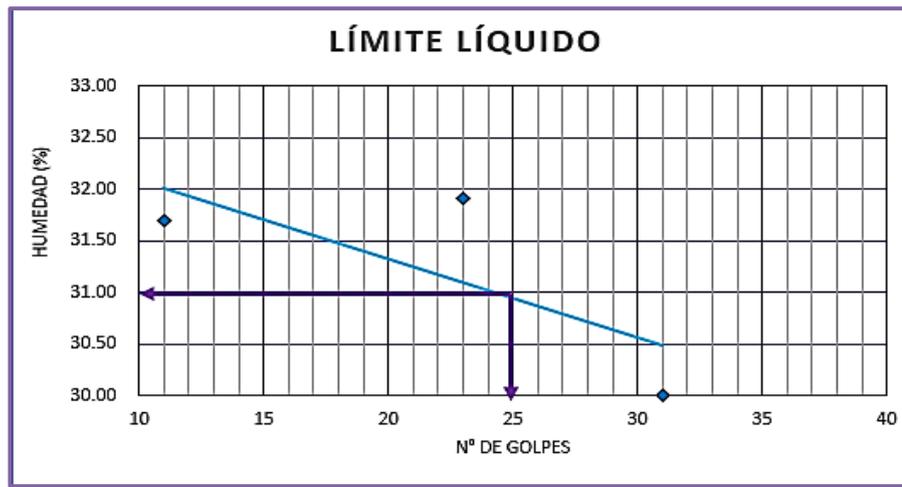


Figura 40: Determinación del límite líquido con adición de Synadenium Grantii.

3.1.5 Ensayo de Compactación de Proctor modificado - ASTM D-1557.

- **Proctor modificado sin Synadenium Grantii.**

Tabla 15

Cálculo del ensayo de Proctor modificado para el material

DESCRIPCIÓN	0% Cemento	5% Cemento	8% Cemento	10% Cemento
Humedad Óptima (%)	8.50%	16.70%	11.80%	18.80%
Densidad Seca Max. (gr/cm ³)	1.59	1.595	1.58	1.56

- **Proctor modificado con Synadenium Grantii.**

Tabla 16

Cálculo del ensayo de Proctor modificado para el material + 10% de Synadedium Grantii

DESCRIPCIÓN	0% Cemento	5% Cemento	8% Cemento	10% Cemento
Humedad Óptima (%)	11.51%	14.10%	13.90%	18.70%
Densidad Seca Max. (gr/cm ³)	1.61	1.58	1.62	1.72

3.2 Ensayos clasificatorios de las unidades de la muestra patrón

3.2.1 Variación Dimensional.

Tabla 17

Cálculo de variación dimensional de la unidad – Patrón.

Descripción	Longitud efectiva (cm)		
	Largo	Ancho	Altura
Longitud efectiva prom L X (mm)	208.800	123.600	75.050
Desviación estándar	0.206	0.096	0.052
Coefficiente de variación	0.043	0.009	0.003
Longitud de fabrica	220.000	130.000	80.000
Variación dimensional	5.09%	4.92%	6.19%

3.2.2 Alabeo.

Tabla 18

Resultado de las medidas de alabeo de la unidad – Patrón.

Muestra	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
ML - 01	-	0.742	-	0.400
ML - 02	-	0.625	-	0.317
ML - 03	-	0.550	-	0.242
ML - 04	-	0.321	-	0.310
ML - 05	-	0.710	-	0.100
ML - 06	-	0.416	-	0.200
ML - 07	-	0.621	-	0.300
ML - 08	-	0.753	-	0.183
ML - 09	-	0.722	-	0.210
ML - 10	-	0.550	-	0.208
PROMEDIO	-	0.601	-	0.247

3.2.3 Absorción.

Tabla 19

Resultado de la absorción de la unidad – Patrón.

Unidad	Wi (kg)	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (kg/m ³)	Absorción %
ML – 01	2.696	3.126	2.687	1020.91	16.35%
ML – 02	2.637	3.083	2.632	1011.20	17.16%
ML – 03	2.855	3.312	2.850	1010.94	16.21%
ML – 04	2.886	3.347	2.879	1015.20	16.24%
ML – 05	2.929	3.371	2.919	1022.67	15.46%
Promedio					16.28%

3.2.4 Succión.

Tabla 20

Resultado de la succión de la unidad – Patrón.

UNIDAD	Pseco (g)	Pmojado (g)	A (cm)	L (cm)	SUCCIÓN (g/min/200cm ²)
ML - 11	2670.00	2810.00	12.30	21.60	105.390
ML - 12	2636.00	2704.00	12.50	21.50	50.605
ML - 13	2863.00	2934.00	12.40	21.60	53.017
ML - 14	2901.00	2964.00	12.20	21.50	48.037
ML - 15	2936.00	3105.00	12.30	21.60	127.221
Promedio					76.854

3.2.5 Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.

Tabla 21

Resultado de la resistencia a compresión de la unidad – Patrón.

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	206.750	123.500	75.250	10.082	255.34	39.485
ML - 02	205.500	125.750	75.000	10.175	258.42	39.374
ML - 03	211.000	124.250	74.500	11.323	262.17	43.190
ML - 04	206.500	122.250	75.000	10.601	252.45	41.993
ML - 05	210.000	123.000	74.500	12.635	258.30	48.916
ML - 06	211.750	122.750	76.000	10.786	259.92	41.497
ML - 07	209.500	123.750	75.500	11.616	259.26	44.805
ML - 08	210.250	124.000	75.250	9.944	260.71	38.142
ML - 09	208.250	123.500	74.250	11.03	257.19	42.887
ML - 10	208.500	123.250	75.250	10.278	256.98	39.996
fb prom (kg/cm²)						42.029
Desviación Estándar						3.167
Coficiente de Variación						10.029
f'b (kg/cm²)						38.862

3.3 Ensayos clasificatorios de las unidades elaboradas con residuos de construcción.

3.3.1 Sin adición de Synadenium Grantii.

a) Variación Dimensional.

Tabla 22

Cálculo de variación dimensional de la unidad – Residuos de construcción.

Descripción	Longitud efectiva (cm)		
	Largo	Ancho	Altura
Longitud efectiva prom L X (mm)	218.80	128.65	84.20
Desviación estándar	0.039	0.056	0.033
Coficiente de variación	0.002	0.003	0.001
Longitud de fabrica	220.00	130.00	85.00
Variación dimensional	0.55%	1.04%	0.94%

b) Alabeo.

Tabla 23

Resultado de ensayo de Alabeo de la unidad – Residuos de construcción.

Muestra	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
ML - 01	-	0.230	-	0.100
ML - 02	-	0.440	-	0.220
ML - 03	-	0.410	-	0.200
ML - 04	-	0.220	-	0.280
ML - 05	-	0.364	-	0.100
ML - 06	-	0.320	-	0.200
ML - 07	-	0.420	-	0.320
ML - 08	-	0.240	-	0.180
ML - 09	-	0.340	-	0.240
ML - 10	-	0.210	-	0.210
PROMEDIO	-	0.319	-	0.205

c) Absorción.

Tabla 24

Resultado de ensayo de Absorción de la unidad – Residuos de construcción.

Unidad	Wi (kg)	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (kg/m ³)	Absorción %
ML – 01	3.680	4.235	3.842	708.96	10.24%
ML – 02	3.678	4.347	3.852	739.79	12.83%
ML – 03	3.656	4.315	3.749	858.25	15.08%
ML – 04	3.677	4.311	3.848	729.42	12.02%
ML – 05	3.586	4.226	3.677	857.92	14.93%
Promedio					13.02%

d) Succión.

Tabla 25

Resultado de ensayo de Succión de la unidad – Residuos de construcción.

UNIDAD	Pseco (g)	Pmojado (g)	A (cm)	L (cm)	SUCCIÓN (g/min/200cm ²)
ML - 11	3680.20	3740.20	12.80	21.80	43.005
ML - 12	3678.40	3837.20	12.80	21.80	70.814
ML - 13	3655.90	3807.70	12.90	21.90	50.830
ML - 14	3676.50	3845.20	12.80	21.90	49.015
ML - 15	3586.10	3735.40	12.90	21.80	63.509
Promedio					55.435

e) **Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.**

Tabla 26

Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 7 días– Residuos de construcción.

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	218.250	128.250	85.000	13.634	279.91	48.709
ML - 02	218.750	128.250	84.250	12.265	280.55	43.718
ML - 03	219.500	129.500	84.250	11.609	284.25	40.840
ML - 04	219.000	128.000	84.000	10.916	280.32	38.941
ML - 05	218.500	129.500	84.250	13.584	282.96	48.007
ML - 06	219.000	128.750	83.750	12.139	281.96	43.052
ML - 07	218.750	129.000	84.000	13.445	282.19	47.646
ML - 08	219.000	128.500	84.250	13.215	281.42	46.959
ML - 09	218.250	128.000	84.000	11.833	279.36	42.358
ML - 10	219.000	128.750	84.250	12.258	281.96	43.474
fb prom (kg/cm²)						44.370
Desviación Estándar						3.307
Coefficiente de Variación						10.937
f'b (kg/cm²)						41.063

Tabla 27

Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 14 días – Residuos de construcción.

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	218.250	128.250	85.000	13.631	279.91	48.699
ML - 02	218.750	128.250	84.250	13.295	280.55	47.390
ML - 03	219.500	129.500	84.250	13.777	284.25	48.467
ML - 04	219.000	128.000	84.000	12.564	280.32	44.820
ML - 05	218.500	129.500	84.250	14.362	282.96	50.757
ML - 06	219.000	128.750	83.750	12.729	281.96	45.144
ML - 07	218.750	129.000	84.000	12.793	282.19	45.335
ML - 08	219.000	128.500	84.250	12.856	281.42	45.683
ML - 09	218.250	128.000	84.000	15.312	279.36	54.811
ML - 10	219.000	128.750	84.250	14.317	281.96	50.776
fb prom (kg/cm²)						48.188
Desviación Estándar						3.217
Coefficiente de Variación						10.351
f'b (kg/cm²)						44.971

Tabla 28

Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 28 días – Residuos de construcción.

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	218.250	128.250	85.000	14.899	279.91	53.229
ML - 02	218.750	128.250	84.250	13.374	280.55	47.671
ML - 03	219.500	129.500	84.250	15.744	284.25	55.387
ML - 04	219.000	128.000	84.000	11.532	280.32	41.139
ML - 05	218.500	129.500	84.250	14.324	282.96	50.622
ML - 06	219.000	128.750	83.750	15.916	281.96	56.447
ML - 07	218.750	129.000	84.000	18.257	282.19	64.698
ML - 08	219.000	128.500	84.250	18.924	281.42	67.246
ML - 09	218.250	128.000	84.000	14.591	279.36	52.230
ML - 10	219.000	128.750	84.250	18.632	281.96	66.080
fb prom (kg/cm²)						55.475
Desviación Estándar						8.450
Coefficiente de Variación						71.398
f'b (kg/cm²)						47.025

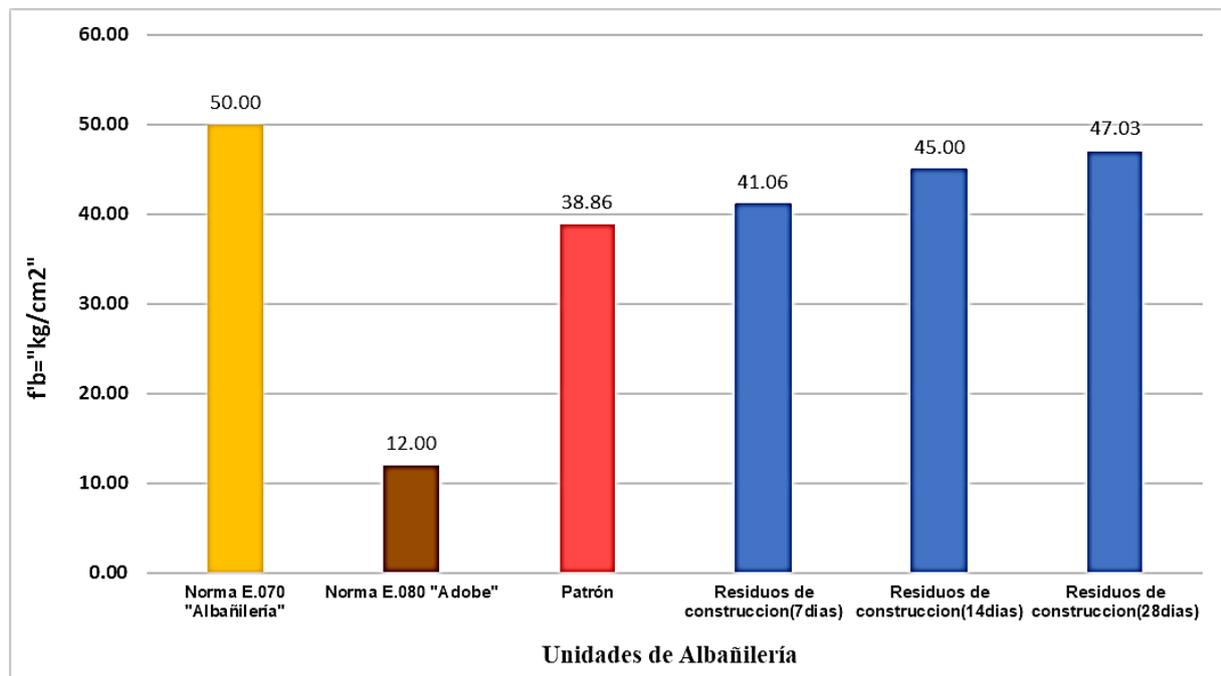


Figura 41: Comparación de la resistencia a compresión de las unidades sin adición de *Synadenium Grantii* a los 7, 14 y 28 días de curado.

Nota: Se puede observar que la resistencia a compresión de la unidad sin adición de *Synadenium Grantii* ha obtenido una resistencia de 47.03 kg/cm² a los 28 días de curado, lo cual supera la resistencia obtenida para la muestra patrón que es una resistencia de 38.86 kg/cm².

3.3.2 Con adición de *Synadenium Grantii*.

a) Variación Dimensional.

Tabla 29

Cálculo del ensayo de variación dimensional de la unidad + Synadenium Grantii.

Descripción	Longitud efectiva (cm)		
	Largo	Ancho	Altura
Longitud efectiva prom L X (mm)	218.725	128.925	84.125
Desviación estándar	0.032	0.043	0.043
Coefficiente de variación	0.001	0.002	0.002
Longitud de fabrica	220.000	130.000	85.000
Variación dimensional	0.58%	0.83%	1.03%

b) Alabeo.

Tabla 30

Cálculo del Ensayo de Alabeo de la unidad + Synadenium Grantii.

Muestra	Cara A		Cara B	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
ML - 01	-	0.252	-	0.100
ML - 02	-	0.515	-	0.300
ML - 03	-	0.380	-	0.220
ML - 04	-	0.300	-	0.110
ML - 05	-	0.460	-	0.100
ML - 06	-	0.420	-	0.300
ML - 07	-	0.280	-	0.300
ML - 08	-	0.225	-	0.150
ML - 09	-	0.422	-	0.200
ML - 10	-	0.520	-	0.210
PROMEDIO	-	0.377	-	0.199

c) Absorción.

Tabla 31

Resultado del ensayo de Absorción de la unidad + Synadenium Grantii.

