



**FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO
MANUALMENTE DE ARCILLA Y
ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA,
CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor:

Bach. Peña Becerra Enjhor Thaylor

Asesora:

Dra. Sotomayor Nunura, Gioconda del Socorro

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos

Ingeniería Estructural y Sismo resistente

Pimentel – Perú

2019

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO
PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y
ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA
CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.**

**EVALUATION OF THE MECHANICAL
PROPERTIES OF THE ECOLÓGIC BRICK
MANUALLY PRESSED OF CLAY AND CLAY /
PLASTIC IN CONFINED MASONRY, CHICLAYO,
LAMBAYEQUE 2018.**

Peña Becerra Enjhor Thaylor

Aprobado por

Dr. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro

Asesor Metodólogo

M. Sc. Ing. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

Presidente de tesis

Dr. Ing. Omar Coronado Zuloeta

Secretario

Mg. Ing. Noé Humberto Marín Bardales

Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, Carmen Luz Becerra Chuquimarca y Eswin Reynaldo Peña Parra por brindarme su apoyo incondicional en todos estos años y en el periodo de preparación como profesional, por brindarme consejos que ayudan a mejorar mi ética personal y profesional; el desarrollo de la presente investigación es gracias a ellos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el respaldo y la oportunidad de seguir la carrera de ingeniería civil, y ser el principal motor de seguir adelante.

A la Universidad Señor de Sipan, por brindarme las comodidades para el desarrollo de la investigación con el uso de sus laboratorios.

A los docentes que me otorgaron conocimiento a través de estos años de formación, y así mismo a los consejos que me otorgaron, y que me guiaran en el camino como profesional en ingeniería civil.

Un agradecimiento especial al Mg. Ingeniero Noé Humberto Marín Bardales, por sus consejos y por su apoyo a través de sus conocimientos en el tema estructural y en la realización de esta tesis.

A familiares, amigos y compañeros, que contribuyeron moralmente y sin interés al desarrollo y culminación de esta presente investigación.

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO
ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y
ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO,
LAMBAYEQUE 2018.**

Resumen

Para la presente investigación se propone la elaboración de dos nuevas unidades de albañilería, a las cual se les denominó ladrillo ecológico, el cual fue inspirado en el ladrillo artesanal, con la finalidad que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea arcilla como componente principal, la arena, el cemento y el plástico reciclado y triturado en las unidades seleccionadas para la fabricación de ladrillos. Para la realización de las combinaciones con las que se elaboraron los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico, se varió las proporciones de los materiales; el material menos común viene siendo el plástico triturado producto del reciclaje como componente. La adición de este último componente residual supone la reducción de un gran impacto medio ambiental ya que los desechos plásticos procedentes de la recolección generada por la contaminación en la ciudad de Chiclayo.

El ladrillo ecológico prensado de arcilla y arcilla/plástico además de una buena apariencia responden a criterios ecológicos y sostenibles ya que requiere un bajo nivel de energía para su fabricación y reducen la emisión de gases tóxicos a la atmósfera, al ser ladrillos que no requieren de cocción.

Palabras claves: ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico.

**EVALUATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE
ECOLOGICAL BRICK MANUALLY PRESSED OF CLAY AND
CLAY/PLASTIC IN CONFINED MANSORY, CHICLAYO, LAMBAYEQUE
2018.**

Abstract

It is proposed the development of two new masonry units, which are called ecological brick, which was inspired by the brick artisan, with the purpose of replacing conventional brick baked. For this, clay is used as the main component, sand, cement and recycled and crushed plastic in the units selected for the manufacture of bricks.

For the realization of the combinations with which the ecological clay and clay / plastic bricks were made, the proportions of the materials were varied; the less common material is the crushed plastic product of recycling as a component. The addition of this last residual component supposes the reduction of a great environmental impact since the plastic waste coming from the collection generated by the pollution in the city of Chiclayo.

The ecological brick pressed clay and clay / plastic in addition to a good appearance respond to ecological criteria and sustainable because it requires a low level of energy for its manufacture and reduce the emission of toxic gases into the atmosphere, being bricks that do not require cooking.

Keywords: *Ecological brick manually pressed from clay and clay / plastic.*

Índice de contenido

Dedicatoria.....	III
Agradecimientos.....	IV
Índice de contenido.....	VII
I. Introducción	13
1.1. Realidad problemática.	13
1.2. Antecedentes de Estudio.	16
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.	20
1.4. Formulación del Problema.....	24
1.5. Justificación en importancia del estudio.....	24
1.6. Hipótesis.	24
1.7. Objetivos.....	24
1.7.1. Objetivo general	24
1.7.2. Objetivos específicos.....	25
II. Material y Método.	26
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	26
2.2. Población y muestra.	26
2.3. Variables, Operacionalización.	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	31
2.5. Procedimiento de análisis de datos.	32
2.6. Criterios éticos.	32
2.7. Criterios de rigor científico.....	32
III. Resultados.....	33
3.1. Materiales usados en la creación los Ladrillos:	33
3.1.1. Estudio de suelos.	33
3.1.1.1. Contenido de humedad.	33
3.1.1.2. Análisis granulométrico.....	34
3.1.1.3. Peso específico relativo de las partículas sólidas (Gs):	35
3.1.1.4. Limite líquido y Limite plástico:	36
3.1.1.5. Contenido de sales solubles totales en suelos y agua subterránea:.....	37
3.1.2. Elaboración de la prensa manual para elaborar ladrillos ecológicos.	38
3.1.2.1. Prensa manual para elaborar ladrillos ecológicos.....	38
3.1.2.2. Forma de ladrillos ecológicos.....	38

3.1.3. Composición de ladrillos ecológicos.....	39
3.1.3.1. Arcilla.....	39
3.1.3.2. Arena.....	39
3.1.3.3. Plástico triturado.....	40
3.1.3.4. Cemento portland tipo MS.....	40
3.2. Fabricación de los ladrillos.....	40
3.2.1. Diseño de mezcla.....	40
3.2.2. Proceso de elaboración de los ladrillos ecológicos.....	42
3.2.2.1. Ladrillo ecológico Arcilla y Arcilla/Plástico.....	42
3.3. Ensayos realizados a los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico.....	42
3.3.1. Análisis de las propiedades físicas.....	42
3.3.2. Análisis de las propiedades mecánicas.....	48
IV Discusión de Resultados:.....	56
V. Conclusiones:.....	59
IV. Recomendaciones.....	61
VI. Referencias.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 NÚMERO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, POR TIPO DE ELEMENTO; FUENTE CREACIÓN DEL AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN...	27
TABLA 2 POBLACIÓN Y MUESTRA; FUENTE CREACIÓN DEL AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
TABLA 3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	30
TABLA 4 RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO.....	36
TABLA 5 CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	37
TABLA 6 DOSIFICACIONES APROBADAS PARA LA CREACIÓN DE LAS UNIDADES DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA.....	41
TABLA 7 DOSIFICACIONES APROBADAS PARA LA CREACIÓN DE LAS UNIDADES DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA/PLÁSTICO.....	41
TABLA 8 ENSAYO REALIZADO A LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA.....	50
TABLA 9 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.605.....	51
TABLA 10 ENSAYO REALIZADO A LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO.....	52
TABLA 11 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN NTP 339.605.....	53
TABLA 12 DIMENSIONES DE LOS MURETES HECHOS A BASE DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 399.621.....	54
TABLA 13 CARGA RESISTIDA POR EL MURETE HECHO A BASE DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 399.621.....	54
TABLA 14 DIMENSIONES DE LOS MURETES HECHOS A BASE DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN NTP 399.621.....	55
TABLA 15 CARGA RESISTIDA POR EL MURETE HECHO A BASE DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN NTP 399.621.....	55
TABLA 16 PRECIO DE LA UNIDAD DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA.....	102
TABLA 17 PRECIO DE LA UNIDAD DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO.....	102
TABLA 18 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	65
TABLA 19 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA MUESTRA N° 01.....	70
TABLA 20 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA MUESTRA N° 02.....	70
TABLA 21 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA MUESTRA N° 03.....	70
TABLA 22 DOSIFICACIONES ELABORADAS PARA LA CREACIÓN DE LAS UNIDADES DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA.....	71
TABLA 23 DOSIFICACIONES ELABORADAS PARA LA CREACIÓN DE LAS UNIDADES DE LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA/PLÁSTICO.....	72
TABLA 24 VARIACIÓN DIMENSIONAL, LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO NTP 339-613.....	74
TABLA 25 VARIACIÓN DIMENSIONAL, LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA NTP 339-613.....	79
TABLA 26 ENSAYO DE ALABEO A LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN NTP 339.613.....	81
TABLA 27 ENSAYO DE ALABEO A LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA SEGÚN LA NTP 339.613.....	84
TABLA 28 ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, SEGÚN LA NTP 339.613.....	88
TABLA 29 ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN LA NTP 339.613.....	88
TABLA 30 ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA NTP 339.613.....	90