Unidad	Wi (kg)	Ws (kg)	Wd (kg)	Absorción (kg/m ³)	Absorción %
ML – 01	3.617	4.258	3.862	616.63	10.23%
ML – 02	3.893	4.439	3.996	809.99	11.08%
ML – 03	3.886	4.488	4.031	758.81	11.32%
ML – 04	3.908	4.472	4.019	803.83	11.29%
ML – 05	3.998	4.570	4.086	847.10	11.85%
Promedio					11.16%

d) Succión.

Tabla 32

Resultado del Ensayo de Succión de la unidad + Synadenium Grantii.

UNIDAD	Pseco (g)	Pmojado (g)	A (cm)	L (cm)	SUCCIÓN (g/min/200cm ²)
ML - 11	3616.70	3708.50	12.85	21.60	66.148
ML - 12	3892.50	3965.30	12.90	21.55	52.375
ML - 13	3885.90	3960.50	12.95	21.60	53.339
ML - 14	3908.00	3935.20	12.80	21.50	19.767
ML - 15	3998.20	4056.80	12.85	21.60	42.225
Promedio					46.771

e) **Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.**

Tabla 33

*Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 7 días + *Synadenium Grantii*.*

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	219.000	128.500	84.500	11.356	281.42	40.353
ML - 02	219.000	129.000	83.750	13.116	282.51	46.427
ML - 03	218.250	129.500	84.500	12.095	282.63	42.794
ML - 04	219.250	128.500	84.250	10.975	281.74	38.955
ML - 05	218.750	129.500	84.500	11.564	283.28	40.822
ML - 06	218.750	128.750	84.500	12.923	281.64	45.885
ML - 07	218.250	128.500	84.000	11.756	280.45	41.918
ML - 08	218.750	129.500	83.250	13.859	283.28	48.923
ML - 09	218.500	128.750	84.250	12.713	281.32	45.191
ML - 10	218.750	128.750	83.750	11.908	281.64	42.281
fb prom (kg/cm²)						43.355
Desviación Estándar						3.136
Coefficiente de Variación						9.837
f'b (kg/cm²)						40.218

Tabla 34

*Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 14 días + *Synadenium Grantii*.*

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	219.000	128.500	84.500	12.856	281.42	45.683
ML - 02	219.000	129.000	83.750	13.506	282.51	47.807
ML - 03	218.250	129.500	84.500	12.95	282.63	45.819
ML - 04	219.250	128.500	84.250	11.035	281.74	39.168
ML - 05	218.750	129.500	84.500	13.751	283.28	48.542
ML - 06	218.750	128.750	84.500	11.673	281.64	41.446
ML - 07	218.250	128.500	84.000	12.592	280.45	44.899
ML - 08	218.750	129.500	83.250	11.52	283.28	40.666
ML - 09	218.500	128.750	84.250	12.901	281.32	45.859
ML - 10	218.750	128.750	83.750	11.908	281.64	42.281
fb prom (kg/cm²)						44.217
Desviación Estándar						3.145
Coefficiente de Variación						9.889
f'b (kg/cm²)						41.072

Tabla 35

*Resultado de la resistencia a compresión de la unidad a los 28 días +
Synadenium Grantii.*

Muestra	Lo (mm)	Ao(mm)	Ho(mm)	Carga Máxima (tn)	Ab (cm ²)	fb (kg/cm ²)
ML - 01	219.000	128.500	84.500	14.311	281.42	50.854
ML - 02	219.000	129.000	83.750	18.545	282.51	65.644
ML - 03	218.250	129.500	84.500	14.257	282.63	50.443
ML - 04	219.250	128.500	84.250	13.632	281.74	48.386
ML - 05	218.750	129.500	84.500	11.944	283.28	42.163
ML - 06	218.750	128.750	84.500	12.937	281.64	45.934
ML - 07	218.250	128.500	84.000	14.918	280.45	53.193
ML - 08	218.750	129.500	83.250	12.875	283.28	45.450
ML - 09	218.500	128.750	84.250	12.911	281.32	45.895
ML - 10	218.750	128.750	83.750	15.412	281.64	54.722
fb prom (kg/cm²)						50.268
Desviación Estándar						6.629
Coefficiente de Variación						43.949
f' b (kg/cm²)						43.639

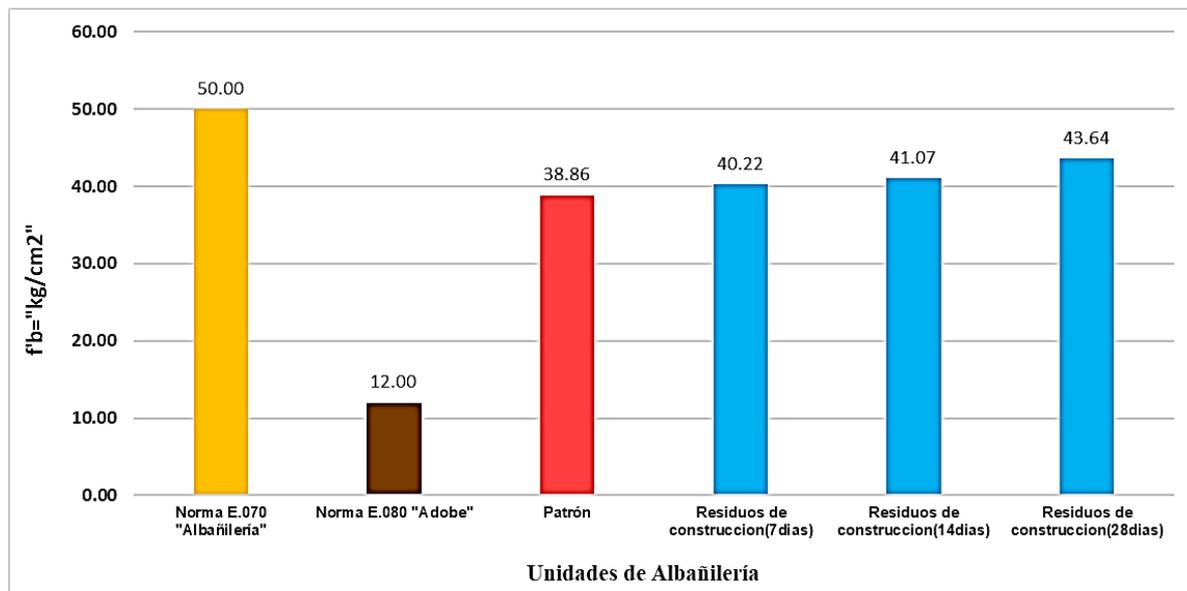


Figura 42: Comparación de la resistencia a compresión de las unidades sin adición de *Synadenium Grantii* a los 7, 14 y 28 días de curado-

Nota: De la misma forma se observa que la resistencia a compresión de la unidad con adición de *Synadenium Grantii* ha obtenido una resistencia de 43.64 kg/cm² a los 28 días de curado, lo cual también supera la resistencia obtenida para la muestra patrón que es una resistencia de 38.86 kg/cm².

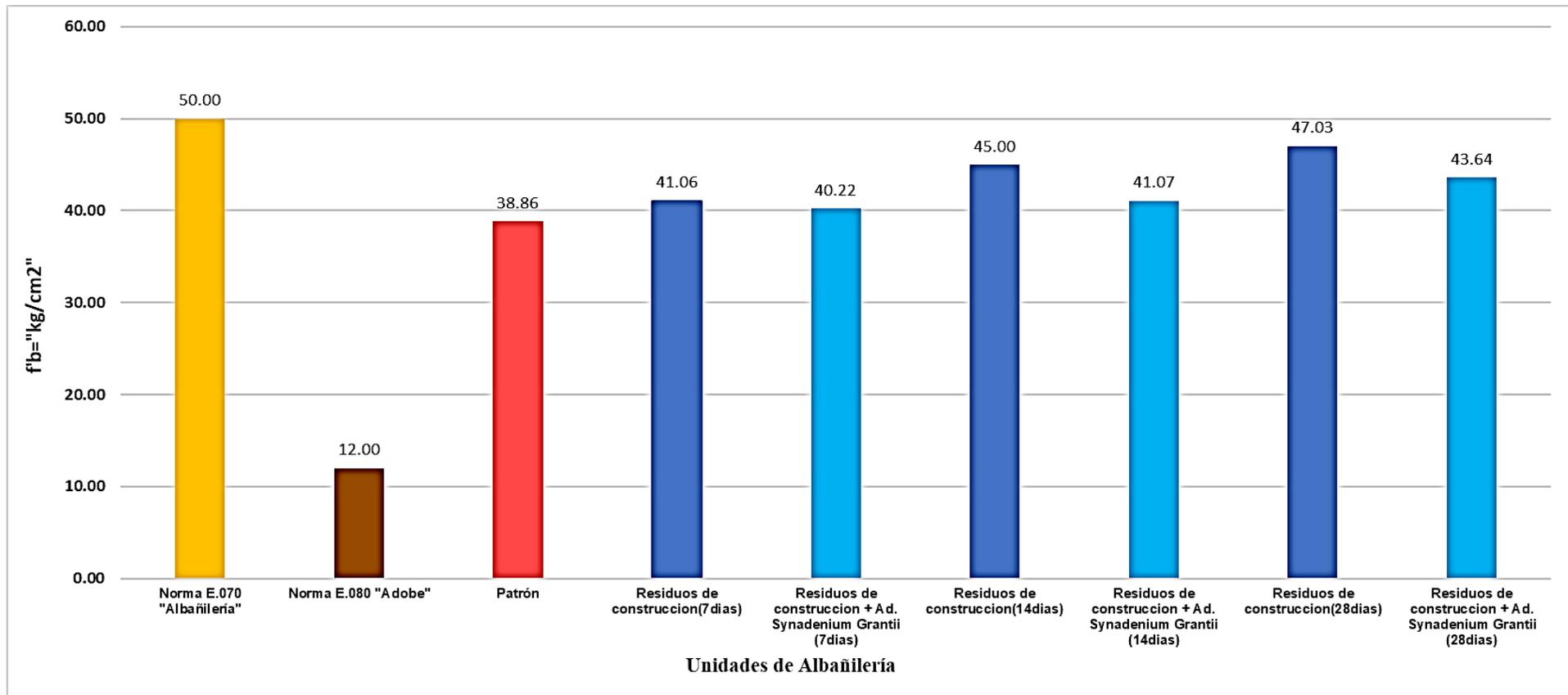


Figura 43: Resumen y comparación de la resistencia a compresión de las unidades con y sin adición de Synadenium Grantii a los 7, 14 y 28 días de curado.

Nota: Finalmente en el gráfico se muestra que las unidades de arcilla tradicionales (patrón) obtuvo una resistencia a la compresión de 38.86 kg/cm² que al ser comparadas con las unidades de albañilería elaboradas y compactadas con la máquina de CINVA RAM utilizando residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii, obtuvieron resultados en su resistencia a compresión de 47.03kg/cm² y 43.64kg/cm² respectivamente, esto indica que son mayores a los establecidos en la Norma E.080 “Adobe”-RNE, ya que el valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 12kg/cm², sin embargo estos resultados son menores a los que establece la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE, cuyo valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 50kg/cm², a su vez se determina que son unidades de TIPO I ya que su resistencia es aproximada a lo establecido en la Norma E.070 “Albañilería” (2006).

Tabla 36

Resumen de los ensayos elaborados a las unidades según la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE.

Ensayos	Unidades de Arcilla tradicional (patrón)	Unidades de Residuos de construcción	Unidades de Residuos de construcción más adición de Synadenium Grantii.
Variación dimensional	5.09%, 4.92%, 6.19%	0.55%, 1.04%, 0.94%	0.58% 0.83% 1.03%
Alabeo	Convexo en ambas caras: 0.601mm y 0.247 mm	Convexo en ambas caras: 0.319mm y 0.205 mm	Convexo en ambas caras: 0.377mm y 0.199 mm
Absorción	16.28%	13.02%	11.16%
Succión	76.854 g/min/200cm ²	55.435g/min/200cm ²	46.771g/min/200cm ²
Resistencia a compresión	38.862 kg/cm ²	47.03 kg/cm ²	43.65kg/cm ²

3.3.3 Análisis estadístico de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de los datos de la variable resistencia a compresión de la unidad que son las tablas N°30, N°37 y N°44, de tal manera se realizó también la prueba de Tukey, para poder observar la diferencia estadística entre la resistencia de cada una de las unidades elaboradas con residuos de construcción CON y SIN adición de Synadenium Grantii. Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 37

Análisis de la varianza de resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	P	Valor crítico para F
Entre grupos	2	919.364	459.682	10.999	0.0003	3.3541
Dentro de los grupos (Error)	27	1128.398	41.792			
Total	29	2047.762				

El nivel de significación estadística (ANOVA) ($0.01 < P < 0.05$), la cual mediante el análisis se determinó que se rechaza la hipótesis nula ya que $P = 0.0003 < 0.05$ lo que significa que existe gran significación estadística en el promedio de la resistencia a

compresión, por ende, se realiza la prueba de Tukey para determinar si algún promedio de esta muestra es diferente.

Tabla 38

Medias de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción adición de Synadenium Grantii.

Grupos	N° muestras	Media (Kg/cm ²)	Desv.Est. (kg/cm ²)	Índice de Confianza de 95%
Unidades sin adición	10	55.4749	6.6294	(50.732; 60.217)
Unidades con adición	10	50.2684	3.1669	(48.003; 52.534)
Patrón	10	42.0285	8.4497	(35.983; 48.073)
Desv. Est. Agrupada = 6.46471				

Mediante el nivel de confianza de 95% se determina los intervalos en base a la media de cada uno de los grupos realizados, intervalo en el cual estará oscilando la media de las muestras.

Según la prueba de tukey la diferencia significativa (HSD) = 7.1347

Tabla 39

Diferencia significativa de los promedios de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

	Unidades SIN adición	Unidades CON adición	PATRON
Unidades SIN adición		5.2065	13.4464
Unidades CON adición	-5.2065		8.2399
PATRON	-13.4464	-8.2399	

Los valores de color azul son aquellos valores mayores a la diferencia honestamente significativa, esto implica que según estos resultados si hay diferencia entre el grupo de unidades sin adición y la muestra patrón. además, en la muestra de las unidades con adición y la muestra patrón.

Tabla 40

Resumen de la información de la resistencia a compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

Grupos	N° muestras	Media (Kg/cm ²)	Agrupación
Patrón	10	42.0285	B
Unidades sin adición	10	55.4749	A
Unidades con adición	10	50.2684	A

Según las comparaciones realizadas los grupos que comparten letra de agrupación, son significativamente iguales ya que su resistencia promedio oscilan en el mismo intervalo de confianza.

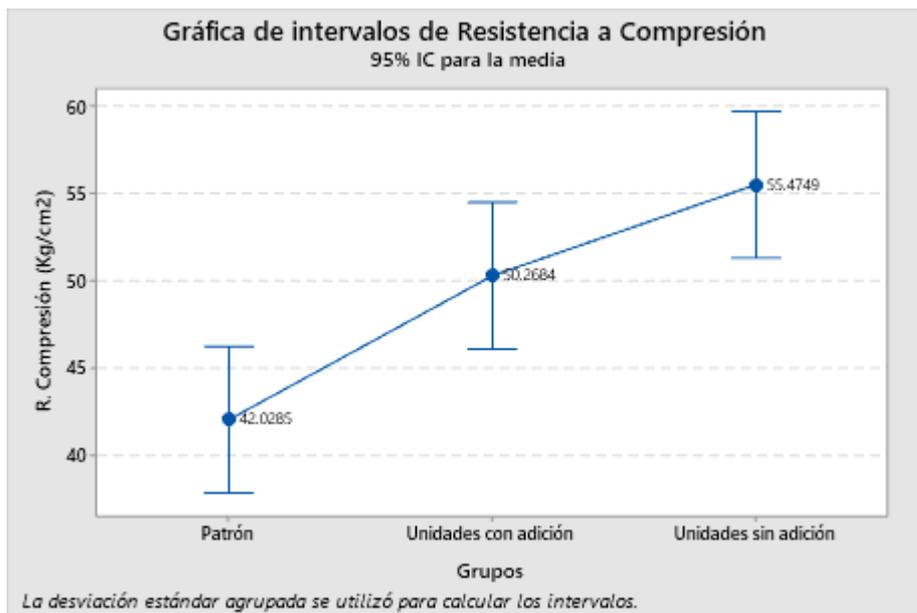


Figura 44: Gráfica de intervalos para la resistencia a la compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

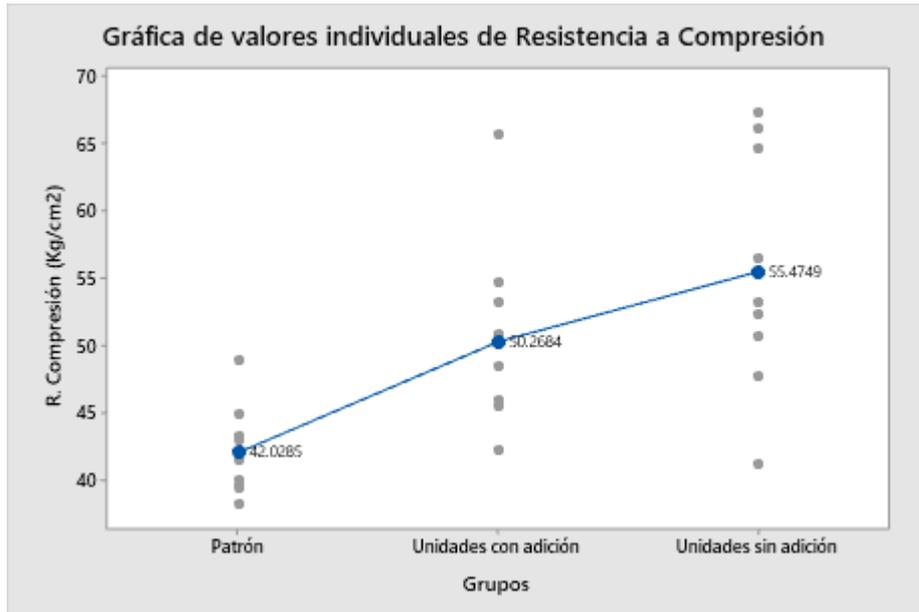


Figura 45: Gráfica de valores individuales de la resistencia a la compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

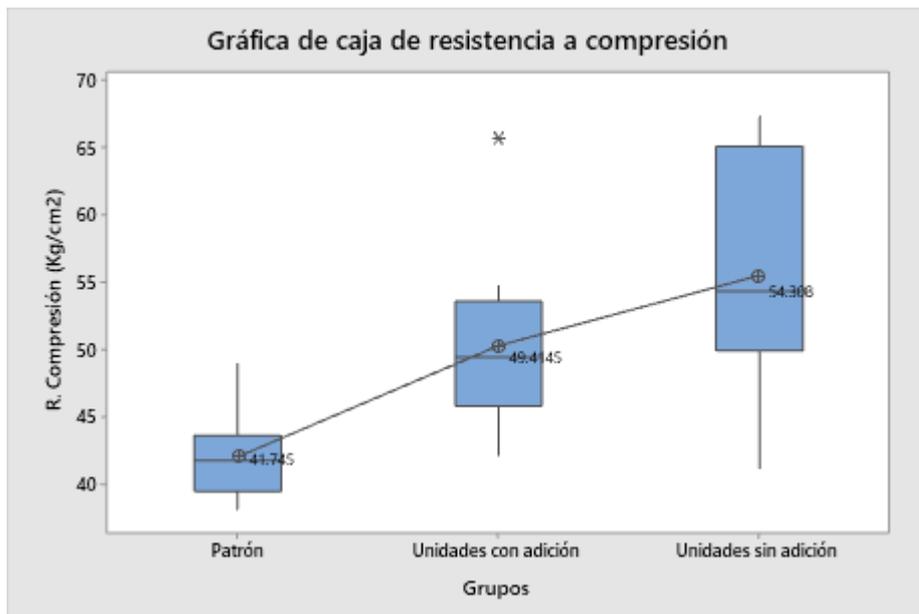


Figura 46: Gráficas de caja de resistencia a la compresión de las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

4.1.1. Limitaciones

- Una de las limitaciones para la elaboración de las unidades con adición de Synadenium Grantii fue a que no se encontraban en gran cantidad dicha planta, además, su comercio es escaso, pero sin embargo en la zona del Centro poblado Santa Bárbara se pudo encontrar la cantidad necesaria para la elaboración de esta investigación, lo cual se tenía que pagar al dueño para la recolección de dicho material. Por otro lado, otra de las limitaciones más importantes fue encontrar un lugar apropiado que pueda triturar el material o incluso una máquina que ayude a dicho proceso de trituración, sin embargo, tampoco se encontró este mecanismo por lo que se tuvo que triturar manualmente haciendo que esto tome más tiempo de lo previsto en el desarrollo de la investigación.

4.1.2. Comparación

Las unidades de arcilla tradicionales (patrón) cuya resistencia obtenida es de 38.86 kg/cm^2 comparando con las unidades de albañilería elaboradas y compactadas con la máquina de CINVA RAM utilizando residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii, obtuvieron resultados en su resistencia a compresión mayores a los establecidos en la Norma E.080 "Adobe"-RNE, ya que el valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 12 kg/cm^2 , sin embargo estos resultados son menores a los que establece la Norma E.070 "Albañilería" (2006) - RNE, cuyo valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 50 kg/cm^2 , entonces los resultados obtenidos para las muestras elaboradas con residuos de construcción, con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días al aire libre, presentaron una resistencia a compresión de 41.06 kg/cm^2 , 45.00 kg/cm^2 y 47.03 kg/cm^2 respectivamente, sin

embargo las unidades elaborados con adición de Synadenium Grantii alcanzaron una resistencia a compresión de 40.22kg/cm², 41.07kg/cm² y 43.64kg/cm² respectivo a los días de curado, por otro lado se demuestra que las unidades elaboradas con residuos de construcción supera su resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón en un 5.66%, 15.81% y 21.02% respectivamente del tiempo de curado, al adicionar Synadenium Grantii también supera su resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón en un 3.49%, 5.68% y 12.29% respectivamente del tiempo de curado, sin embargo esta resistencia baja respecto de las unidades elaboradas sin adición de Synadenium Grantii en un 2.17%, 10.12% y 8.72% respectivamente; lo cual no cumple con la hipótesis planteada ya que disminuye su resistencia.

- Al realizar la comparación los valores de resistencia para ambos casos, el que ha obtenido un mejor comportamiento en la resistencia a compresión de las unidades de albañilería son aquellas elaboradas sin adición de Synadenium Grantii la cual resiste 47.03kg/cm² a los 28 días de curado, pese que esta unidad no alcanza la resistencia mínima según lo establecido en la Norma E.070 "Albañilería" (2006) - RNE, tienen una resistencia y durabilidad aproximada, además es mayor a la resistencia de la muestra patrón 38.86 kg/cm² que son unidades de arcilla más comercializados para las construcciones de viviendas en la zona de Urb. La Molina, Santa Bárbara y alrededores, la cual se determina que son unidades de albañilería TIPO I, ya que se aproxima a la resistencia mínima que establece la Norma E.070 "Albañilería" (2006) - RNE, además si son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas para viviendas de 1 o 2 pisos, evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

- Camacho y Mena. (2018). En Quito afirma en su tesis que para una mezcla suelo-cemento 20% su resistencia compresión es de 57.82kg/cm^2 y para una mezcla suelo-cemento 10% su resistencia compresión de 38.24kg/cm^2 , lo cual al comparar estos resultados con los que se obtenido en esta tesis los valores son mayores en cuanto a la resistencia compresión cuyo resultado es 47.03kg/cm^2 de las unidades elaboradas sin adición y utilizando un 10% de cemento.
- Vargas y Luján (2016), en Bolivia también afirman que los residuos de construcción pueden ser reutilizados, ya que ellos utilizan escombros de una vivienda demolida en el proceso de fabricación de ladrillos determinado la resistencia a compresión de dichas unidades que alcanzan una resistencia de $103,65\text{kg/cm}^2$, lo cual estas unidades pueden ser utilizadas para fines estructurales.
- Rojas (2015). En México afirma que la elaboracion de unidades utilizando residuos de construcción compuesto por restos de excavación (arcilla), residuos de tala y de construcciones triturados, integrados por un aditivo natural que es una mezcla de agua con mucílago de nopal, llegaron a obtener en su gran mayoría una resistencia mayor de 30kg/cm^2 , lo cual al comparar con la resistencia compresión obtenida cuyo resultado es 47.03kg/cm^2 de las unidades elaboradas sin adición y utilizando un 10% de cemento, incluso las unidades elaboradas con adición de synadeniun grantii ya que llegaron a una resistencia de y 43.64kg/cm^2 . Siendo unidades identificadas para uso no estructural.

4.2 Implicancia

La implicancia de la presente investigación es que este estudio realizado sobre la elaboración de unidades de albañilería con residuos de construcción y adición de synadenium grantii, permite visualizar datos científicos determinados en laboratorio para que puedan ser la base en la elaboración o mejora de las propiedades de ladrillos artesanales ya que es un proyecto nuevo y con una implicancia positiva en tanto que podría satisfacer las necesidades de la población a través de una mejora continua.

4.3 Conclusiones

- Se logró determinar la resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos utilizando residuos de construcción cuya resistencia es de 47.03kg/cm^2 y con adición de 10% de Synadenium Grantii obtuvo una resistencia de 43.64kg/cm^2 .
- Se determinó el análisis granulométrico de los residuos de construcción, la cual al no contar con la plasticidad necesaria se consideró colocar un 20% como mínimo de arcilla cruda en el total del material, realizando nuevamente el ensayo se pudo obtener un material óptimo para la elaboración de las unidades que determinando los porcentajes de: 11.08% de arcilla, 28.15% de limo y 67.62% de Arena, los cuales encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma E.080 "Adobe"-RNE, obteniendo un material óptimo para la dichas unidades de albañilería.
- Con el ensayo de Proctor Modificado se pudo obtener la mezcla adecuada para, cemento: suelo: agua: Sin adición (0.45kg: 4.5kg: 846ml) y (con adición 10% Synadenium Grantii 0.45kg: 4.5kg: 759ml), logrando elaborar las unidades de albañilería.

- Se logró elaborar las unidades de albañilería utilizando residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii con la ayuda de la máquina Cinva Ram proporcionada por la Universidad Privada del Norte.
- Mediante la comparación con las unidades patrón, los resultados de clasificación según la Norma E.070 "Albañilería" (2006) - RNE de los ensayos obtenidos para cada una de las unidades elaboradas, se pudo determinar:
 - a) Las unidades elaboradas con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii obtuvieron menor variación dimensional (largo, ancho y alto), que es 0.55%, 1.04%, 0.94% y 0.58% 0.83% 1.03% respectivamente y las unidades de arcilla tradicionales (patrón) obtuvieron 5.09%, 4.92%, 6.19%.
 - b) En cuanto al ensayo de alabeo para las unidades patrón fue de Convexo 0.601mm y 0.247 mm, para las unidades elaboradas con residuos de construcción Convexo en ambas caras: 0.319mm y 0.205 mm y las unidades con adición de Synadenium Grantii fue Convexo 0.377mm y 0.199 mm.
 - c) Las unidades con adición de Synadenium Grantii obtuvo un 5.12% menos absorción en cuanto a las unidades patrón, sin embargo, las unidades sin adición obtuvieron un 3.26% menos absorción que las unidades patrón, pero 1.86% más absorción que las unidades con adición.
 - d) En cuanto a la succión las unidades elaboradas con residuos de construcción sin adición obtuvieron 21.419 g/min/200cm² menos que las unidades patrón, pero 8.664 g/min/200cm² más que las unidades con adición ya que la unidad con adición obtuvo 46.771g/min/200cm².

- e) La resistencia a compresión mayor fue de las unidades elaboradas sin adición ya que alcanzaron una resistencia a compresión de 47.03kg/cm^2 .
- Finalmente, haciendo el uso de análisis de varianza ANOVA y prueba de TUKEY, se demostró que la nueva técnica de utilización de Synadenium Grantii no mejora la resistencia a compresión ya que reduce el porcentaje de resistencia a compresión. En cuanto al Análisis de Varianza (ANOVA), el valor de probabilidad es igual a 0.0003 que viene a ser menor que 0.05 ($P < 0.05$), entonces se concluye que existe alta significación estadística, por lo tanto, algún promedio los grupos analizados tiene una gran dispersión estadística. Según Tukey, se observa que el grupo que mostró mayor dispersión estadística en cuanto a la resistencia a la compresión fue la muestra patrón con valor de 38.86 kg/cm^2 y con respecto a las muestras de las unidades elaboradas sin adición y con adición de 10% de Synadenium Grantii fueron estadísticamente similares teniendo valores de, 43.64kg/cm^2 y 47.03kg/cm^2 respectivamente. los mismos que superan la resistencia mínima de 12 kg/cm^2 establecida por la Norma E.080 "Adobe"-RNE.