TABLA 31 ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA/PLÁSTICO NTP 339.613	90
TABLA 32 CALCULO DEL ÁREA DE VACÍOS EN LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA	92
TABLA 33 CALCULO DEL ÁREA DE VACÍOS EN LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS DE ARCILLA/PLÁSTICO	92
TABLA 34 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA/PLÁSTICO NTP 339.613	94
TABLA 35 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA NTP 339.613.....	95
TABLA 36 ENSAYO REALIZADO A LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA.....	96
TABLA 37 CLASIFICACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA	97
TABLA 38 CLASIFICACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO.....	97

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR	31
IMAGEN 2 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	33
IMAGEN 3 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	34
IMAGEN 4 PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS DE LA ARCILLA; FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	35
IMAGEN 5 PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS DE LA ARENA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	35
IMAGEN 6. CURVA DE FLUIDEZ, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	36
IMAGEN 7 MAQUINA DE LADRILLO ECOLÓGICO, FUENTE ELABORADO POR REYNALDO TAVARES	38
IMAGEN 8 BLOQUE Y LADRILLO ECOLÓGICO MODULAR PADRÓN, FUENTE LADRILLO BTC ECOLÓGICO - MODELOS DE BLOQUES Y LADRILLOS - ECO MAQUINAS.	39
IMAGEN 9 VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL AUTOR.	43
IMAGEN 10 VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORADO POR EL AUTOR.	43
IMAGEN 11 ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	45
IMAGEN 12 ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	45
IMAGEN 13 PORCENTAJE DE SUCCIÓN DE LADRILLO, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.	46
IMAGEN 14 PORCENTAJE DE SUCCIÓN DE LADRILLO/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACION PROPIA.....	46
IMAGEN 15 PORCENTAJE DE VACÍOS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	47
IMAGEN 16 PORCENTAJE DE VACÍOS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	48
IMAGEN 17 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	49
IMAGEN 18 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	49
IMAGEN 19 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	50
IMAGEN 20 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.605, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.....	51
IMAGEN 21 CARGA SOPORTADA POR LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	52
IMAGEN 22 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN NTP 339.605, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA	53
IMAGEN 23 CONSISTENCIA DE LA MEZCLA USADA EN LA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.	98

IMAGEN 24 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA 1 DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.....	66
IMAGEN 25 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA 2 DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.....	67
IMAGEN 26 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA 3 DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.....	68
IMAGEN 27 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL PLASTICO TRITURADOS UTILIZADO EN LA ELABORACION DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS DE ARCILLA/PLASTICO, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	69
IMAGEN 28 FUENTE ELE INTERNATIONAL	103
IMAGEN 29 FUENTE FILTRA VIBRACIÓN "PÁGINA OFICIAL DE LA EMPRESA"	104
IMAGEN 30 CERTIFICADO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO MS	105

I. Introducción

1.1. Realidad problemática.

Nivel Internacional:

(Samuel, 2017) Manifiesta que la ONG “Eco Inclusión” **fue creada** con el propósito de la optimización de los recursos productos del reciclaje, como lo son las botellas de plástico; y **basándose** en la reutilización, reducción, inclusión y reciclaje a partir de la producción de ladrillos ecológicos; donde manifiesta que en un ladrillo de tipo ecológico estos pueden contener hasta 20 botellas cada uno, **podrían** ser utilizados en la construcción de viviendas al igual que los ladrillos tradicionales; la finalidad del proyecto **consistió** en brindar una alternativa de reducción de la contaminación causada por el PET, a través de la creación de un elemento estructural el cual pudiese ser empleado en la construcción, así mismo **debería** ayudar a los sectores más vulnerables de su localidad, además de buscar crear conciencia sobre el rol que cumple el reciclaje en el medio ambiente, por medio de la creación del ladrillo ecológico.

(El federal, 2017) Señala que los ladrillos ecológicos surgieron como una alternativa a la fabricación tradicional e industrial de la producción de ladrillos, los cuales son cocidos en hornos; con ello **buscaba** minimizar costos y reutilizaría materia prima, de manera que no contribuya en la contaminación del medio ambiente, la **creación** de la unidad de albañilería se logró mediante la compactación de la mezcla suelta; la cual se comprimió disminuyendo su volumen inicial dando paso a una masa densa y con mínimos vacíos. Con ese tipo de producción no solo **buscaba** la auto sostenibilidad si no también la sustentabilidad social con la posibilidad de generar empleo, debido a que **permitía** la construcción asistida, reducción de costos por m², reducción de tiempos de ejecución y de mano de obra.

(Guzman, 2016) Señalaba que la creación en serie de ladrillo ecológico **podría** satisfacer una parte importante de la demanda nacional de dicho elemento estructural; además **sería** una posible solución a problemas ambientales, como la que se da en la

sobreexplotación de bancos de materiales, así como también la contaminación atmosférica, **debido** a que el ladrillo ecológico no necesitaba ser secado en horno, por el contrario este se **curaba** a temperatura ambiente, reduciendo así la emisión de gases de efecto invernadero

(Bohigues, 2016) **Manifestaba** que la ciudad de Medellín generaba 3.055 toneladas de basura al día de las cuales el 56 por ciento que **eran** de origen orgánico, una parte del resto del material **podría** usarse para elaborar eco ladrillos, lo cual **abría** una posibilidad para subir la tasa de aprovechamiento y bajar la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario; ejemplo de ello **declaraba** que es el plástico, en especial el de los envases destinados a bebidas, quienes **generan** grandes toneladas de basura diaria, siendo actualmente el primer material de desecho que más se acumula en las ciudades. Una **problemática** que se acrecienta cuando se tiene en cuenta que se trata de un material que tarda alrededor de 500 años en degradarse por completo.

Nivel nacional:

(El comercio, 2017) Ante la **presencia** del Fenómeno El Niño el cual produjo constantes lluvias e inundaciones en la zona norte del Litoral Peruano, Jesús Meza López, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), **creó** un nuevo material para la construcción de viviendas, en Huancayo (Junín). Se trata de los ladrillos ecológicos **los cuales** son resistentes a cualquier tipo de erosión acelerada, es decir lluvia o inundaciones; Además **buscaba** la forma de mitigar la contaminación ambiental, ya que **manifestó** que esta unidad de albañilería no **necesitaba** de cocción y por ende evita la utilización de materiales inflamables y la tala indiscriminada de árboles; otros beneficios que se **obtuvieron** son el bajo costo de producción, y sus propiedades como aislante termino acústico, en climas fríos alberga el calor y el climas calurosos mantiene fresca la construcción.

(Andina, 2017) Se **manifestó** que, como una solución a la reducción de las 180 tn de residuos sólidos que eran **desechados** todos los días, se **podría** usar un 30% de estos desechos en la producción de los ladrillos ecológicos antisísmicos, los cuales **serían** destinados a la construcción de viviendas de personas de bajos recursos y así mismo se **implementarían** en parte de la infraestructura de la Municipalidad de Junín; además **remarcó** que al incorporar varillas metálicas, cemento y arena este nuevo elemento **tendría** mejor adherencia y por lo consecuente un mejor comportamiento, debido a que el material plástico tiene mayor grado de elasticidad por lo que **brindaría** una mejor respuesta ante eventos sísmicos; su fácil producción y bajo precio precisa que lo **harían** una alternativa rentable al ser implementado en la construcción.

(Castillo, 2014) **Señalaba** que el Petra block (ladrillo ecológico) era una muy buena alternativa en la construcción de viviendas en zonas de bajos recursos debido al bajo costo y los reducidos tiempos que **presentaba** su construcción, y haciendo elegante el acabado por ser cara vista, que presenta y así mismo por estar **compuesta** con el 90% de tierra seleccionada y 10% de cemento mezclado con polímero que ayuda a mantener un ambiente cálido dentro de la vivienda; **además** las diferentes formas del ladrillo permiten un sistema de auto amarré provocando que la estructura se construya con menos mezcla, y su diseño con ductos interiores permite la realización de instalaciones eléctricas y sanitarias sin necesidad de dañar las paredes.