REFERENCIAS

- Alcántara Chávez, P. (2018). *Resistencia a compresión axial del ladrillo de concreto clase III al reemplazo de porcentajes en 0.5%, 1% y 1.5% de papel reciclado (Tesis de licenciatura)*. Cajamarca – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/14060>
- Altamirano Príncipe, J. A., Bullon Westreicher, O. D., Chiok Mesa , F. A., & Salvatierra Arias, J. (2017). *Ladrillos ecológicos con material reciclado PET*. Lima - Perú.
- Amorós García, M. (2011). Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal. (B. E. Edificación, Recopilador) Madrid, España. Obtenido de <http://oa.upm.es/9058/>
- Becerra Rodríguez, M., Franco Baltazar , Á., Hernández Hernández, A., & López Navarro, I. (2018). *Prácticas ecológicas con tabiques*. Querétaro, México.
- Cabo Laguna, M. (2011). *Ladrillo Ecológico como material sostenible para la construcción*. España.
- Camacho, A., & Mena, M. J. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*. Quito.
- Chino Ruiz, L. A., & Mathios Castro, A. C. (2020). *Elaboración de ladrillos Ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruru (Armoniosa Coccinea) de las industrias madereras en Ucayali*. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4305>
- Cruz Garcia, H. (2019). *Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto*. Trujillo – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/21165>

- Cruzado Ruíz, J. L. (2018). Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento. Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3544>
- Cubas Luna, C. (2017). *Determinación de las propiedades físico - mecánicas de ladrillos de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Cutervo*. JAÉN – CAJAMARCA - PERÚ: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1105>
- Diario Norte. (2019). *Los Ladrillos*. Argentina: Editorial Chaco S.A. Carlos Pellegrini 744 - Resistencia - Chaco .
- Domínguez, A., Muñoz, V., & Muñoz, L. (2017). *Impact of using lightweight eco-bricks as enclosures for individual houses of one story on zones of high seismicity*. Bogotá.
- Durand Orellana, R., & Benites Gutiérrez, L. (2017). *Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible*. Trujillo: Departamento Académico de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Eduardo Palomino, C. L., & Zegarra Lazo, C. E. (2015). *Tabiquería Ecológica, Empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción* . PERU.
- Ez-zaki, H., Diouri, A., Bouregba, A., Amor, F., Chhaiba, S., Sassi, O., & El Rhaffari, Y. (2018). Ladrillos ecológicos elaborados a partir de residuos de carbón de la minería marroquí Jerrada Mining. Rabat, Marruecos. doi:<https://doi.org/10.1051/mateconf/201814901043>
- Flores, V., Rojas, J., Torres, R., Vallejos, R., Flores, P., & Fillores, M. (2014). *Ciencias Tecnológicas y Agrarias T-I Handboo "Mezclas de cemento y agregados de plastico*

- para la construcción de viviendas ecológicas"*. (M. Ramos, Ed.) Sucre, Bolivia: ECORFAN. Obtenido de <http://www.ecorfan.org/handbooks/>
- Gaggino , R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. *Recycled Plastic Bricks and Panels For Selfconstruction*. Santiago, Chile: Instituto de la Vivienda – INVI. Obtenido de <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/446/955>
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera ed.). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial. Obtenido de <https://aportealaingcivil.blogspot.com/2016/05/albanileria-estructural-gallegos.html>
- Gareca Apaza, M. L. (22 de Junio de 2020). Nuevo Material Sustentable: Ladrillos Ecológicos a Base de Residuos Inorgánicos. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Vol. 18(Núm. 21). Obtenido de <http://revistas.usfx.bo/index.php/rcti/article/view/366>
- Gonzales Armas, R. (2016). "*Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de PET en diferentes porcentajes*. Cajamarca – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/11240>
- Grandéz Flores , G. (2010). *La planta de la vida Synadenium grantii*. Pucallpa, Perú. Obtenido de <https://kukuprojekt.files.wordpress.com/2014/08/libro-synadenium-grantii-hook.pdf>
- Huang Yunhong, L. (2017). *Ladrillos ecológicos respetuosos con el medio ambiente y su método de preparación (chino)*. Europäisches Patentamt.
- Lamrani, M., Khalfaoui, M., Laaroussi, N., & Khabbazi, A. (2018). Caracterización térmica de un nuevo material de construcción efectivo a base de residuos de arcilla y oliva. Ciudad de Marruecos, Sale, Maroc. doi:<https://doi.org/10.1051/mateconf/201814902053>

- Leiva Deantonio, D. E., & Duván Reyes, J. (2017). *Ladrillos Ecológicos: Una Estrategia Didáctica*. SEVILLA.
- Lopez Manrique, N. I., Salamanca Viancha, M. F., Cuervo Cañón, D. M., & Quito Quito, A. (2017). *Elaboración ladrillos Ecológicos usando lodos generados del proceso de lavado de arenas silíceas*. Bogotá.
- López Ramírez, S. M. (Julio de 2018). Reutilización de residuos sólidos construcción con Eco-Ladrillos en un entorno rural educativo. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Martínez Amariz, A. D., & Cote Jiménez, M. L. (11 de Noviembre de 2014). Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET. *Inge CUC, Vol. 10*, Pag. 76–80. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/493>
- Mendoza Salinas, L. (2017). *Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas*. Trujillo – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13431>
- Miranda de la Fuente, L. (2017). *El "ladrillo ecológico" como nuevo material para la construcción sustentable*. Quito.
- Moreno Mora, J., Pozo García, C. P., & Nájera, F. (2011). (J. Ramos, Ed.) *Revista Perfiles, de la Facultad de Ciencias, ESPOCH Año XV(Num. 8)*, Pag. 16-20.
- Moreno Palacios, L. A., & Ponce Vargas, K. D. (2017). *Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería ecológica a base de papel reciclado*. Trujillo-Perú. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3593>
- Muñoz Gutierrez de Aguilar, M. C. (2017). *Resistencia característica a compresión Axial de ladrillo de concreto al incorporar Ceniza de cáscara de arroz*. Cajamarca – Perú:

- Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/12675>
- Neuwinger, H. (1994). *African Ethnobotany: Poisons and Drugs*. Alemania: Chapman&Hall.
- Ortega Moreno, J. (2015). *Manual de hornos eficientes en la industria ladrillera*. Eficiencia Energética en Ladrilleras de América Latina. Obtenido de <https://docplayer.es/51242636-Manual-de-hornos-eficientes-en-la-industria-ladrillera.html>
- Otero Ríos, J. L., & Calderón Triana, H. A. (2019). *Fabricación de máquina prensadora mecánica Cinva RAM*.
- Pacheco Flórez, C. A., & Severiche Cruz, J. G. (2015). "Plan de negocios para la producción, comercialización de ladrillos ecológicos – ecoladrillo". Bucaramanga, Santander.
- Páliz Hidalgo, D. C. (2015). Factibilidad del uso del Raquis de Palma Africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos. Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4066>
- Peisino, L. E., Kreiker, J. R., Gaggino, R., Sanchez Amono, M. M., Gonzalez Laria, J., & Gómez, M. G. (2017). Plástico reciclado: Ladrillos. Una alternativa inclusiva y sustentable para municipios y emprendedores. *CONICET - Centro Experimental de la Vivienda Economica (CEVE)*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/65821>
- Pozo García, C. P. (25 de Febrero de 2012). Aprovechamiento del Bagazo de Caña de Azúcar en la Fabricación de Bloques Ecológicos para Mampostería Liviana. Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1631>
- Quijano B., L., Díez Silva, M., Montes Guerra, M., & Castro Silva, H. (2014). Implementación de procesos sostenibles vinculando industrias regionales: reciclaje de residuos siderúrgicos como proyecto de cambio de la mampostería en Boyacá.

Escuela De Administración De Negocios(Núm. 77), Pag. 82-103.

doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n77.2014.817>

Ramón Valencia, B., & Moreno Rojas, J. (2018). *Estudio de materiales precursores del reciclaje y sus atributos mecánicos con aplicación al diseño y fabricación de Ladrillo Ecológico*. Colombia.

Reinoso , E., Vergara , L., Ronquillo, D., & Hernández, Á. (2017). *Elaboración de Ladrillos Ecológicos a base de Polietileno*. Ecuador.

Reyes Cantor, D. S., & Contreras Alfon, C. S. (2015). Caracterización Físico - Mecánica del Adoquín con Lodos Papeleros Residuos de la Fabricación de Papel. Bogotá, Colombia. doi:10.13140/RG.2.1.4757.9366

Rojas Valencia, María Nefthalí. (2015). *Fabrican en la UNAM Ecoladrillo con Residuos de Construcción*. Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM, México.

Rojas Vargas, J., & Vidal Toche, R. A. (13 de Octubre de 2014). Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados. Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5618>

San Bartolomé, Á. (2008). *Comentarios de la Norma Técnica de Edificación E.070 "Albañilería"*. Lima, Perú: SENCICO.

Serrano Guzmán, M. F., Pérez Ruiz, D. D., Torrado Gómez, L. M., & Hernández, N. D. (2017). Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable: una práctica. *vol. 20, núm. 1*, 131-138. Lima, Perú.

Toirac Corral, J. (Octubre-Diciembre de 2008). El suelo - cemento como material de construcción. *Ciencia y Sociedad, vol. XXXIII(núm. 4)*, pp. 520-571. Caribe: Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87012672003>

Valero Lozano, A. J., Vargas Vargas, N. R., & Vargas, J. A. (2015). *Ecobrick ladrillo ecológico a base de papel reciclado para muros divisorios*. Universidad Gran Colombia, Bogotá.

Vargas Meneses, R., & Luján Pérez, M. (2016). Estudio de Caracterización y Propuestas de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba. Bolivia. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892016000200004

Villafuerte Quispe, M. M. (2015). Plan de negocios para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos en Lima Metropolitana. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/581916>

Zhang, X. (2020). *Estudio de la viabilidad de un proyecto empresarial para la producción de ladrillos ecológicos*. Valencia-España: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/158262>

Decretos y Normas:

Decreto Legislativo N°1013. (14 de mayo de 2008). La Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente. Lima, Perú: El Peruano.

Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA. (2013). Lima, Perú.

Decreto Supremo N°019 - Vivienda. (2016 (Modifica D.S. N° 003-2013)). Reglamento para la gestión y manejo de residuos sólidos de las actividades de la demolición . Lima, Perú.

Norma E. 070. (2006). ALBAÑILERIA. *Resolución Ministerial N° 011-2006-VIVIENDA*. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Norma E. 080. (07 de abril de 2017). ADOBE. Lima, Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Norma Técnica Peruana 399.613. (2005). Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (INDECOPI).

Norma Técnica Peruana N°331.017. (2003 (revisada el 2015)). *"UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos"*. Lima, Perú: Dirección de Normalización - INACAL.

Resolución Ministerial N° 121-2017-Vivienda. (03 de Abril de 2017). Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Panel Fotográfico.

ANEXO N° 2. Protocolos de laboratorio.

ANEXO N° 1. Panel Fotográfico.



Figura 47: Realizando la demolición de los residuos de construcción.



Figura 48: Realizando el licuado de las hojas de *Synadenium Grantii*.



Figura 49: Realizando el ensayo análisis granulométrico por el método de Sifonaje.



Figura 50: Realizando la adición de Synadenium Grantii.



Figura 51: Desarrollo del ensayo de Plasticidad.



Figura 52: Desarrollo del ensayo de Proctor Modificado



Figura 53: Muestra compactada en el Ensayo de Proctor Modificado



Figura 54: Muestra de *Synadenium Grantii*.



Figura 55: Mezcla adecuada para la elaboración de las unidades.



Figura 56: Colocación de la muestra en la máquina Cinva Ram



Figura 57: Compactación, enrase y desmoldamiento de la unidad.



Figura 58: Unidades elaboradas con la máquina Cinva Ram.



Figura 59: Parte de las muestras elaboradas con la máquina Cinva Ram



Figura 60: Asesor Ing. Tulio Guillén Sheen..



Figura 61: Ladrillera del centro poblado Santa Bárbara. (Muestras patrón).



Figura 62: Ensayos de las unidades de arcilla (patrón). Según la Norma E.070 "Albañilería" (2006) - RNE



Figura 63: Ensayo de variación dimensional de la unidad elaborada de residuos de construcción.



Figura 64: Ensayo de alabeo de la unidad elaborada de residuos de construcción.



Figura 65: Ensayo de Absorción de la unidad elaborada de residuos de construcción.



Figura 66: Ensayo de Succión de la unidad elaborada de residuos de construcción.



Figura 67: Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad, elaborada de residuos de construcción a los 7 días de curado.



Figura 68: Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad, elaborada de residuos de construcción a los 14 días de curado.



Figura 69: Ensayo de la resistencia a compresión de la unidad, elaborada de residuos de construcción a los 28 días de curado.

ANEXO N° 2. Protocolos de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTSF-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:		ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL: Residuos de Construcción Preparado
UBICACIÓN:	Dpto. La Molina		COLOR DE MATERIAL: naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28 / 10 / 2019	RESPONSABLE:	Mori Gil, Deisy Magali
FECHA DE ENSAYO:	28 / 10 / 2019	REVISADO POR:	

Peso de muestra seca; Ws	100	gr
---------------------------------	-----	----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE			
Malla	Malla (mm)	P.R.P	% RP
N°10	2,00	0	0
N°40	0,42	39.38	39.38
N°200	0,074	39.47	39.47
Limo	0,002	17.07	17.07
Arcilla	0,0002	17.08	17.08
Total		100.00	100.00

CURVA GRANULOMÉTRICA POR SIFONAJE

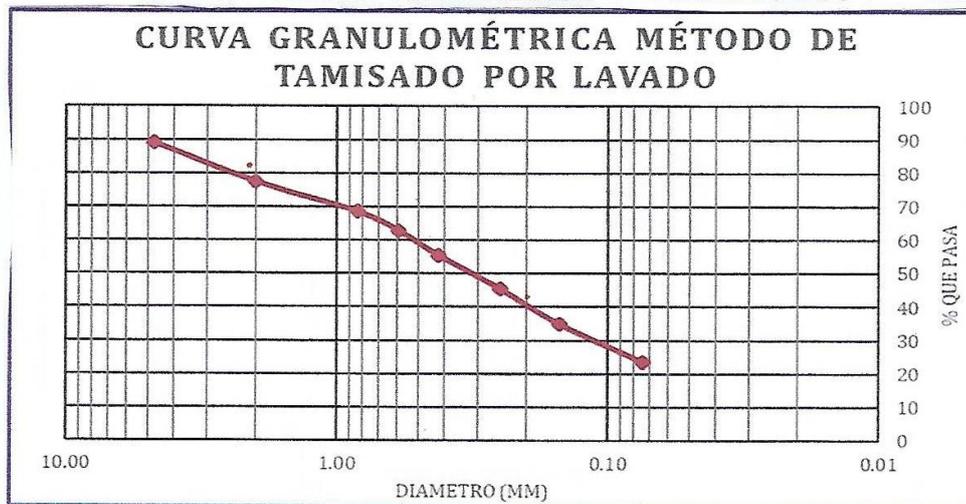
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS <small>Laboratolagos especializados UPN-C</small>	NOMBRE: <i>[Firma]</i>
FECHA:	FECHA: 19 / 10 / 2019	FECHA: 10 / 12 / 2019

Figura 70: Protocolo de Ensayo de Análisis granulométrico por el método del sifonaje. ASTM-D421.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421		AGTL-LS-UPNC:
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:		ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL: Residuos de Construcción Preparada
UBICACIÓN:	Urb. La Molina	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/19	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	26/10/19	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen.

Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	54.90	10.98	10.98	89.02
Nº10	2	57.80	11.56	22.54	77.46
Nº20	0,84	44.50	8.90	31.44	68.56
Nº30	0,59	28.40	5.68	37.12	62.88
Nº40	0,42	36.90	7.38	44.50	55.50
Nº60	0,25	49.60	9.92	54.42	45.58
Nº100	0,15	53.10	10.62	65.04	34.96
Nº200	0,074	56.70	11.34	76.38	23.62
Perdida	Lavado	148.10	23.62	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLY CASAS Laboratorios especializados UPN.C	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 19-11-19	FECHA: 03-12-19

Figura 71: Protocolo de Ensayo de Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado. ASTM D421.