Nivel local:

A nivel local no se ha encontrado información sobre estudios similares, pero si se ha encontrado información en la utilización de nuevos materiales para la construcción como manifiesta:

(RPP NOTICIAS, 2015) Una nueva propuesta de turismo **ocasionó** la construcción de un centro rural comunitario, el cual **fue** hecho a base de botellas plásticas rellenas de vidrio y empaques de galletas; dicho centro es ahora una biblioteca, la cual es muy **visitada** por turistas; para su construcción se **empleó** una iniciativa de reciclaje la cual tuvo gran participación de la comunidad.

1.2. Antecedentes de Estudio.

Nivel Internacional:

(Mena A. C., 2018) Para optar el Grado Académico de Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador “Diseño y Fabricación de un Ladrillo Ecológico como Material Sostenible de Construcción y Comparación de sus propiedades Mecánicas con un Ladrillo Ecológico” **propuso** como problemática la utilización de mampuestos en la creación de los ladrillos ecológicos; su **objetivo** fue diseñar y fabricar un mampuesto ecológico como material sostenible de construcción y comparar sus propiedades mecánicas con las de otros compuestos; los **resultados** obtenidos en los ensayos de flexión del eco ladrillo poseían un módulo de rotura de dos punto cuarenta y seis megapascuales (2.46Mpa), el cual estaba dentro de los límites permitidos para ladrillos según la norma técnica ecuatoriana INEN 297-2014; **concluyó** que el mampuesto ensayado puede ser usado como material sostenible y formar parte de la bio-construcción, también **determinó** que a mayor porcentaje de cemento, la mezcla obtenía mejores propiedades de resistencia a la compresión; **además** de evidenciar que a mayor empleo de cáscara de arroz la resistencia disminuía y la ceniza de cáscara de arroz no afectaba a la resistencia al reemplazarlo hasta un 40 % al cemento; **recomendó** que la fabricación del ladrillo ecológico sea de manera mecánica para agilizar la producción y mejorar los resultados, **propuso** realizar un nuevo mampuesto con un diferente tipo de suelo y realizar el estudio a propiedades físicas faltantes de la investigación.

(Penagos, 2017) Para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México “Elaboración de Bloques Ecológicos a Base de Material Producto de la Construcción” **justificaron** que el problema ambiental que se origina por los residuos de la construcción, demoliciones y reparaciones afecta al medio ambiente; por ello **enfocaron** su objetivo general a implementar el uso de materiales producto de la industria de la construcción para reducir el daños al medio ambiente, así como el desarrollo de nuevos elementos identificando y montando técnicas que se requieran para la

caracterización del suelo; de los **resultados** obtenidos en 2 etapas y con diferentes mezclas, se obtuvieron que las mezclas con agregados con granulometría de 3/8 no permitían la adecuada compactación y debido a ello presentaban huecos en la matriz, por otro lado las mezclas que tenían agregado < 3/8 presentaban mejor resistencia a la compresión, también se obtuvo que la primera mezcla tenía mayor grado de absorción de humedad que la segunda muestra; **concluyó** que a pesar de los diferentes resultados ambas muestras pueden ser usadas en la construcción y que tanto el coste por producción como en la de construcción esta unidad de albañilería hace que sea rentable; brindó las siguientes **recomendaciones** como el acomodo de una mini planta de procesamiento para que la producción sea más eficiente, además de constituir una normativa que establezca parámetros que sirvan de referencia para futuras investigaciones y la implementación de bloques de uso estructural, debido a que dicha investigación se enfocó en unidades no portantes.

(Caballero & Flores, 2016) **Para optar el Grado Académico de Ingeniero Civil** de la Universidad de Cartagena “Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico de Polietileno - Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción” **establecieron** su problemática como la insostenible explotación de la corteza terrestre y sumando los problemas de residuos plásticos presentes **enfocaron** su objetivo general en comprobar, mediante ensayos normalizados de las normas (NSR-10) y normas técnicas colombianas NTC, si los bloques de cemento hechos con diferentes proporciones de triturado de Polietileno -Tereftalato (PET), son alternativas factibles para ser usadas en la construcción; en base a los **resultados** que obtuvieron se observó que para el 23% de utilidades por bloque el valor de los bloques (PET) es inferior al convencional, sin embargo para utilidades superiores a 30% ocurre lo opuesto; de lo que se **concluyó** que los bloques Tipo PET son más livianos y su producción en serie es factible, pero no de emplearse de manera que cumpla una función estructural; las **recomendaciones** para futuras investigaciones fueron, mejorar los controles de calidad tanto en tiempo como en los materiales a emplear, así también controlar las dosificaciones de los compuestos.

Nivel Nacional:

(Jhoel, 2015) Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Privada del Norte “Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015”), **formuló** su problema en torno a las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto elaborado con residuos plásticos de PVC y ladrillos convencionales de concreto en la ciudad de Cajamarca; por ello **planteó** comparar las propiedades físico – mecánicas de las unidades de ladrillos de concreto y los elaborados con residuos plásticos de PVC; de los **resultados** obtenidos se analizaron los ensayos realizados de los cuales determinaron que el alabeo de las muestras ensayadas esta entre una rango de 0 mm y un máximo de 2.5mm, la succión de los ladrillos con PVC dio menor a los que no poseen este material y así mismo la absorción fue menor a la permitida en la NTP 333.601 donde el máximo valor es 12%, la resistencia de las unidades con PVC fue aproximadamente el 50% de las unidades sin PVC; en base a los resultados **concluyó** que las propiedades del ladrillo aumentaron a excepción de las que influyeron directamente en la resistencia, en base a dichos resultados determinaron que las unidades de albañilería podrían emplearse en muros perimétricos, parapetos, en albañilería aporticada y en muros no portantes; **recomendaron** realizar ensayos con otros porcentajes de PVC triturado, realizar estudios de impacto ambiental en el triturado de PVC, realizar un análisis de costos en el PVC triturado con lo cual se tendría referencia en cuanto difieren los costos.

(Eduardo Palomino & Zegarra Lazo, 2015) Para optar por el Grado Académico de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano “Tabiquería ecológica, empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción en la ciudad de Puno”, identificaron su **problemática** en base a su entorno el cual es afectado por la contaminación del medio ambiente, y por su clima variable; **enfocaron** su objetivo principal en proponer una tabiquería ecológica utilizando la totora con revestimiento de yeso o mortero, con criterios de bioconstrucción; de los **resultados** se identificó que

la tabiquería ecológica con revestimiento de yeso tienen mejor comportamiento acústico, también determinaron que los revestimientos de yeso de entre 1 cm y 1.5 cm tenían mejor transmisión térmica; **concluyeron** que la totora seca es un producto adecuado para usarlo en la tabiquería ecológica, también determinaron que el recubrimiento de yeso de 1cm presento mejor comportamiento en el aislamiento termico y acústico, pero el revestimiento de mortero 1cm presento mayor resistencia al fuego y a los impactos; por lo que establecieron que la tabiquería ecológica, el revestimiento de mortero y de revestimiento de yeso se pueden emplear en la construcción. **Recomendaron** considerar el uso de la totora como material de construcción de cielos rasos, evaluar las propiedades de flexión, compresión y tracción de la totora.

(Javier & Vidal Atoche, 2014) Para optar el Grado Académico de Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú “Comportamiento Sísmico de un Módulo de 2 Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados” **establecieron** su problemática en la incorporación del ladrillo ecológico prensado en la albañilería, como alternativa a los ladrillos quemados; se planteó como **objetivo** general analizar experimentalmente el comportamiento sísmico de la albañilería compuesta por ladrillos ecológicos prensados, así como estudiar el efecto del refuerzo horizontal y vertical, utilizado para proveer ductilidad e integración entre los muros ante acciones coplanares y perpendiculares a los muros; se **obtuvieron** los siguientes resultados de los cuales se observó que la respuesta del ladrillos ecológico ante la acción sísmica de 0.3 y 0.7 sg las muestras no presentaron grietas ni fisura, para una aceleración de 1.3 sg las muestras presentaron agrietamiento, para lo cual se observaron que los ladrillos no respondieron adecuadamente al diseño elástico; en base a los resultados **concluyeron** que la elaboración de ladrillos dio un rendimiento de una unidad cada 2 minutos, no se presentaron fisuras por contracción por secado, para lo cual consideraron una mezcla conformada por arena arcillosa (65%), cemento (20%), arena fina (10%) y agua (5%) con la cual lograron una resistencia 99.5 kg/cm², siendo superior al valor mínimo establecido en la norma de albañilería E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones; por consiguiente **recomendaron** realizar ensayos de carga lateral cíclica en muros de albañilería

con unidades de suelo cemento y llevar un seguimiento para determinar cuál es el tiempo de duración que puede llegar a alcanzar.

Nivel local:

Hasta diciembre del 2018 no se encontraron investigaciones que guarden relación con el tema a investigar a nivel de Lambayeque, ni que posean enfoques dirigidos a la creación de nuevas unidades de albañilería ecológica; por lo tanto la presente investigación es la primera a nivel del departamento de Lambayeque.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema.

Nivel Internacional:

(**Universidad Nacional de Tucuman, 2018**) El alto nivel de contaminación que **estaba** presente en dicho territorio se debe en parte a la molienda de los ingenios azucareros. Las calderas despiden una gran cantidad de cenizas que son residuo de alto impacto ambiental, por lo que el arquitecto Darío Cazón se **propuso** transformar estos, en un subproducto de esta industria, incursionando el **desarrollo** un material para la construcción utilizando como materia prima la ceniza; Estos ladrillos ecológicos cuya base fundamental es la ceniza vegetal comprimida (VCP) **tenían** propiedades similares al ladrillo común, pero su resistencia térmica **era** superior y con mejores cualidades aislantes. Se pueden construir viviendas, pavimentar calles peatonales, realizar canales, es decir, es apto para todo tipo de obras. Los ensayos de propiedades físicas, químicas y técnicas en el INTI y también en UNT **cumplieron** con todas las expectativas.

(**Revista El Federal, 2017**), la idea de realizar el ladrillo modular ecológico **apareció** como una alternativa a los ladrillos tradicionales los cuales son cocidos; con ello **buscaban** implementar el concepto de autoconstrucción. Los ladrillos modulares ecológicos **fueron** fabricados con tierra cruda y cemento, debido a que son aislantes y no generan desperdicios contaminantes, son resistentes y **representaban** una opción ventajosa para la construcción de viviendas familiares a bajo costo debido a

que se puede reducir considerablemente (hasta un 40 por ciento) el costo por m² y se acortan los plazos de ejecución a la mitad. De este modo, el ladrillo modular ecológico adquiere una gran relevancia como producto alternativo en la construcción de viviendas por ofrecer no sólo características técnicas superadoras sino también por la eficacia de su sistema, el ahorro de tiempo y recursos naturales, por lo que **permitiría** así reducir enormemente la huella de carbono resultante de la obra.

(Revista La Nación, 2017), De la necesidad por ayudar, nació una idea que **buscaba** ayudar a los más vulnerables, Una iniciativa cordobesa que nació por el interés combinado de ayudar a los más vulnerables y de colaborar con la sustentabilidad ambiental **resultó** ganadora del primer premio regional del Desafío “Google.org” que **buscaba** fomentar proyectos de innovación con impacto social- de este año. Se trata de la Fundación Eco-Inclusión, que fabrica ladrillos con desechos de plástico. "Queríamos ayudar a resolver los grandes problemas existentes con la basura y también el déficit habitacional", **explicaba** Leo Lima, uno de los creadores de Eco-Inclusión; Y es que en la Argentina, según cifras de esa organización, se **desechaban** unos 12 millones de botellas de plástico al día y sólo se **reciclaba** el 15%. Por otro lado, se estimaba que en el país unos tres millones de personas carecen de vivienda digna.

(Valencia, 2016) Surgió del problema de transporte de materiales, y la presencia abundante del material plástico hizo que decidieran usar este material en la construcción, como una forma de reciclar y reducir su impacto contaminante mediante la emisión de CO₂; los materiales **fueron** obtenidos de recicladores y fabricas que desechan toneladas de plásticos; esta unidad de albañilería se **elaboró** con plástico derretido vaciado en un molde, los ladrillos **poseían** propiedades, termo-acústicos y son sismo resistentes según la normativa Colombiana; **determinaron** que se podía construir una vivienda de 40 m² con cuatro personas, la cual poseía dos habitaciones, una sala, un comedor, un baño y una cocina con un costo final de 20 millones de pesos colombianos (alrededor de 6.800 dólares), dicha metodología fue implementada en la construcción de albergues en Guapi para 42 familias.

(Ciencia y Salud, 2015), la base en la cual se **desarrolló** la siguiente investigación **giro** en torno a la degradación de suelos, contaminación de agua y deforestación; por ello los investigadores del instituto de ingeniería de la UNAM encabezados por la doctora Neftalí Rojas Valencia, **propusieron** una alternativa q produzca un menor impacto al ambiente; en base a la investigación **determinaron** que el eco ladrillo no era solo estéticamente adecuado para la construcción, sino que también **poseía** características físicas y mecánicas optimas, por lo que podían usarlo en la construcción; su bajo costo, el aprovechamiento de los residuos de excavación, la poca energía para su fabricación y la no emisión de CO2 a la atmosfera hacen de esta unidad de albañilería una solución rentable en la construcción.

(Martínez Amariz & Cote Jiménez , 2014) la investigación **tenía** como problemática, la contaminación **producida** en el proceso de la elaboración del ladrillo y también la contaminación que es causada por el Polietilene Terephthalate (PET) el cual es empleado en diversos procesos y actividades; el procedimiento experimental **tuvo** lugar en la Universidad de Santander, **iniciaron** con recolección y clasificación de botellas (PET), luego se trituro el material plástico, se **ensayaron** muestras con diferentes porcentajes, este tipo de ladrillo tuvo un proceso en el cual no era necesario la cocción de la unidad de albañilería, por ello **emplearon** un curado de 7 días, luego los almacenaron por 28 días en el cual se esperaba que adquiriera su máxima resistencia; en base a los ensayos de laboratorio obtuvieron que los ladrillos que contienen mayor porcentaje de cemento poseían mayor resistencia y además que el ladrillo que poseía 50% cemento y 50% PET **poseía** mayor resistencia a la compresión que los ladrillos comunes usados en la construcción, también determinaron que el ladrillo a base de PET era más liviano en comparación al tradicional y en base a los costes de producción **concluyeron** que este material es económicamente rentable para ser empleado en la construcción.

Nivel Nacional:

(Piramide, 2011) **Realizaron** un cambio en la matriz energética utilizada en la elaboración de ladrillos de la empresa “ladrillos Pirámide”, **dejaron** de usar el petróleo y **empezaron** a emplear el gas natural en su sistema de quemado; **buscaban** reducir la contaminación del ambiente así como mejorar un bienestar social y económico; con la implementación del nuevo sistema, **determinaron** que el ladrillo posee un color más uniforme y con una cocción más eficiente, los estándares de calidad se mantenían, así como su funcionalidad.

(Eco Ladrillos , 2013) **Definió** a los ladrillos ecológicos como unidades modulares las cuales **poseían** mejor acabado estético y mayor resistencia, **estaban** compuestos a base de materiales que no **provocaban** la tala de árboles, al no pasar por un proceso de cocción este elemento no emite gases en la atmosfera que pudieran contribuir en la contaminación; la forma de los ladrillos ecológicos **permitía** que la instalación de los servicios sea de manera simple y sin dañar la estructura y su centro hueco logra que sea un elemento acústico y térmico.

Nivel Local:

A nivel local no se cuenta con información que guarde relación con el enfoque de nueva creación de unidades de albañilería en cuyo proceso se emplea el reciclaje o que busquen un fin ecológico; por lo que la presente investigación se realizará siendo la primera a nivel del departamento de Lambayeque - Perú .

1.4. Formulación del Problema.

¿Cómo puedo evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada?

1.5. Justificación en importancia del estudio.

(La Republica, 2018), contraloría identificó y detalló los puntos donde la contaminación de la ciudad de Chiclayo ocasiona focos infecciosos peligrosos a causa de los desechos que son arrojados en las calles, muchos de ellos son residuos plásticos, lo cual atenta contra la salud, manifestaron que no se había desarrollado un plan de gestión de residuos.

(Manay Torres, 2014), un estudio realizado en el departamento de Lambayeque, revelo que diariamente se producen 601 ton de residuos sólidos, Chiclayo es uno de los distritos más afectados, y debido a que no se cuenta con un plan de aprovechamiento de estos materiales el problema sigue en aumento.