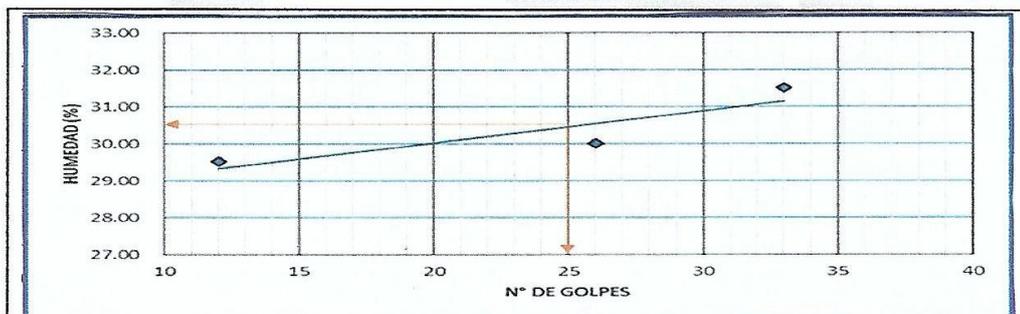
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019			
CALICATA:		ESTRATO:	5m Adición	TIPO DE MATERIAL:	Residuos de construcción Preparado
UBICACIÓN:		Urb. La Molina		COLOR DE MATERIAL:	Naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	25/10/2019			RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	25/10/2019			REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen
Temperatura de Secado			Método		
60 °C / 110 °C / Ambiente			Horno 110 ± 5 °C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		Nº1	Nº2	Nº3
B	Peso del Recipiente	gr	23.70	23.10	23.50
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	193.70	192.60	189.40
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	185.80	184.40	180.50
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	7.90	8.20	8.90
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	162.10	161.30	157.00
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	4.81	5.08	5.67
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.21		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil		NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS		NOMBRE: Tulio Guillén Sheen	
FECHA: 26/10/19		FECHA: 19/10/19		FECHA: 103-12-19	

Figura 72: Protocolo de Ensayo de contenido de humedad – MTC E 108/ ASTM D2216/ TP 339.127.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111		LP-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:	ESTRATO:	Sí Adición	TIPO DE MATERIAL:	Residuos de construcción Preparado
UBICACIÓN:	Urb. La Molina	COLOR DE MATERIAL:		naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2019	RESPONSABLE:		Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	26/10/2019	REVISADO POR:		Ing. Tulio Guillén Sheen.

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	N° 1	N° 2	N° 3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	41.00	30.40	37.50		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	37.90	28.60	35.20		
D	Peso de Recipiente	gr	27.40	22.60	27.90		
E	Peso del Agua	gr	3.10	1.80	2.30		
F	Peso Suelo Seco	gr	10.50	6.00	7.30		
G	Número de Golpes	N	12	26	33		
H	Contenido de Humedad	%	29.52	30.00	31.51		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	N° 1	N° 2	N° 3		
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	31.50	34.80	33.80		
C	Suelo Seco + Tara	gr	31.00	33.90	32.70		
D	Peso de Tara	gr	28.00	27.20	26.20		
E	Peso del Agua	gr	0.50	1.00	1.10		
F	Peso Suelo Seco	gr	3.00	6.60	6.50		
G	Contenido de Humedad	%	16.67	15.15	16.92		
H	Promedio Límite Plástico		16.25 %				



OBSERVACIONES:

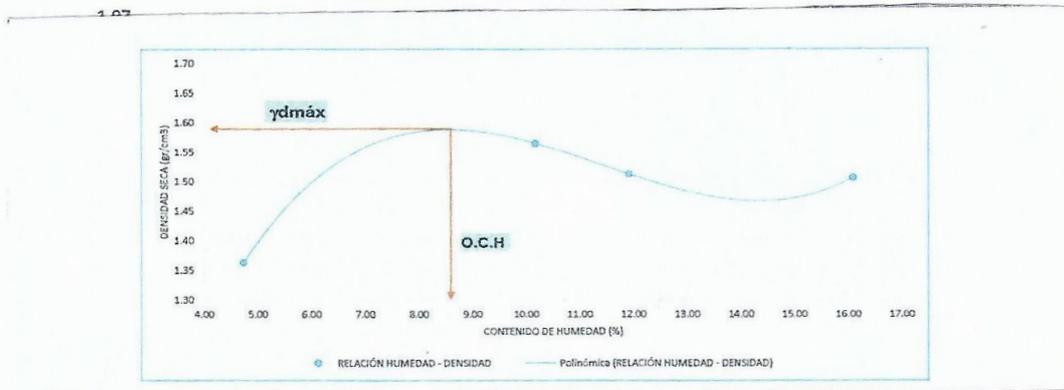
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA: 27/10/19	FECHA: 14/11/19 Laboratorios especializados UPN-C	FECHA: 03-12-19

Figura 73: Protocolo de Ensayo de Límites de Plasticidad – NTP E 339.130 – MTCNTP E111/ASTM D4318.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:		ESTRATO: Sin Adición	TIPO DE MATERIAL: Residuos de construcción preparado
UBICACIÓN:	Urb. La Molina	COLOR DE MATERIAL:	Naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5507.5	5775.3	5756.2	5808.1	5808.1	5808.1	5808.1	5808.1
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1337.2	1615.0	1585.9	1637.8	1637.8	1637.8	1637.8	1637.8
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.43	1.72	1.59	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	26.6	28.0	26.6	28.0	27.2	27.3	24.5	27.3
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	107.2	112.9	97.2	92.9	123.5	135.4	117.5	125.4
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	104.8	107.8	90.8	86.8	117.8	123.8	105.2	112.1
K	Peso del Agua	gr	2.40	5.1	6.40	6.10	10.7	11.6	13.3	13.3
L	Peso Muestra seca	gr	78.2	79.8	64.2	58.8	90.6	96.5	80.7	84.8
M	Contenido de Humedad W%	%	3.07	6.39	9.97	10.37	11.81	12.02	16.48	15.68
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	4.73		10.97		11.92		16.08	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.36		1.56		1.51		1.51	

CURVA DE COMPACTACIÓN



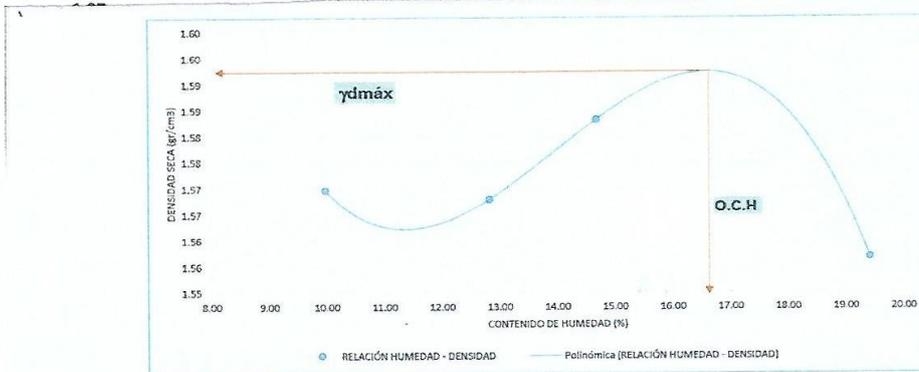
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios especializados UPN-C	NOMBRE: [Firma]
FECHA: 28-10-19	FECHA: 28-10-19	FECHA: 03-12-19

Figura 74: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 0% de cemento - ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC:
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:	ESTRATO: Sin Adición	TIPO DE MATERIAL:	Residuos de construcción + 5% cemento
UBICACIÓN:	Orb. La Molina	COLOR DE MATERIAL:	naranja oscuro.
FECHA DE MUESTREO:	28/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5788.00	5828.00	5871.80	5912.50	5871.80	5912.50	5871.80	5912.50
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1617.70	1657.70	1701.50	1742.20	1701.50	1742.20	1701.50	1742.20
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.73	1.77	1.82	1.86	1.82	1.86	1.82	1.86
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	23.40	27.5	23.4	27.3	22.5	22.5	27.4	27.5
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	113.20	116.4	114.4	109.4	101.0	101.0	111.1	121.0
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	105.10	108.3	104.6	94.1	91.4	91.4	97.9	105.4
K	Peso del Agua	gr	8.10	8.10	9.80	10.3	9.6	9.6	13.2	15.6
L	Peso Muestra seca	gr	81.30	80.80	75.20	86.8	68.9	68.9	70.2	77.9
M	Contenido de Humedad W%	%	9.91	10.02	12.86	15.42	13.93	13.93	18.8	20.03
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	9.97		12.82		14.68		19.41	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.57		1.57		1.58		1.56	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

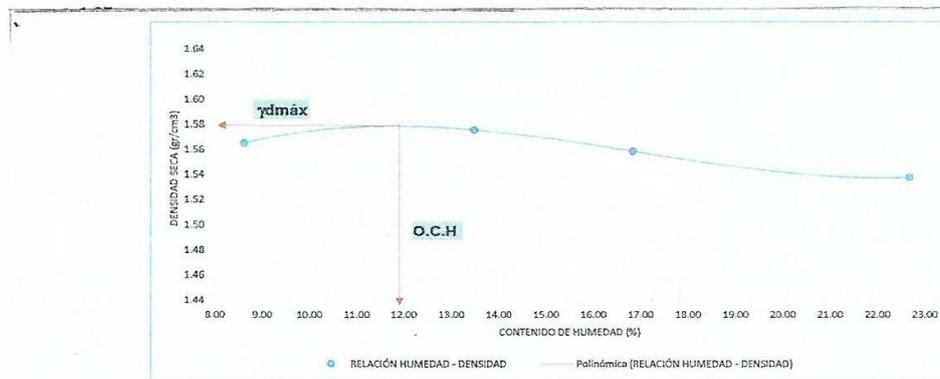
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA: 28/10/2019	FECHA: 28/10/2019	FECHA: 28/10/2019

Figura 75: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 5% de cemento - ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:		ESTRATO: Sin Adición	TIPO DE MATERIAL: Residuos de Construcción + 8% cemento
UBICACIÓN:	Vib. La Molina.		COLOR DE MATERIAL: naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28/10/19		RESPONSABLE: Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/19		REVISADO POR: Ing. Tulio Guillén Sheen

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3		4170.3		4170.3		4170.3	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5762.9		5845.8		5876.5		5937.6	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1592.6		1675.5		1706.2		1767.3	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22		937.22		937.22		937.22	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.70		1.79		1.82		1.89	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	23.1	23.1	29.1	29.1	21.9	21.4	27.4	21.4
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	100.8	98.4	99.4	82.4	90.5	109.3	90.5	101.3
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	94.2	92.90	91.6	75.1	79.7	97.7	78.1	86.7
K	Peso del Agua	gr	6.60	5.50	7.80	7.30	10.8	11.6	11.8	14.6
L	Peso Muestra seca	gr	70.5	69.8	62.5	50.4	58.5	76.3	51.3	65.3
M	Contenido de Humedad W%	%	9.36	7.88	12.48	14.48	18.46	15.20	23.0	22.36
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	8.62		13.48		16.83		22.68	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.56		1.58		1.56		1.54	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

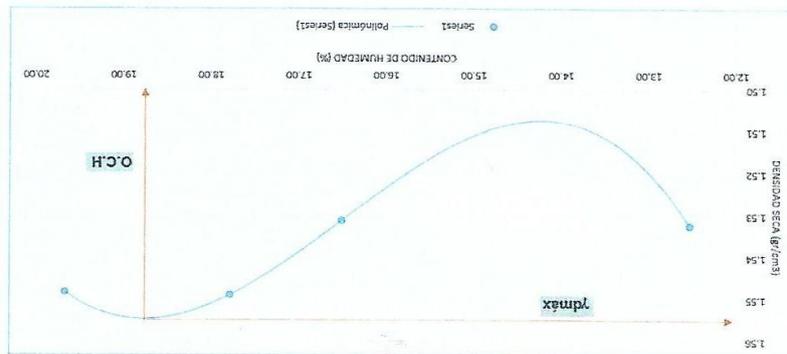
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorios Especializados UPN-C	NOMBRE:
FECHA	FECHA: 19-11-19	FECHA: 03-12-19

Figura 76: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 8% de cemento - ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019	
CALICATA:	ESTRATO:	Sin Adición	TIPO DE MATERIAL: Residuos de construcción preparados + 10% cemento
UBICACIÓN:	Orb. La Molina.	COLOR DE MATERIAL:	Naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Nagali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5786.3	5842.2	5842.2	5880.10	5906.8	5906.8	5906.8	5906.8
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1616.00	1671.9	1671.9	1709.8	1736.5	1736.5	1736.5	1736.5
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.72	1.72	1.72	1.82	1.85	1.85	1.85	1.85
G	Recipiente	N°	a b		a b		a b		a b	
H	Peso Recipiente	gr	23.1	23.8	27.9	27.6	22.2	21.2	23.3	21.2
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	102.2	109.6	84.1	86.9	92.4	95.1	103.7	102.1
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	94.1	99.3	75.4	79.3	81.1	84.7	90.5	93.8
K	Peso del Agua	gr	8.1	10.3	8.7	7.6	11.3	10.4	13.2	14.3
L	Peso Muestra seca	gr	71.0	75.5	47.5	51.7	58.9	63.5	67.2	72.6
M	Contenido de Humedad W%	%	11.41	13.64	18.32	14.7	19.19	16.38	19.64	19.70
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	12.43		16.31		17.78		19.67	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.53		1.53		1.55		1.55	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

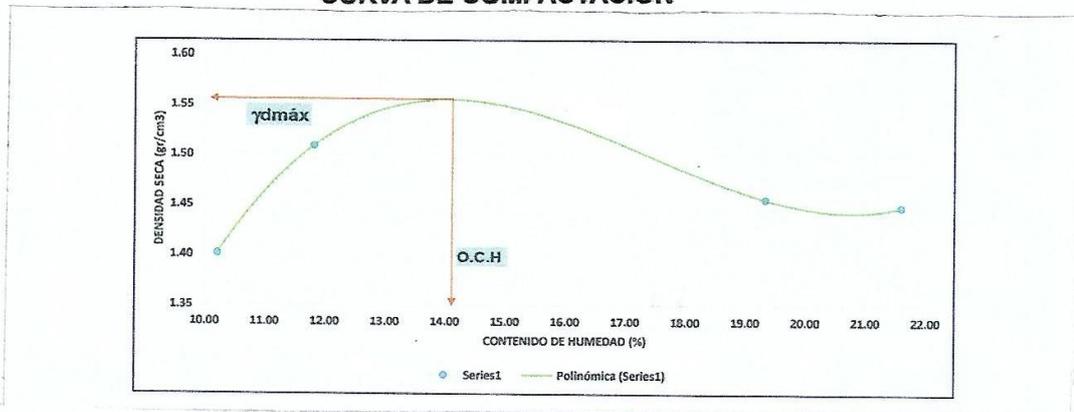
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Nagali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TEJO CASAS Laboratorios especializados UPN-C	NOMBRE:
FECHA: 28/10/2019	FECHA: 19/11/2019 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FECHA: 03-12-19

Figura 77: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 10% de cemento - ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:		ESTRATO: ^{con} Adición	TIPO DE MATERIAL: Residuos de construcción preparado + Synadenium grantii
UBICACIÓN:	Urb. La Molina	COLOR DE MATERIAL:	naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Julio Guillén Sheen

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3		4170.3		4170.3		4170.3	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5617.5		5751.2		5798.2		5820.3	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1447.2		1580.9		1627.9		1650.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22		937.22		937.22		937.22	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.54		1.69		1.74		1.76	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	75.3	74.8	26.3	25.3	24.1	24.3	39.6	40.2
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	127.1	112.9	107.2	92.9	109.1	92.9	118.5	115.3
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	123.1	108.8	98.6	85.8	96.2	81.1	105.2	101.3
K	Peso del Agua	gr	4.0	4.1	8.6	7.1	12.9	11.8	13.3	14.0
L	Peso Muestra seca	gr	97.8	84.0	72.3	60.5	72.1	56.2	65.6	61.1
M	Contenido de Humedad W%	%	8.37	12.06	11.89	11.74	17.89	20.77	20.27	22.91
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	10.21		11.82		14.33		21.59	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.40		1.51		1.46		1.45	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