El estudio de “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.” busca proponer una alternativa de solución a los problemas ambientales que se suscitan en la ciudad de Chiclayo, empleando los desechos plásticos, y usarlos en la creación de nuevas unidades de albañilería.

1.6. Hipótesis.

Las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico, lo hacen recomendable para su uso en albañilería confinada.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general

Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en la albañilería confinada con la finalidad de determinar el uso correspondiente.

1.7.2. Objetivos específicos.

- a. Plasmar las características físicas del material de cantera y del material plástico, para la elaboración de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico.
- b. Elaborar las unidades de albañilería de arcilla y arcilla/plástico.
- c. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería ecológica de arcilla y arcilla/plástico.
- d. Clasificar los ladrillos ecológicos según la E.070
- e. Estimar los costos de producción de las unidades de albañilería.

II. Material y Método.

2.1. Tipo y diseño de la investigación.

Para la presente investigación de acuerdo a la orientación que se ha tomado se considera un tipo de investigación “**correlacional**” debido a que el tema “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.” Plantea la creación de nuevos materiales para la construcción; la cual surgió del problema ambiental que está presente en la ciudad de Chiclayo. El tipo de investigación es “**cuantitativa**” debido a que, la aceptación de las nuevas unidades de albañilería dependerá de la cantidad de pruebas a las que serán sometidas y al análisis del comportamiento de cada muestra, y con una metodología “**cuasi experimental**”, debido a que las variables serán manipuladas en intensidad de la dosificación de los materiales. (Borja Suarez, 2012)

2.2. Población y muestra.

De acuerdo al tema de investigación “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLASTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018”, se ha determinado que la **población** de estudio son los “ladrillos ecológicos”, debido a que este elemento es el objeto de estudio; de dicho elemento se han derivado las **muestras** de ladrillo ecológico de arcilla/plástico y arcilla concreto reciclado. (Borja Suarez, 2012).

Tabla 1*Número de unidades de albañilería, por tipo de elemento; Fuente creación del autor de la investigación*

N°	ELEMENTOS	TIPO DE ENSAYO	ENSAYOS		N°	TOTAL DE UNIDADES
			8 días	28 días	MUESTRAS POR ENSAYO	
1	Ladrillo ecológico Arcilla	Variación de dimensiones, alabeo, densidad, absorción	10		1	10
2		Resistencia de prismas de albañilería	0	5	5	25
3		Resistencia a la compresión	5		1	5
4		Succión	5		1	5
5		Resistencia a la compresión y corte de murete simple	0	5	14	70
1	Ladrillo ecológico Arcilla/Plástico	Variación de dimensiones, alabeo, densidad, absorción	10		1	10
2		Resistencia de prismas de albañilería	0	5	5	25
3		Resistencia a la compresión	5		1	5
4		Succión	5		1	5
5		Resistencia a la compresión y corte de murete simple	0	5	14	70
Total De Unidades De Albañilería A Elaborar						230

De la tabla 1, se puede identificar la agrupación de varios ensayos, esto se debe a que dichas pruebas no son destructivas y la realización de dichas pruebas no altera sus propiedades físicas, con excepción del ensayo de absorción el cual será realizado a finalizar los ensayos de variación de dimensiones, alabeo y densidad.

Tabla 2

Población y Muestra; Fuente Creación del autor de la investigación

	Población	Muestra	Materiales	Unid. Medida	Procedencia	Características	Propiedades
Investigación	Ladrillos ecológicos	Ladrillo ecológico Arcilla	Arcilla	m3	Cantera 3 tomas	Partículas minerales muy pequeñas, de entre 0.160 mm a 0.080 mm.	Trabajabilidad, durabilidad, bajo costo, sostenibles.
			Arena	m3	Cantera 3 tomas	Partículas pequeñas de piedra de carácter silicio con un diámetro entre 0,02 y 2 mm.	versatilidad en su empleo, y uso en acabados
			Cemento tipo MS	bol.	Distribuidora Maestro	Obras expuestas al daño por sulfatos. Para losas tuberías y postes de concreto en contacto con suelos con alto contenido de sulfatos.	alta resistencia a los sulfatos
			Agua	lt	Red pública	PH entre (5.5-8), SO4 < 600ppm, C1< 1000ppm.	trabajabilidad y consistencia
			Arcilla	m3	Cantera 3 tomas	Partículas minerales muy pequeñas, de entre 0.160 mm a 0.080 mm.	Trabajabilidad, durabilidad, bajo costo, sostenibles.
		Ladrillo ecológico Arcilla/Plástico	Arena	m3	Cantera 3 tomas	Partículas pequeñas de piedra de carácter silicio con un diámetro entre 0,02 y 2 mm.	versatilidad en su empleo, y uso en acabados
			Cemento tipo MS	bol.	Distribuidora Maestro	Obras expuestas al daño por sulfatos. Para losas tuberías y postes de concreto en contacto con suelos con alto contenido de sulfatos.	alta resistencia a los sulfatos
			Plástico	kg	Producto del reciclaje	Plástico reciclado tipo PET.	Ligero, moldeable, de fácil manipulación y bajo costo
			Agua	lt	Red pública	PH entre (5.5-8), SO4 < 600ppm, C1< 1000ppm.	trabajabilidad y consistencia

2.3. Variables, Operacionalización.

En base al tema de investigación “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.” se han identificado como variables **dependientes** ladrillo ecológico prensado de **arcilla** y ladrillo ecológico prensado de **arcilla/plástico** reciclado; dichos elementos son el resultado del trabajo en conjunto de los componentes (variable independiente); así mismo como variable independientes, la arcilla, arena, cemento, agua, plástico reciclado; la alteración de cada componente influye directamente en la alteración del comportamiento de las unidades de albañilería. **(Borja Suarez, 2012).**

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	indicadores (características)	subindicadores (clasificación)	tecnicas de recoleccion de datos	instrumentos de recoleccion de datos	método de analisis de datos	Medición
Variable Dependiente							
Ladrillo Arcilla y Arcilla Plastico.	Ladrillo Ecologico de Arcilla.	Arena, Arcilla, Cemento y Agua.	los subindicadores por los cuales seran evaluados las unidades de albañilería son: absorción, coeficiente de saturación, succión,	la tecnica fundamental de estos ensayos, sera la Observación, ya que esta misma permite clasificar los ladrillo en fichas de laboratorio y sus reptivos ensayos.	Se empleará el análisis de datos todos los ensayos y las muestras ensayadas seran organizadas en fichas tecnicas las cuales dependeran de cada tipo de ladrillo y ensayo.	Análisis ligados a las hipotesis los cuales seran probados mediante: Varia. dimensiones Alabeo Resistencia a la compresión Densidad Absorción Saturación Módulo de ruptura	(%) (mm) (N/cm2) (g/cm3.) (%) (%) (N/cm2)
	Ladrillo Ecologico de Arcilla/Plastico.	Arena, Arcilla, Cemento, plástico y Agua.					
	Propiedades Físicas y Mecánicas del Ladrillo Ecologico.	Características Físicas Características Mecánicas					
Variable independiente							
Arcilla	los materiales deben cumplir los requerimientos basicos según la NTP, para asegurar el adecuado analisis de las unidades de albañilería	Tamaño maximo nominal certificacion calidad tipo de plastico y tamaño de triturado.	Humedad tipo de cemento Ph Tamaño de las particulas	se realizará la observación y el análisis de datos, dichas tecnicas son fundamentales en el desarrollo de los ensayos a los materiales.	se empleara formatos estandarizados para la toma de datos.	se empleará analisis descriptivos: Análisis granulometrico ensayo cont. Humedad ph contenido de sales solubles	Kg
Arena							Kg
cemento							Kg
Agua							Ltrs
Plástico reciclado							Kg

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Durante el proceso de investigación de las unidades de albañilería ecológica “arcilla y arcilla/plástico”, se implementará la observación y el análisis de datos (análisis de datos ligados a la hipótesis de las unidades de albañilería terminadas y análisis descriptivos para los materiales) de manera estadística; dichas técnicas son fundamentales para poder plasmar los resultados de manera fiable y obteniendo resultados claros y puntuales. (Borja Suarez, 2012).

Diagrama de flujo para el proceso de recolección de datos:

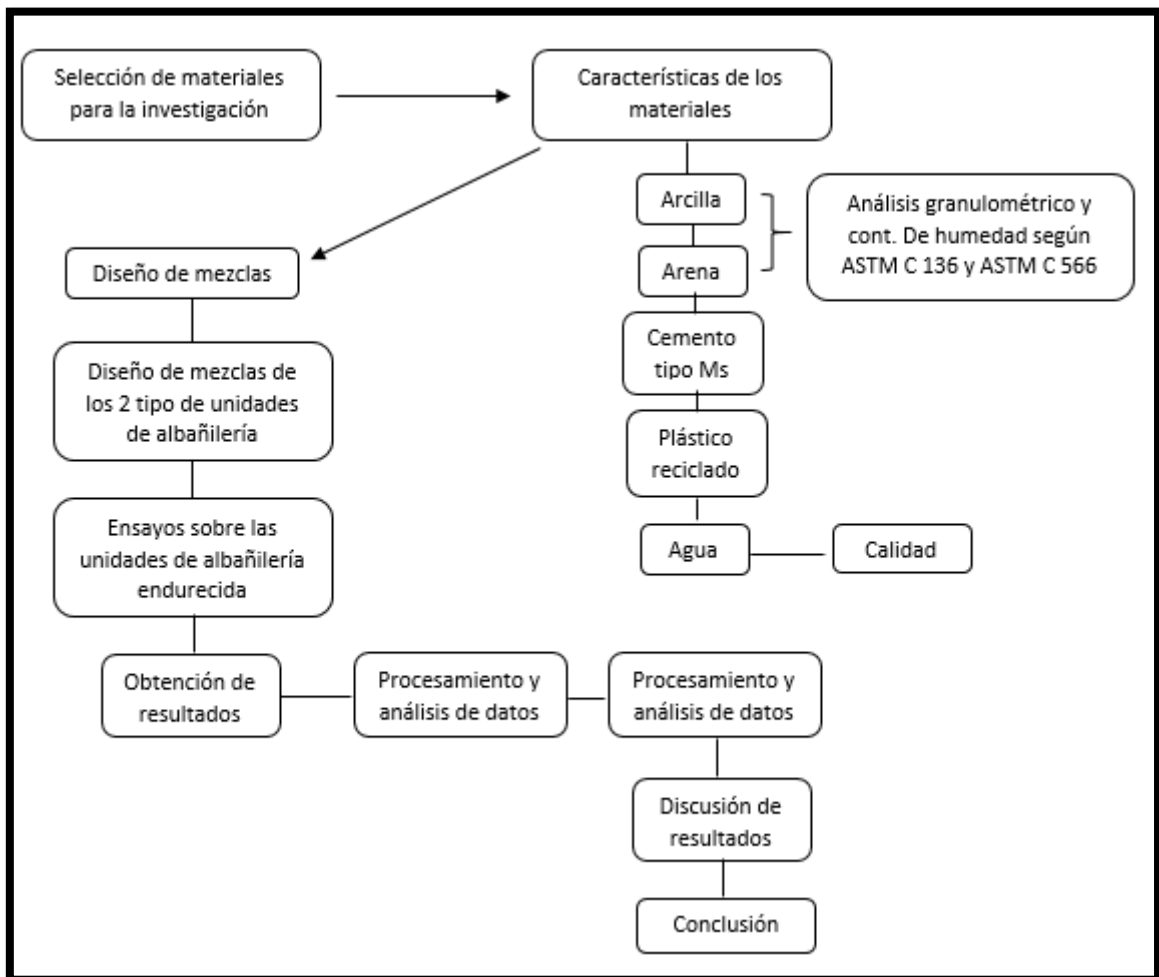


Imagen 1 Fuente elaboración del investigador

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

Para el análisis de datos se empleará un “análisis estadístico descriptivo” para lo cual se interpretará los resultados en forma estadística y según sea necesario el empleo de cuadros o diagramas de interpretación estadísticas; así mismo se describirá las características de cada elemento y el comportamiento que presenta, de manera detallada. **(Universidad Señor de Sipan, 2015).**

2.6. Criterios éticos.

Para el diseño de la presente investigación se apela al respeto, honestidad y veracidad en la recopilación de información y en su interpretación, así mismo se citará la información añadida, según corresponda; se espera que la implementación de los elementos de construcción resulten beneficiosos en la construcción y no implique riesgos en su uso final; la información que pueda brindar la siguiente investigación será de manera accesible para futuros investigadores, de manera que no haya duplicidad tanto por ética moral, ética profesional y ética científica.

(Observatori de Bioètica i dret "Para científic de Barcelona", 2012).

III. Resultados.

3.1. Materiales usados en la creación los Ladrillos:

Se definió los materiales, las dimensiones de las muestras y el equipo con el cual se empleará en la elaboración de las unidades de albañilería ecológica prensada, de arcilla y arcilla/plástico; mediante el análisis de los materiales realizadas en laboratorio, así como dosificar las arcillas arenas y plástico.

3.1.1. Estudio de suelos.

Se ha realizado un muestreo de los agregados extraídos de la cantera “Piedra azul”, ubicado en la cantera “tres tomas” de la localidad de Mesones Muro del distrito de Ferreñafe; el material con el que se elaboraron los Ladrillos ecológicos prensados, es arcilla conocido en la zona como “Caolín” y arena fina.

3.1.1.1. Contenido de humedad.

Se ha analizado un total de 06 muestras, con las cuales se ha determinado la humedad que presenta el agregado, las muestras ensayadas comprenden a la arena y a la arcilla conocida como “Caolín”, bajo la NTP 339.127.

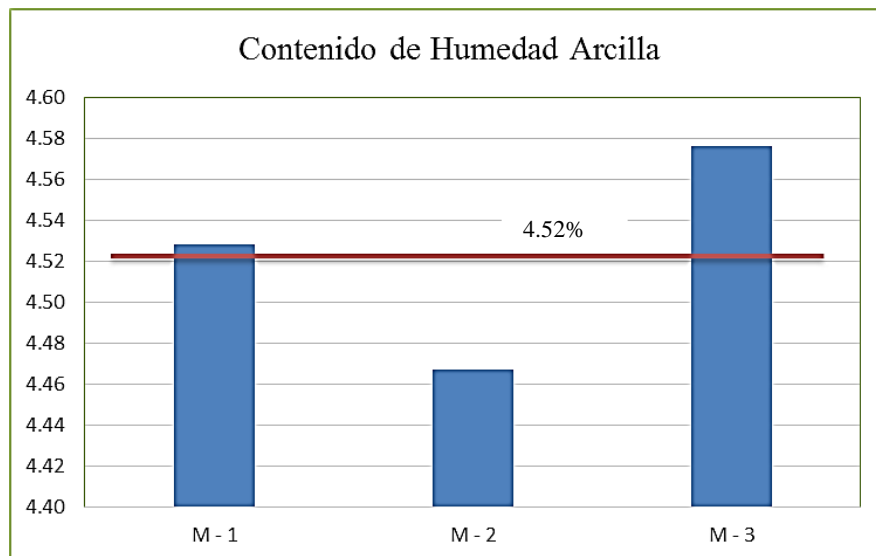


Imagen 2 Contenido de humedad de la arcilla, fuente elaboración del investigador.

Del ensayo de las muestras 3 realizadas a la arcilla se obtuvo un contenido de humedad promedio de 4.52%.

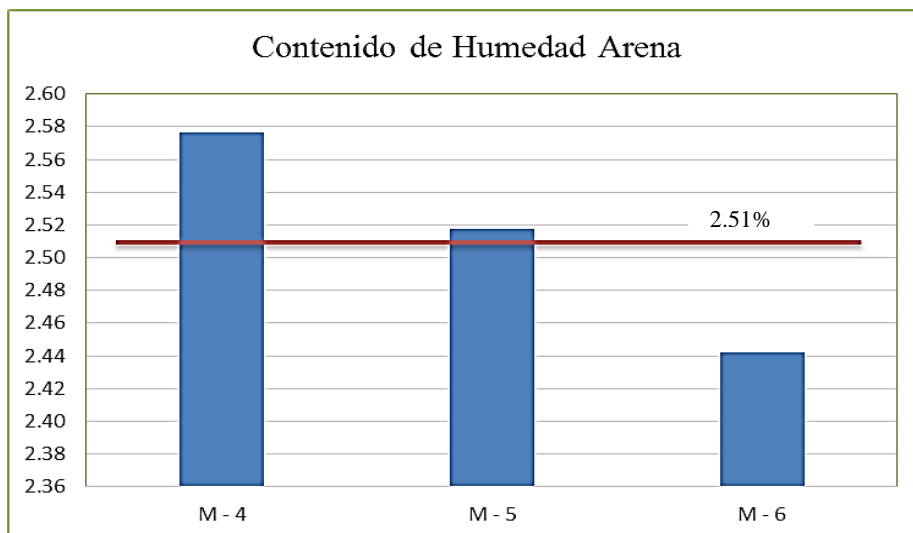


Imagen 3 Contenido de humedad de la arena, fuente elaboración del investigador.