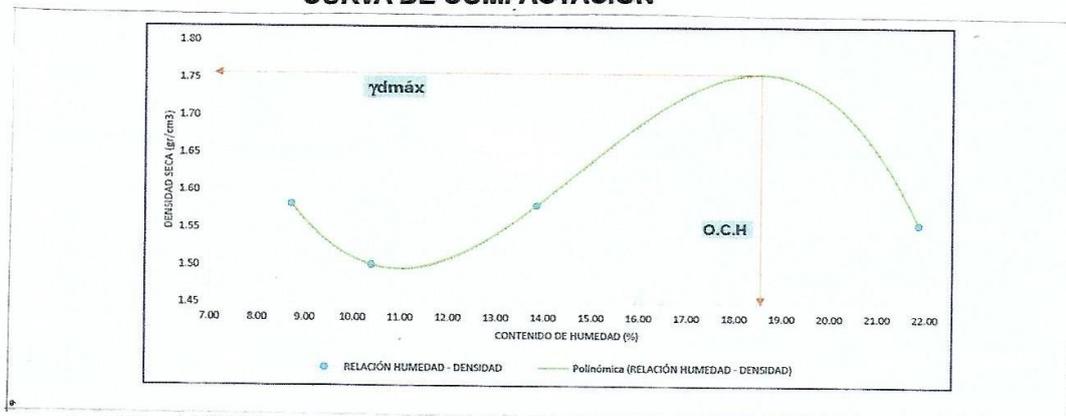
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELZO CASAS Laboratorios especializados UPN-C	NOMBRE: Julio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 29-10-19	FECHA: 03-12-19

Figura 78: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 0% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:	
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:	ESTRATO: <i>Con Adición</i>	TIPO DE MATERIAL:	<i>Residuos de construcción Preparado + 5% cemento + Synadenium Grantii</i>
UBICACIÓN:	<i>urb. La Molina</i>	COLOR DE MATERIAL:	<i>Naranja oscuro</i>
FECHA DE MUESTREO:	<i>28/10/2019</i>	RESPONSABLE:	<i>Deisy Magali Mori Gil</i>
FECHA DE ENSAYO:	<i>28/10/2019</i>	REVISADO POR:	<i>Ing. Tulio Guillén Sheen</i>

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5722.8	5781.4	5856.3	5947.2	5947.2	5947.2	5947.2	5947.2
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1552.5	1611.10	1686.0	1776.9	1776.9	1776.9	1776.9	1776.9
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.66	1.72	1.80	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	75.6	72.5	23.2	27.20	23.2	27.2	40.1	39.3
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	187.2	146.4	122.9	133.8	112.9	122.6	119.6	115.8
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	179.3	137.8	114.5	125.7	101.6	111.4	104.8	102.6
K	Peso del Agua	gr	7.9	8.60	8.40	8.1	11.3	11.2	14.8	13.2
L	Peso Muestra seca	gr	103.7	65.3	91.30	98.5	76.4	84.2	64.7	63.3
M	Contenido de Humedad W%	%	7.62	13.17	9.20	8.22	14.41	13.3	22.87	20.65
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	10.39		8.71		13.86		21.86	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.50		1.58		1.58		1.56	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

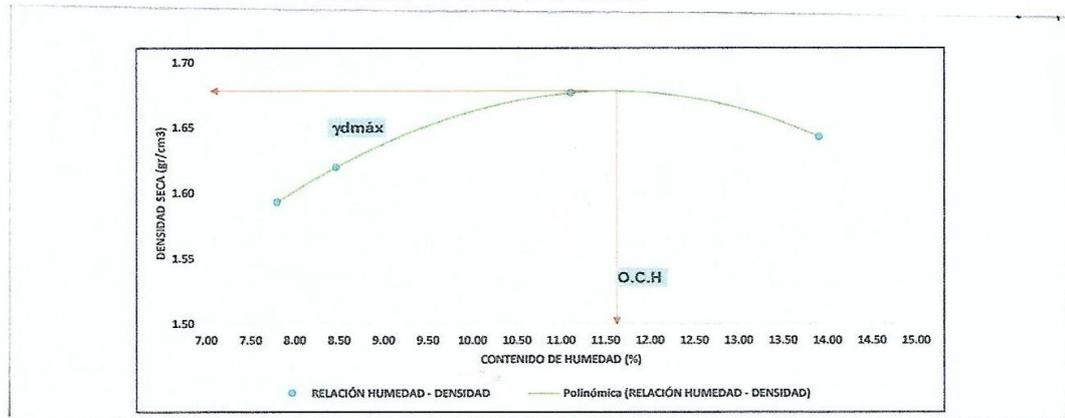
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
NOMBRE: <i>Deisy Magali Mori Gil</i>	NOMBRE: <i>KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS</i>	NOMBRE: <i>Kevin Robertson Tello Casas</i>
FECHA	FECHA: <i>19-11-19</i>	FECHA: <i>10-12-19</i>

Figura 79: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 5% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019	
CALICATA:	ESTRATO:	Con Adición	TIPO DE MATERIAL: Residuos de construcción preparado + 8% cemento + synadenium grantii
UBICACIÓN:	Ub. La Molina	COLOR DE MATERIAL:	Naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tolio Guillén Sheen

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3	4170.3
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5779.5	5816.7	5916.1	5924.1	5916.1	5924.1	5916.1	5924.1
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1609.2	1646.4	1745.8	1759.8	1745.8	1759.8	1745.8	1759.8
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22	937.22
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.72	1.76	1.86	1.87	1.86	1.87	1.86	1.87
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	73.3	73.1	29.6	24.7	39.6	38.5	39.2	39.8
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	210.9	128.3	145.4	119.6	165.4	144.1	172.1	141.3
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	204.1	123.1	137.6	111.2	155.1	131.7	157.5	127.7
K	Peso del Agua	gr	6.8	5.2	7.80	8.4	10.3	12.4	14.6	13.6
L	Peso Muestra seca	gr	130.8	50.0	102.0	86.5	115.5	93.2	116.3	87.9
M	Contenido de Humedad W%	%	5.2	10.4	7.22	9.71	8.92	13.3	12.34	15.47
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	7.80	8.47	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11
O	Densidad Seca Máxima; D _s	gr/cm ³	1.59	1.62	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.64

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

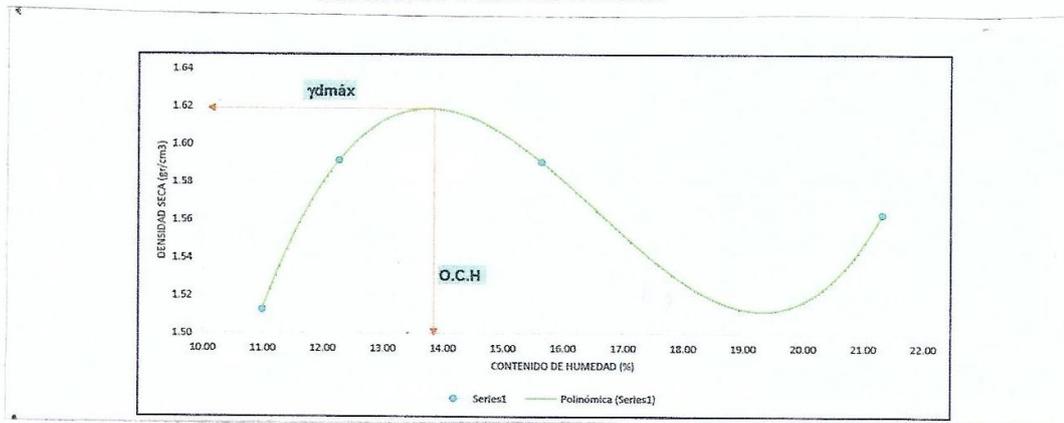
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASÁS	NOMBRE: TOLIO GUILLÉN SHEEN
FECHA: 28/10/19	FECHA: 28/10/19	FECHA: 28-12-19

Figura 80: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 8% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:	
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CALICATA:		ESTRATO: con Adición	TIPO DE MATERIAL: Residuos de construcción preparados + 10% cemento + synadenium grantii
UBICACIÓN:	urb. La Molina	COLOR DE MATERIAL:	Naranja Oscuro
FECHA DE MUESTREO:	28/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen.

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4170.3		4170.3		4170.3		4170.3	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	4743.5		5844.5		5844.0		5947.2	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1513.2		1674.2		1723.7		1776.9	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	937.22		937.22		937.22		937.22	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.68		1.79		1.84		1.90	
G	Recipiente	N°	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr	32.5	28.8	28.9	27.6	38.9	27.9	39.5	39.4
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	123.5	98.6	129.3	113.4	129.3	135.8	123.9	128.1
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	115.0	91.3	118.6	103.8	116.5	121.9	108.8	112.8
K	Peso del Agua	gr	8.5	7.3	10.7	9.8	12.8	13.9	15.1	15.3
L	Peso Muestra seca	gr	82.5	62.5	89.7	76.2	77.6	94.0	89.3	73.4
M	Contenido de Humedad W%	%	10.3	11.68	11.93	12.6	16.49	14.79	21.79	20.34
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	10.99		12.26		15.64		21.32	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.51		1.59		1.59		1.56	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorio especializado UPN-C	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA: 28-10-19	FECHA: 28-10-19	FECHA: 03-12-19

Figura 81: Protocolo de Ensayo de Proctor modificado con 10% de cemento + adición de 10% de Synadenium Grantii- ASTM D-1557.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 339.613 y NTP 339.604		CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019.		
CANTERA:	Ladrillera San Juan	MUESTRA:	Patrón	TIPO DE LADRILLO:
UBICACIÓN:	Santa Barbara	COLOR DE LADRILLO:		Rojisos
FECHA DE MUESTREO:	11/10/2019	RESPONSABLE:		Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	11/10/2019	REVISADO POR:		Inq. Tullio Guillén Sheen

ESPÉCIMEN	Longitud Efectiva (mm)				Ancho efectivo (mm)				Alto efectiva (mm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
ML - 01	205.0	210.0	206.0	206.0	123.0	123.0	123.0	77.0	75.0	74.0	75.0	75.0
ML - 02	205.0	205.0	205.0	207.0	123.0	125.0	124.0	75.0	74.0	76.0	74.0	75.0
ML - 03	207.0	208.0	215.0	204.0	122.0	125.0	125.0	75.0	74.0	74.0	74.0	75.0
ML - 04	208.0	208.0	205.0	205.0	122.0	121.0	123.0	76.0	76.0	74.0	76.0	74.0
ML - 05	210.0	214.0	208.0	208.0	123.0	122.0	123.0	75.0	74.0	75.0	74.0	74.0
ML - 06	213.0	215.0	209.0	210.0	122.0	125.0	122.0	75.0	78.0	77.0	78.0	74.0
ML - 07	205.0	215.0	210.0	208.0	125.0	122.0	124.0	75.0	77.0	75.0	77.0	75.0
ML - 08	208.0	214.0	207.0	212.0	125.0	123.0	124.0	75.0	78.0	75.0	78.0	73.0
ML - 09	205.0	213.0	205.0	210.0	125.0	120.0	125.0	75.0	79.0	74.0	74.0	74.0
ML - 10	210.0	212.0	205.0	207.0	123.0	124.0	123.0	75.0	76.0	75.0	76.0	75.0
	Longitud Efectiva Prom Lx (mm)				Ancho Efectivo Prom Ax (mm)				Alto Efectiva Prom Hx (mm)			
	208.80				123.60				75.05			
	Desviación Estándar				Desviación Estándar				Desviación Estándar			
	0.206				0.096				0.052			
	Coeficiente de Variación				Coeficiente de Variación				Coeficiente de Variación			
	0.043				0.009				0.003			
	Longitud de Fabrica				Longitud de Fabrica				Longitud de Fabrica			
	220.0				130.0				80.0			
	Variación Dimensional				Variación Dimensional				Variación Dimensional			
	5.09%				4.92%				6.19%			

$$A_o = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4}$$

$$H_o = \frac{H1 + H2 + H3 + H4}{4}$$

$$L_o = \frac{L1 + L2 + L3 + L4}{4}$$

$$V\% = \frac{A_f - A_o}{A_f} \times 100$$

$$V\% = \frac{H_f - H_o}{H_f} \times 100$$

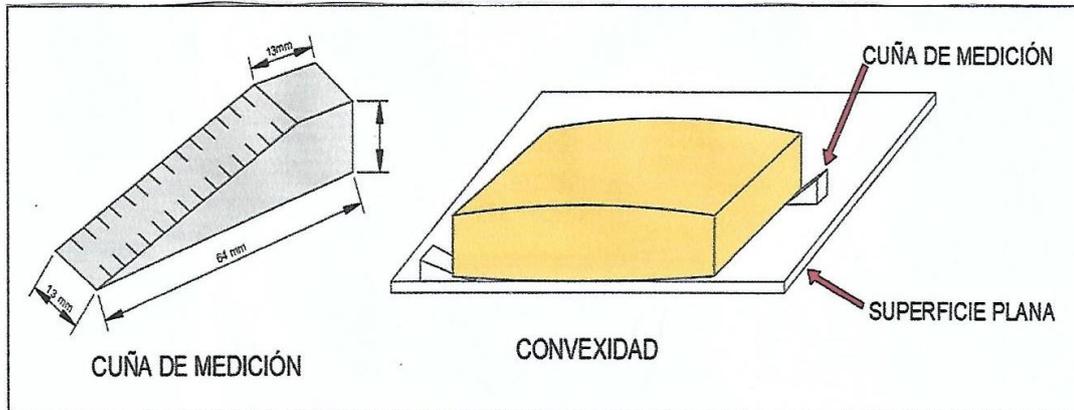
$$V\% = \frac{L_f - L_o}{L_f} \times 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERT SOTILLO CASAS Laboratorio especializado UPN	NOMBRE: Tullio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 15/10/19	FECHA: 03-12-19

Figura 82: Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional (unidades patrón).

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ALABEO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 339,613			CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", C			
CANTERA:	Ladrillera San Juan	MUESTRA:	Patrón	TIPO DE LADRILLO:	Artesanal
UBICACIÓN:	Santa Barbara			COLOR DE LADRILLO:	Rojizos
FECHA DE MUESTREO:	11/10/2019			RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	11/10/2019			REVISADO POR:	Eng. Tulio Guillén Sheen

ESPECIMEN	CARAA		CARAA	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(mm)		(mm)	
LCR - 01	-	7.42	-	4.00
LCR - 02	-	6.25	-	3.17
LCR - 03	-	5.50	-	2.92
LCR - 04	-	3.21	-	3.10
LCR - 05	-	7.10	-	1.00
LCR - 06	-	4.16	-	2.00
LCR - 07	-	6.21	-	3.00
LCR - 08	-	7.53	-	1.83
LCR - 09	-	7.22	-	2.10
LCR - 10	-	5.50	-	2.08



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: VIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 15/10/19	FECHA: 10/3-12-19

Figura 83: Protocolo de Ensayo de Alabeo (unidades patrón).

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:	
	NORMA:	NTP 399.613			
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII"			
CANTERA:	Ladrillera San Juan	MUESTRA:	Patrón	TIPO DE LADRILLO:	Artisanal
UBICACIÓN:	Santa Barbara		COLOR DE LADRILLO:	Rojo-	
FECHA DE MUESTREO:	12/10/2019		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil	
FECHA DE ENSAYO:	12/10/2019		REVISADO POR:	Eng. Tulio Guillén Sheen.	