Del ensayo de las muestras 3 realizadas a la arena se obtuvo un contenido de humedad promedio de 2.51%.

3.1.1.2. Análisis granulométrico.

Se ha realizado un análisis granulométrico, para determinar el tamaño de las partículas del agregado con el que se realiza el ladrillo ecológico, a fin de determinar si está comprendido entre los parámetros que admite la norma técnica peruana NTP - 331.017, se ha realizado un total de 03 ensayos con los cuales se ha determinado el tamaño de las partículas.

- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “**arcilla**” en la tara TESIS- E.P.B - M1, se obtuvo un diámetro de partícula de 0.123 mm.
- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “**arcilla**” en la tara TESIS- E.P.B– M2, se obtuvo un diámetro de partícula de 0.115 mm.
- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “**arcilla**” en la tara TESIS- E.P.B– M3, se obtuvo un diámetro de partícula de 0.117 mm.
- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “**arena**” en la tara TESIS- E.P.B– M4, se obtuvo un diámetro de partícula de 1.190 mm.
- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “**arena**” en la tara TESIS- E.P.B– M5, se obtuvo un diámetro de partícula de 1.195 mm.
- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “**arena**” en la tara TESIS- E.P.B– M6, se obtuvo un diámetro de partícula de 1.201 mm.

- Del ensayo realizado a la muestra seleccionada “plástico” en la tara TESIS- E.P.B– M7, se obtuvo un diámetro de partícula de 0.415 mm.

3.1.1.3. Peso específico relativo de las partículas sólidas (Gs):

Se determinó el peso específico de la arcilla y de la arena según la NTP 339.131 (Peso específico relativo de las partículas sólidas), de lo cual se obtuvo que:

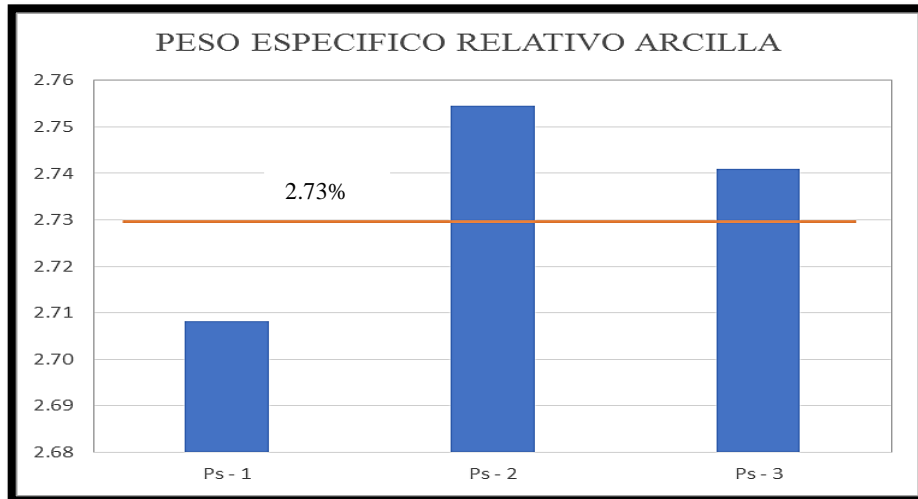


Imagen 4 peso específico relativo de las partículas de la arcilla; fuente elaboración del investigador.

Se obtuvo un valor de 2.73gr/cm³ lo cual cumple para Arcillas las cuales están entre 2.70 – 2.80 gr/cm³.

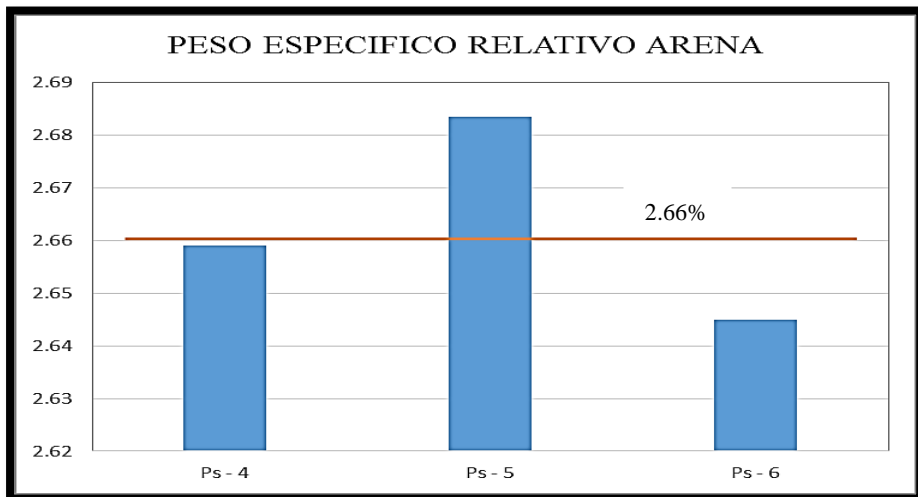


Imagen 5 Peso específico relativo de las partículas de la arena, fuente elaboración del investigador.

Se obtuvo un valor de 2.66gr/cm^3 lo cual cumple para Arenas las cuales están entre $2.65 - 2.70\text{ gr/cm}^3$.

3.1.1.4. Limite líquido y Limite plástico:

Del análisis del material arcilloso se obtuvo que:

Tabla 4

Resultados del ensayo de limite líquido y limite plástico.

DATOS DEL ENSAYO	LL			LP	
	1	2	3	4	5
NUMERO DE TARA	1	2	3	4	5
N° DE GOLPES	20	23	32		
PESO DE LA M. HUM.+TARA	48.84	41.48	24.19	18.76	19.75
PESO DE LA M.SECA + TARA	40.68	35.43	19.43	16.4	17.57
PESO DEL AGUA	8.16	6.05	4.76	2.36	2.18
PESO DE LA TARA	22.19	21.25	7.2	7.73	8.87
PESO M. SECO	18.49	14.18	12.23	8.67	8.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	44.13	42.67	38.92	27.22	25.06

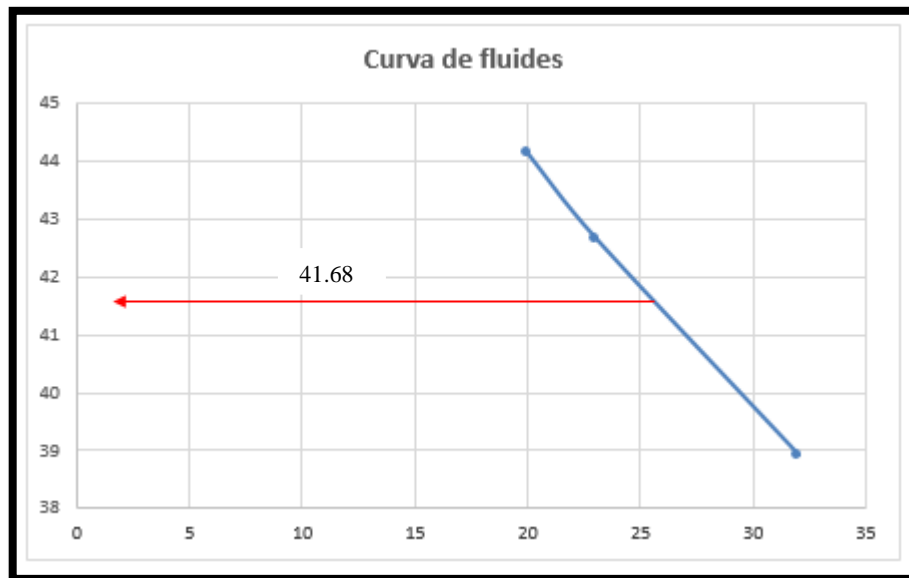


Imagen 6. Curva de Fluides, Fuente elaborado por el investigador.

Se obtuvo que $LL = 41.68$, $LP = 26.14$ y el $IP = 15.54$ de los resultados se clasifico el material como CL – arcilla inorgánica de baja plasticidad.

3.1.1.5. Contenido de sales solubles totales en suelos y agua subterránea:

Se determinó las sales de los materiales a emplear en la elaboración de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico.

Tabla 5

Contenido de sales solubles totales en suelos y aguas subterráneas; Fuente elaborado por el investigador.