UNIDAD	Wi (Kg)	Ws (Kg)	Wd (Kg)
ML - 01	2.696	3.126	2.687
ML - 02	2.637	3.083	2.622
ML - 03	2.855	3.312	2.850
ML - 04	2.836	3.347	2.879
ML - 05	2.929	3.371	2.919

UNIDAD	Absorción (Kg/m3)	Absorción %
ML - 01	1020.91	16.35 %
ML - 02	1011.20	17.16 %
ML - 03	1010.94	16.21 %
ML - 04	1015.20	16.24 %
ML - 05	1022.67	15.46 %

$$\text{Absorción } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \left[\frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right] \cdot 1000$$

$$\text{Absorción } \% = \left[\frac{W_s - W_d}{W_d} \right] \cdot 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 15/10/2019	FECHA: 03-12-19

Figura 84: Protocolo de Ensayo de Absorción (unidades patrón).

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 339.613		CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019.		
CANTERA:	Ladrillera San Juan	MUESTRA:	Patrón	TIPO DE LADRILLO:
UBICACIÓN:		P. Santa Bárbara	COLOR DE LADRILLO:	Rojiso
FECHA DE MUESTREO:	12/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil	
FECHA DE ENSAYO:	12/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen	

UNIDAD	Pseco (g)	Pmojado (g)	A (cm)	L (cm)
ML - 01	2670.00	2810.00	12.30	21.60
ML - 02	2636.00	2704.00	12.50	21.50
ML - 03	2863.00	2934.00	12.40	21.60
ML - 04	2401.00	2964.00	12.20	21.50
ML - 05	2936.00	3105.00	12.30	21.60

UNIDAD	Succión (g/min/200 cm ²)
ML - 01	105.390
ML - 02	50.605
ML - 03	53.017
ML - 04	48.037
ML - 05	127.221

$$S \text{ (g/minuto/200cm}^2\text{)} = \frac{200 W}{LB}$$

S: Succión, sobre la base de 200 cm².
W: Diferencia de pesos del espécimen (g).
W = Peso de unidad mojado - Peso de la unidad seca.
L: Longitud del espécimen (cm).
B: Ancho del espécimen (cm).

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: TULIO GUILLÉN SHEEN	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA:	FECHA: 12-10-19	FECHA: 10/12/2019

Figura 85: Protocolo de Ensayo de Succión (unidades patrón).

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604		CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CANTERA:	Ladrillera San Juan	MUESTRA:	Patrón	TIPO DE LADRILLO:
UBICACIÓN:	Santa Barbara	COLOR DE LADRILLO:	Rojizo	
FECHA DE MUESTREO:	11/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil	
FECHA DE ENSAYO:	11/10/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillen Sheen	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm ²)	fb (Kg/cm ²)
ML-01	206.75	123.50	75.25	10.082	255.34	39.485
ML-02	205.50	125.75	75.00	10.175	258.42	39.374
ML-03	211.00	124.25	74.50	11.323	262.17	43.190
ML-04	206.50	122.25	75.00	10.601	252.45	41.993
ML-05	210.00	123.00	74.50	12.635	258.30	48.916
ML-06	211.75	122.75	76.00	10.786	259.92	41.497
ML-07	209.50	123.75	75.50	11.616	259.26	44.805
ML-08	210.25	124.00	75.25	9.944	260.71	38.142
ML-09	208.25	123.50	74.25	11.03	257.19	42.887
ML-10	208.50	123.25	75.25	10.278	256.98	39.996
fb prom (Kg/cm²)						42.029
Desviación Estándar						3.167
Coefficiente de Variación						10.029 %
f_b (Kg/cm²)						38.862

$$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$$

$$f'_b = f_b \text{ prom} - \sigma$$

$$C. \text{Variación} = \frac{\sigma}{f_b} \times 100.$$

$$A_b = L \times A$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERSON TELLO DAGOBERTO	NOMBRE: Tulio Guillen Sheen
FECHA:	FECHA: 15/10/19	FECHA: 03-12-19

Figura 86: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (unidades patrón).

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604		
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CANTERA:		MUESTRA: Sin Adición	TIPO DE LADRILLO:	Residuos de construcción - Preparado
UBICACIÓN:	Urb. La Molina.		COLOR DE LADRILLO:	Plomo
FECHA DE MUESTREO:	14/10/2019		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	14/10/2019		REVISADO POR:	Ing. Tolo Guillen Sheen.

Dimensiones de fabricación				Largo:	mm	Ancho	mm	Alto	mm			
ESPÉCIMEN	Longitud Efectiva (mm)				Ancho efectivo (mm)				Altura efectiva (mm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
ML - 01	21.8	22.0	21.7	21.8	12.8	12.8	12.7	13.0	8.4	8.6	8.5	8.5
ML - 02	21.7	21.8	22.0	22.0	12.7	12.8	12.8	13.0	8.4	8.5	8.3	8.5
ML - 03	21.9	22.0	22.0	21.9	13.0	12.9	12.9	13.0	8.3	8.5	8.4	8.5
ML - 04	21.9	22.0	21.8	21.9	12.7	12.9	12.7	12.9	8.4	8.5	8.3	8.4
ML - 05	21.7	21.8	21.9	22.0	12.9	12.9	13.0	13.0	8.4	8.3	8.5	8.5
ML - 06	21.8	21.9	22.0	21.9	12.8	12.9	12.8	13.0	8.3	8.5	8.3	8.4
ML - 07	21.8	22.0	21.9	21.8	13.0	12.8	12.9	12.9	8.5	8.3	8.4	8.4
ML - 08	21.9	21.8	22.0	21.9	12.8	12.7	12.9	13.0	8.4	8.3	8.5	8.5
ML - 09	21.7	22.0	21.8	21.8	12.7	13.0	12.8	12.7	8.4	8.5	8.4	8.3
ML - 10	21.9	21.9	22.0	21.8	12.9	12.8	13.0	12.6	8.5	8.5	8.3	8.4
	Longitud Efectiva Prom Lx (mm)				Ancho Efectivo Prom Ax (mm)				Alto Efectiva Prom Hx (mm)			
	218.80				128.65				84.20			
	Desviación Estándar				Desviación Estándar				Desviación Estándar			
	0.039				0.056				0.033			
	Coeficiente de Variación				Coeficiente de Variación				Coeficiente de Variación			
	0.002				0.003				0.001			
	Longitud de Fabrica				Longitud de Fabrica				Longitud de Fabrica			
	220.00				130.00				85.00			
	Variación Dimensional				Variación Dimensional				Variación Dimensional			
	0.55%				1.04%				0.94%			

$$A_o = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4}$$

$$H_o = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4}$$

$$L_o = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4}$$

$$V\% = \frac{A_f - A_o}{A_f} \times 100$$

$$V\% = \frac{H_f - H_o}{H_f} \times 100$$

$$V\% = \frac{L_f - L_o}{L_f} \times 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CABAS Laboratorios especializados UPNC	NOMBRE: Tolo Guillen Sheen
FECHA	FECHA: 14-10-2019	FECHA: 10-12-19

Figura 87: Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional de la unidad de residuos de construcción.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ALABEO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTP 399.613		CMF-LC-UPNC:
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
MUESTRA:	Sin Adición	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal
UBICACIÓN:	Urb. La Molina	COLOR DE LADRILLO:	Plomo
FECHA DE MUESTREO:	04/12/19	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	04/12/19	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(mm)		(mm)	
ML - 01	-	0.230	-	0.100
ML - 02	-	0.440	-	0.220
ML - 03	-	0.410	-	0.200
ML - 04	-	0.220	-	0.280
ML - 05	-	0.364	-	0.100
ML - 06	-	0.320	-	0.200
ML - 07	-	0.420	-	0.320
ML - 08	-	0.240	-	0.180
ML - 09	-	0.340	-	0.240
ML - 10	-	0.210	-	0.210

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
Deisy Magali Mori Gil	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	Tulio Guillén Sheen
FECHA:	FECHA: 10-12-19	FECHA: 10/12/19

Figura 88: Protocolo de Ensayo de Alabeo de la unidad de residuos de construcción.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613		CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII"		
CANTERA:		MUESTRA: Sin Adición	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal
UBICACIÓN:		Urb. La Molina	COLOR DE LADRILLO:	Plomo
FECHA DE MUESTREO:		04/12/19	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:		04/12/19	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheca

UNIDAD	Wi (Kg)	Ws (Kg)	Wd (Kg)
ML - 01	3.680	4.235	3.843
ML - 02	3.678	4.347	3.852
ML - 03	3.656	4.315	3.749
ML - 04	3.677	4.311	3.848
ML - 05	3.586	4.226	3.677

UNIDAD	Absorción (Kg/m3)	Absorción %
ML - 01	708.96	10.24%
ML - 02	739.79	12.83%
ML - 03	858.25	15.08%
ML - 04	729.42	12.02%
ML - 05	857.92	14.93%

$$\text{Absorción } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \frac{[Ws - Wd]}{[Ws - Wi]} \cdot 1000$$

$$\text{Absorción } \% = \left[\frac{Ws - Wd}{Ws} \right] \cdot 100$$

OBSERVACIONES:		

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: Kevin Robertson TEL. 6 CASAS	NOMBRE: Tulio Guillén Sheca
FECHA: 10/12/2019	FECHA: 10/12/2019	FECHA: 10/12/2019

Figura 89: Protocolo de Ensayo de Absorción de la unidad de residuos de construcción.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:	
	NORMA:	NTP 339.613		
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019.		
CANTERA:		MUESTRA: Sin Adición	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal
UBICACIÓN:		Urb. La Molina	COLOR DE LADRILLO:	Plomo
FECHA DE MUESTREO:		04/12/19	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:		04/12/19	REVISADO POR:	Eng Tulio Guillén sheen

UNIDAD	Pseco (g)	Pmojado (g)	A (cm)	L (cm)
ML - 01	3680.20	3740.20	12.80	21.80
ML - 02	3678.40	3837.20	12.80	21.80
ML - 03	3655.90	3807.70	12.90	21.90
ML - 04	3676.50	3845.20	12.80	21.90
ML - 05	3586.10	3735.40	12.90	21.80

UNIDAD	Succión (g/min/200 cm2)
ML - 01	43.005
ML - 02	70.814
ML - 03	50.830
ML - 04	49.018
ML - 05	63.509

$$S \text{ (g/minuto/200cm}^2\text{)} = \frac{200 W}{LB}$$

S: Succión, sobre la base de 200 cm2.
W: Diferencia de pesos del espécimen (g).
W = Peso de unidad mojado - Peso de la unidad seca.
L: Longitud del espécimen (cm).
B: Ancho del espécimen (cm).

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: Roberto Rojas Casas	NOMBRE: Roberto Rojas Casas
FECHA: 10/12/19	FECHA: 10/12/19	FECHA: 10/12/19

Figura 90: Protocolo de Ensayo de Succión de la unidad de residuos de construcción.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			Código DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:	
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604				
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019				
CANTERA:		MUESTRA:	5n Adición	TIPO DE LADRILLO:	Residuos de construcción.	
UBICACIÓN:	Urb. La Molina		COLOR DE LADRILLO:	naranja oscuro		
FECHA DE MUESTREO:	14/11/2019		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil		
FECHA DE ENSAYO:	14/11/2019		REVISADO POR:	Eng. Tulio Guillén Sheen		

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm²)	fb (Kg/cm²)
ML - 01	218.25	128.25	85.00	13.634	279.91	48.709
ML - 02	218.75	128.25	84.25	12.265	280.55	43.718
ML - 03	219.50	129.50	84.25	11.609	284.25	40.840
ML - 04	219.00	128.00	84.00	10.916	280.32	38.941
ML - 05	218.50	129.50	84.25	13.584	282.96	48.007
ML - 06	219.00	128.75	83.75	12.139	281.96	43.052
ML - 07	218.75	129.00	84.00	13.215	282.19	47.646
ML - 08	219.00	128.50	84.25	13.445	281.42	46.959
ML - 09	218.25	128.00	84.00	11.833	279.36	42.358
ML - 10	219.00	128.75	84.25	12.258	281.96	43.474
					fb prom (Kg/cm²)	44.370
					Desviación Estándar	3.307
					Coefficiente de Variación	10.937
					fb (Kg/cm²)	41.063

$$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$$

$$f'_b = f_b \text{ prom} - \sigma$$

$$C. Variación = \frac{\sigma}{f'_b} \times 100.$$

$$A_b = L \times A$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS Laboratorio especializado UPN-C	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 14-11-2019	FECHA: 03-12-19

Figura 91: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción a los 7 días de curado.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
	PROTOCOLO						
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604				CH-LS-UPNC:	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019					
CANTERA:		MUESTRA:	Sin Adición	TIPO DE LADRILLO:	Residuos de construcción		
UBICACIÓN:	Urb. La Molina			COLOR DE LADRILLO:	naranja		
FECHA DE MUESTREO:	21/11/2019			RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil		
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2019			REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen		

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm²)	fb (Kg/cm²)
ML - 01	218.25	128.25	85.00	13.631	279.91	48.699
ML - 02	218.75	128.25	84.25	13.295	280.55	47.390
ML - 03	219.50	129.50	84.00	13.777	284.25	48.467
ML - 04	219.00	128.00	84.25	12.564	280.32	44.820
ML - 05	218.50	129.75	83.75	14.362	282.96	50.757
ML - 06	219.00	129.00	84.00	12.793	281.96	45.371
ML - 07	218.75	128.75	84.25	12.856	282.19	45.958
ML - 08	219.00	128.50	84.25	15.312	281.42	54.411
ML - 09	218.25	128.00	84.00	14.317	279.36	51.249
ML - 10	219.00	128.75	84.25	12.729	281.96	45.144
					fb prom (Kg/cm²)	48.187
					Desviación Estándar	3.182
					Coficiente de Variación	10.125
					fb (Kg/cm²)	45.005

$$f_b = \frac{F_{max}}{A_b}$$

$$A_b = L \times A$$

$$f'_b = f_b \text{ prom} - \sigma$$

$$C. \text{Variación} = \frac{\sigma}{f_b} \times 100.$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: Kevin Robertson Tejedo Casas Laboratorio Especializados UPN-C	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA: 21-11-2019	FECHA: 21-11-2019	FECHA: 03-12-19

Figura 92: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción a los 14 días de curado.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:	
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604				
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019				
CANTERA:		MUESTRA: ^{5^{ta}} Adición	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal		
UBICACIÓN:	Urb. La Molina		COLOR DE LADRILLO:	flomo		
FECHA DE MUESTREO:	13/12/19		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil		
FECHA DE ENSAYO:	13/12/19		REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen		

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm ²)	fb (Kg/cm ²)
ML-01	218.25	128.25	85.00	14.899	279.91	53.229
ML-02	218.75	128.25	84.25	13.374	280.55	47.671
ML-03	219.50	129.50	84.25	15.744	284.25	55.387
ML-04	219.00	128.00	84.00	11.532	280.32	41.139
ML-05	218.50	129.50	84.25	14.324	282.96	50.622
ML-06	219.00	128.75	83.75	15.916	281.96	56.447
ML-07	218.75	129.00	84.00	18.257	282.19	64.698
ML-08	219.00	128.50	84.25	18.924	281.42	67.246
ML-09	218.25	128.00	84.00	14.591	279.36	52.230
ML-10	219.00	128.75	84.25	18.632	281.96	66.080

$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$ $A_b = L \times A$	$f'_{b} = f_b \text{ prom} - \sigma$ $C.Variación = \frac{\sigma}{f_b} \times 100.$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>fb prom (Kg/cm²)</td> <td>55.475</td> </tr> <tr> <td>Desviación Estándar</td> <td>8.450</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Variación</td> <td>71.398</td> </tr> <tr> <td>Fb (Kg/cm²)</td> <td>47.025</td> </tr> </table>	fb prom (Kg/cm²)	55.475	Desviación Estándar	8.450	Coefficiente de Variación	71.398	Fb (Kg/cm²)	47.025
fb prom (Kg/cm²)	55.475									
Desviación Estándar	8.450									
Coefficiente de Variación	71.398									
Fb (Kg/cm²)	47.025									

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: Roberto Tello Casas <small>Laboratorios especializados UPN-C</small>	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 10 = 12/19 PRIVADA DEL NORTE	FECHA: 1 10/12/2019

Figura 93: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción a los 28 días de curado.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019	
CANTERA:	MUESTRA:	Con Adición	TIPO DE LADRILLO: Residuos de construcción prepara. + Synadenium grantii
UBICACIÓN:	Urb. La Molina	COLOR DE LADRILLO:	Naranja oscuro
FECHA DE MUESTREO:	14/10/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	14/11/2019	REVISADO POR:	Eng. Tulio Guillén Sheen

Dimensiones de fabricación				Largo:	mm	Ancho:	mm	Alto:	mm			
ESPÉCIMEN	Longitud Efectiva (mm)				Ancho efectivo (mm)				Altura efectiva (mm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
ML - 01	22.0	21.9	21.8	21.9	12.9	12.8	12.8	12.9	8.5	8.3	8.5	8.5
ML - 02	21.8	21.9	22.0	21.9	12.8	13.0	12.8	13.0	8.4	8.4	8.3	8.4
ML - 03	21.7	21.8	21.8	22.0	13.0	12.9	12.9	13.0	8.4	8.5	8.4	8.5
ML - 04	21.8	22.0	21.9	22.0	12.7	12.9	12.9	12.9	8.5	8.4	8.3	8.5
ML - 05	21.9	21.9	22.0	21.7	12.8	13.0	13.0	13.0	8.4	8.5	8.4	8.5
ML - 06	21.9	22.0	21.8	21.8	12.8	12.9	12.8	13.0	8.5	8.5	8.5	8.3
ML - 07	21.7	21.8	21.9	21.9	12.8	12.8	12.9	12.9	8.5	8.3	8.4	8.4
ML - 08	21.8	21.9	21.9	21.9	12.9	13.0	12.9	13.0	8.3	8.4	8.3	8.3
ML - 09	21.8	21.9	21.7	22.0	12.8	13.0	12.8	12.9	8.4	8.5	8.5	8.3
ML - 10	22.0	21.8	21.9	21.8	12.9	12.8	13.0	12.8	8.4	8.3	8.3	8.5
	Longitud Efectiva Prom Lx (mm)				Ancho Efectivo Prom Ax (mm)				Alto Efectiva Prom Hx (mm)			
	216.725				128.93				84.12			
	Desviación Estándar				Desviación Estándar				Desviación Estándar			
	0.032				0.043				0.043			
	Coeficiente de Variación				Coeficiente de Variación				Coeficiente de Variación			
	0.001				0.002				0.002			
	Longitud de Fabrica				Longitud de Fabrica				Longitud de Fabrica			
	220.00				130.00				85.00			
	Variación Dimensional				Variación Dimensional				Variación Dimensional			
	0.58%				0.83%				1.03%			

$$A_0 = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4}$$

$$H_0 = \frac{H1 + H2 + H3 + H4}{4}$$

$$L_0 = \frac{L1 + L2 + L3 + L4}{4}$$

$$V\% = \frac{A_f - A_0}{A_f} \times 100$$

$$V\% = \frac{H_f - H_0}{H_f} \times 100$$

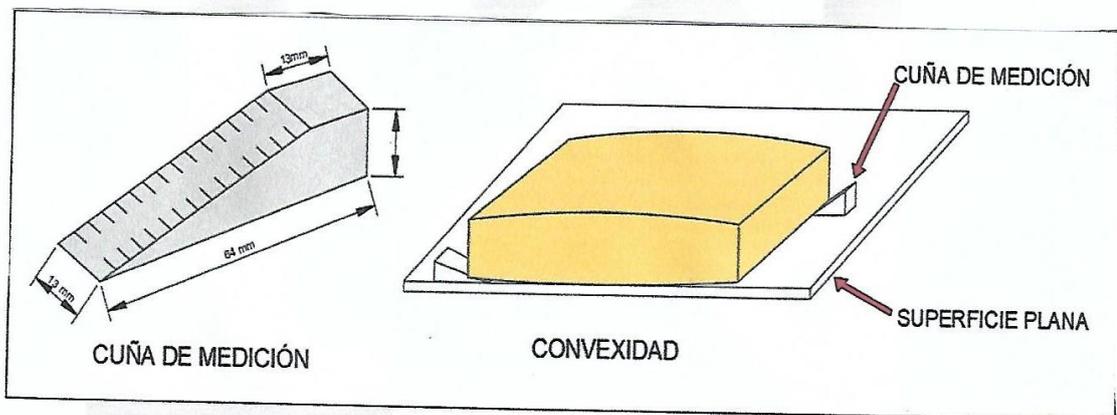
$$V\% = \frac{L_f - L_0}{L_f} \times 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 14-11-19	FECHA: 03-12-19

Figura 94: Protocolo de Ensayo de Variación Dimensional de la unidad de residuos de construcción + adición de Synadenium Grantii.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	ALABEO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:	
	NORMA:	NTP 399.613		
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019		
CANTERA:		MUESTRA: <small>con Adición</small>	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal
UBICACIÓN:			COLOR DE LADRILLO:	plomo
FECHA DE MUESTREO:	04/12/19		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	04/12/19		REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen

ESPECIMEN	CARAA		CARAA	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(mm)		(mm)	
LCR - 01	-	0.252	-	0.100
LCR - 02	-	0.515	-	0.300
LCR - 03	-	0.380	-	0.220
LCR - 04	-	0.300	-	0.110
LCR - 05	-	0.460	-	0.100
LCR - 06	-	0.420	-	0.300
LCR - 07	-	0.280	-	0.300
LCR - 08	-	0.225	-	0.150
LCR - 09	-	0.422	-	0.200
LCR - 10	-	0.520	-	0.210



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen	NOMBRE:
FECHA	FECHA: 10-12-19	FECHA:

Figura 95: Protocolo de Ensayo de Alabeo de la unidad de residuos de construcción + adición de Synadenium Grantii.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613		CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII"		
CANTERA:		MUESTRA: <small>(con Adición)</small>	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal
UBICACIÓN:	Cib. La Molina		COLOR DE LADRILLO:	Plomo
FECHA DE MUESTREO:	04/12/19		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	04/12/19		REVISADO POR:	Ing. Tolo Guillén Sheen

UNIDAD	Wi (Kg)	Ws (Kg)	Wd (Kg)
ML - 01	3.617	4.258	3.262
ML - 02	3.293	4.439	3.996
ML - 03	3.286	4.422	4.031
ML - 04	3.908	4.472	4.019
ML - 05	3.998	4.590	4.086

UNIDAD	Absorción (Kg/m3)	Absorción %
ML - 01	616.63	10.23 %
ML - 02	809.99	11.08 %
ML - 03	758.21	11.32 %
ML - 04	803.23	11.29 %
ML - 05	847.10	11.85 %

Absorción $\frac{Kg}{m^3} = \frac{Ws - Wd}{Ws - Wi} \cdot 1000$

Absorción % = $\left[\frac{Ws - Wd}{Wd} \right] \cdot 100$

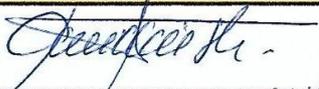
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: laboratorios especializados UPRN-C	NOMBRE: Tolo Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 10/12/19	FECHA: 10/12/2019

Figura 96: Protocolo de Ensayo de Absorción de la unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 339.613		CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019.		
CANTERA:		MUESTRA: <input checked="" type="checkbox"/> con Adición	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal
UBICACIÓN:	Urb. La Molina		COLOR DE LADRILLO:	Plomo
FECHA DE MUESTREO:	04/12/19		RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	04/12/19		REVISADO POR:	Eng. Tulio Guillén Sheen

UNIDAD	Pseco (g)	Pmojado (g)	A (cm)	L (cm)
ML - 01	3616.70	3708.50	12.85	21.60
ML - 02	3892.50	3965.30	12.90	21.55
ML - 03	3885.90	3960.50	12.95	21.60
ML - 04	3908.00	3935.20	12.80	21.50
ML - 05	3998.20	4056.80	12.85	21.60

UNIDAD	Succión (g/min/200 cm2)
ML - 01	66.148
ML - 02	52.375
ML - 03	53.334
ML - 04	19.767
ML - 05	42.225

$$S \text{ (g/minuto/200cm}^2\text{)} = \frac{200 W}{L \cdot B}$$

S: Succión, sobre la base de 200 cm².

W: Diferencia de pesos del espécimen (g).

W = Peso de unidad mojado - Peso de la unidad seca.

L: Longitud del espécimen (cm).

B: Ancho del espécimen (cm).

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA: 10/12/19	FECHA: 10/12/19	FECHA: 10/12/2019

Figura 97: Protocolo de Ensayo de Succión de la unidad de residuos de construcción+ adición de 10% de Synadenium Grantii.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y ADICION DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019	
CANTERA:	MUESTRA: <i>con adición</i>	TIPO DE LADRILLO:	<i>Residuos de construcción preparados + Synadenium Grantii</i>
UBICACIÓN:	<i>Urb. La Molina</i>	COLOR DE LADRILLO:	<i>Plomo</i>
FECHA DE MUESTREO:	<i>14/11/2019</i>	RESPONSABLE:	<i>Deisy Magali Mori Gil</i>
FECHA DE ENSAYO:	<i>14/11/2019</i>	REVISADO POR:	<i>Ing. Tulio Guillén Sheen</i>

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm²)	fb (Kg/cm²)
ML - 01	219.00	128.50	84.50	11.356	281.42	40.353
ML - 02	219.00	129.00	84.75	13.116	282.91	46.427
ML - 03	218.25	129.50	84.50	12.095	282.63	42.794
ML - 04	219.25	128.50	84.25	10.975	281.74	38.955
ML - 05	218.75	129.50	84.50	11.564	283.28	40.822
ML - 06	218.75	128.75	84.50	12.923	281.64	45.885
ML - 07	218.25	128.50	84.00	11.756	280.45	41.918
ML - 08	218.75	129.50	83.25	13.859	283.28	48.923
ML - 09	218.50	128.75	84.25	12.713	281.32	45.191
ML - 10	218.75	128.75	83.75	11.908	281.64	42.281
fb prom (Kg/cm²)						43.355
Desviación Estándar						3.136
Coefficiente de Variación						9.837
fb (Kg/cm²)						40.218

$$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$$

$$A_b = L \times A$$

$$f'_b = f_b \text{ prom} - \sigma$$

$$C. \text{Variación} = \frac{\sigma}{f_b} \times 100.$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
NOMBRE: <i>Deisy Magali Mori Gil</i>	NOMBRE: <i>KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS</i>	NOMBRE: <i>Tulio Guillén Sheen</i>
FECHA	FECHA: <i>19-11-19</i>	FECHA: <i>13-12-19</i>

Figura 98: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii a los 7 días de curado.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 339.604	CH-LS-UPNC:
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019	
CANTERA:	MUESTRA:	TIPO DE LADRILLO:	Residuos de construcción + Adic
UBICACIÓN:	01b. La Molina	COLOR DE LADRILLO:	naranga
FECHA DE MUESTREO:	21/11/2019	RESPONSABLE:	Deisy Magali Mori Gil
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2019	REVISADO POR:	Ing. Tulio Guillén Sheen

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm²)	fb (Kg/cm²)
ML-01	218.25	128.25	85.00	12.856	281.42	45.683
ML-02	218.75	128.25	84.25	13.506	282.51	47.807
ML-03	219.50	129.50	84.00	12.950	282.63	45.819
ML-04	219.00	128.00	84.25	11.035	281.74	39.168
ML-05	218.50	129.50	83.75	13.751	283.28	48.542
ML-06	219.00	128.75	84.00	11.673	281.64	41.446
ML-07	218.75	129.00	84.25	12.592	280.45	44.899
ML-08	219.00	128.50	84.00	11.520	283.28	40.666
ML-09	218.25	128.00	84.75	12.901	281.23	45.859
ML-10	219.00	128.75	84.25	11.908	281.64	42.281
fb prom (Kg/cm²)						44.217
Desviación Estándar						3.145
Coefficiente de Variación						9.889
fb (Kg/cm²)						41.072

$$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$$

$$f'_b = f_b \text{ prom} - \sigma$$

$$C. \text{Variación} = \frac{\sigma}{f_b} \times 100.$$

$$A_b = L \times A$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASÉSOR
NOMBRE: Deisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TILLO CAS. Laboratorios especializados UPN	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA	FECHA: 03-12-19	FECHA: 03-12-19

Figura 99: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii a los 14 días de curado.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP 399.613 y NTP 399.604			CH-LS-UPNC:	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL DE LADRILLOS UTILIZANDO RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADICIÓN DE SYNADENIUM GRANTII", CAJAMARCA 2019				
CANTERA:		MUESTRA:	Con Adición	TIPO DE LADRILLO:	King Kong Artesanal	
UBICACIÓN:	Grb. La Molina			COLOR DE LADRILLO:	Plomo	
FECHA DE MUESTREO:	13/12/19			RESPONSABLE:	Daisy Magali Mori Gil	
FECHA DE ENSAYO:	13/12/19			REVISADO POR:	Eng. Tulio Guillén Sheen	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA						
ESPECIMEN	Lo (mm)	Ao (mm)	Ho (mm)	Carga Máx (Tn)	Ab (cm²)	fb (Kg/cm²)
ML-01	219.00	128.50	84.50	14.311	281.42	50.854
ML-02	219.00	129.00	83.75	18.545	282.51	65.644
ML-03	218.25	129.50	84.50	14.257	282.63	50.443
ML-04	219.25	128.50	84.25	13.632	281.74	48.386
ML-05	218.75	129.50	84.50	11.944	283.28	42.163
ML-06	218.75	128.75	84.50	12.937	281.64	45.934
ML-07	218.25	128.50	84.00	14.918	280.45	53.193
ML-08	218.75	129.50	83.25	12.875	283.28	45.450
ML-09	218.50	128.75	84.25	12.911	281.32	45.895
ML-10	218.75	128.75	83.75	15.412	281.64	54.722

$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$	$f'_b = f_b \text{ prom} - \sigma$	fb prom (Kg/cm²)	50.268
$A_b = L \times A$	$C. \text{Variación} = \frac{\sigma}{f_b} \times 100.$	Desviación Estándar	6.629
		Coefficiente de Variación	43.949
		f'b (Kg/cm²)	43.639

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Daisy Magali Mori Gil	NOMBRE: KEVIN ROBINSON TELLO RASAS Laboratorio especializado UPNC	NOMBRE: Tulio Guillén Sheen
FECHA: 10/12/19	FECHA: 10-12-19	FECHA: 10/12/2019

Figura 100: Protocolo de Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería unidad de residuos de construcción + adición de 10% de Synadenium Grantii a los 28 días de curado.