DATOS DE LA MUESTRA	MUESTRA	E1	E2	E3
RELACION SUELOS/AGUA	MUESTRA AGUA DESTILADA	50gr 250ml	50gr 250ml	50gr 250ml
PASO 1	MEZCLA SUELO Y AGUA DESTILADA	5	5	5
PASO2	NUMERO DE BEAKER	1	2	3
PASO3	PESO DE BEAKER	14.04gr	12.67gr	11.67gr
PASO 4	PESO DE BEAKER+ RESIDUO DE SALES	14.17gr	12.82gr	11.81gr
PASO 5	PESO DE RESIDUO DE SALES	0.14gr	0.15gr	0.14gr
PASO 6	VOLUMEN DE LA SOLUCION	25ml	25ml	25ml
PASO 7	CONSTITUYENTES DE SALES TOTALES	0.134	0.147	0,138

La cantidad de sales solubles que se encontraron en el agregado fue en promedio de 0.14 porcentaje en peso.

3.1.2. Elaboración de la prensa manual para elaborar ladrillos ecológicos.

3.1.2.1. Prensa manual para elaborar ladrillos ecológicos.

Para la elaboración de los ladrillos ecológicos prensados de “arcilla” y “arcilla/plástico” se ha optado por una prensa portátil, cuya operación es manual, con lo cual se fabricara ladrillos huecos.

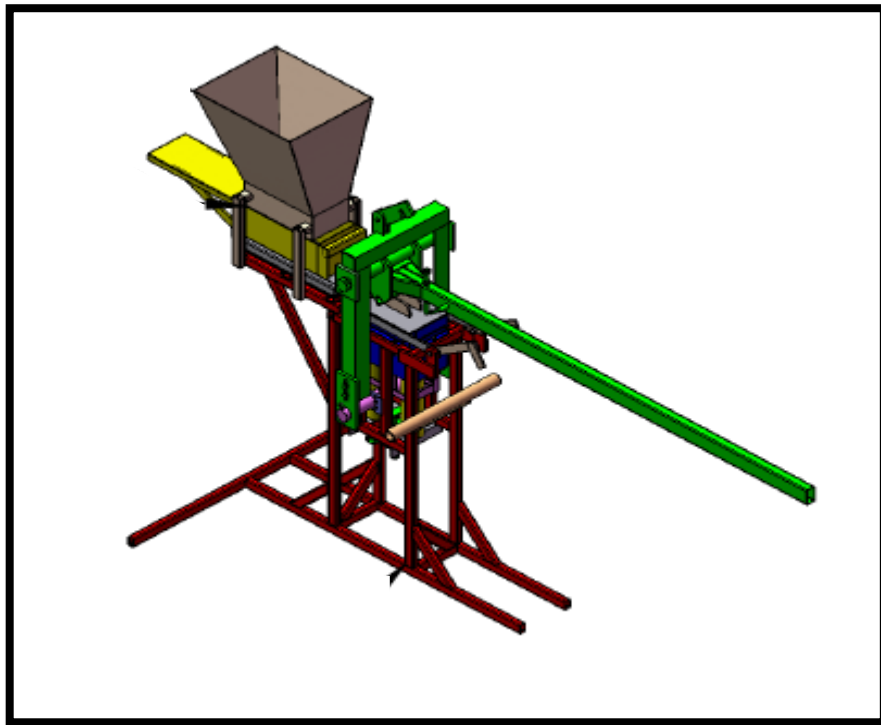


Imagen 7 Maquina de ladrillo ecológico, fuente elaborado por Reynaldo Tavares

3.1.2.2. Forma de ladrillos ecológicos.

Para la creación de las unidades de ladrillos ecológicos, se ha optado por una forma rectangular y con dos orificios que tienen como fin facilitar las instalaciones eléctricas y sanitarias, dichos orificios también pueden reforzar los muros con concreto en su interior.



Imagen 8 Bloque Y Ladrillo Ecológico Modular Padrón, fuente LADRILLO BTC ECOLÓGICO - MODELOS DE BLOQUES Y LADRILLOS - ECO MAQUINAS

3.1.3. Composición de ladrillos ecológicos.

Los ladrillos ecológicos prensados manualmente de arcilla y arcilla/plásticos, son elaborados con una técnica de prensado y utilizando como materia prima arcilla, cemento, arena para la elaboración del ladrillo ecológico de arcilla y arcilla, arena, plástico y cemento.

3.1.3.1. Arcilla.

El material arcilloso se ha extraído de la cantera “Tres Tomas”, de la planta chancadora “Piedra Azul S.R.L” en la coordenada N 641859.02 y E 9266993.59 con una elevación de 71 msnm; el material seleccionado fue zarandeado, procesado en la planta chancadora y fue pasado por la malla de 1cm de diámetro, fue separado 1 ½ cubos y se cargó en un camión de 5 cubos.

3.1.3.2. Arena.

El material granular fue extraído de la cantera “Tres Tomas” en la coordenada N 640224.28 y E 9265742.49 con una elevación de 79 msnm, el material seleccionado fue transportado en 20 sacos de 50 kg, y transportado en un camión de 5 cubos.

3.1.3.3. Plástico triturado.

El plástico triturado fue obtenido de la empresa de reciclaje “Cuidando el medio ambiente”, ubicado en la Panamericana Norte y Zarumilla en la ciudad de Chiclayo, el plástico procesado fue obtenido producto del reciclaje de material tipo PET, el cual se realiza en el departamento de Lambayeque.

3.1.3.4. Cemento portland tipo MS.

El cemento seleccionado como componente de los ladrillos ecológicos prensados de arcilla y arcilla/plástico, según el ensayo de “contenido de sales solubles totales en suelos y agua” dio como resultado que el material granular poseía 0.14 de porcentaje en peso, por lo tanto, se optó por usar el cemento Pacasmayo Portland tipo ms, el cual es usado en obras que requieren moderada resistencia a los sulfatos y en elementos que estén en contacto con ambientes y suelos húmedos.

3.2. Fabricación de los ladrillos.

3.2.1. Diseño de mezcla.

Para la fabricación de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico, no se encontró información establecida que señale la relación de materiales, se realizó diseños de mezclas con los cuales se elaboraron las unidades de albañilería.

Tabla 6

Dosificaciones aprobadas para la creación de las unidades de ladrillos ecológicos de Arcilla, fuente Elaborado por el investigador.

Muestra	Materiales Usados				Dosificación			Porcentaje		Ladrillo
	Cemento	Arena	Arcilla	Agua	C	A	Arc	Cemento	Agua	
M - 8	0.267 kg	0.670 kg	2.000 kg	0.300 lt	0.13	: 0.34 :	1.00	10.00%	10.21 %	Si
M - 12	0.233 kg	0.580 kg	1.750 kg	0.150 lt	0.13	: 0.33 :	1.00	10.00%	5.85 %	Si
M - 13	0.233 kg	0.560 kg	1.760 kg	0.155 lt	0.13	: 0.32 :	1.00	10.04%	6.07 %	Si
M - 14	0.223 kg	0.565 kg	1.760 kg	0.150 lt	0.13	: 0.32 :	1.00	9.59%	5.89 %	Si
M - 16	0.213 kg	0.565 kg	1.740 kg	0.140 lt	0.12	: 0.32 :	1.00	9.24%	5.56 %	Si

El diseño de mezcla seleccionado ha sido M – 12 con una dosificación de 0.13: 0.33: 1.

Tabla 7

Dosificaciones aprobadas para la creación de las unidades de ladrillos ecológicos de Arcilla/Plástico, fuente Elaborado por el investigador.

Muestra	Materiales Usados					Dosificación				Porcentaje			Ladrillo
	Cemento	Arena	Arcilla	Plastico	Agua	C	A	P	Arc	Cemento	Plastico	Agua	
M - 18	0.420 kg	0.300 kg	1.830 kg	0.022 kg	0.130 lt	0.23	: 0.16 :	0.01	1.00	19.72%	0.86%	5.10 %	si
M - 22	0.470 kg	0.310 kg	1.900 kg	0.020 kg	2.145 lt	0.25	: 0.16 :	0.01	1.00	21.27%	0.75%	80.04 %	Si
M - 23	0.450 kg	0.300 kg	1.850 kg	0.020 kg	3.145 lt	0.24	: 0.16 :	0.01	1.00	20.93%	0.77%	120.96 %	Si
M - 24	0.450 kg	0.310 kg	1.800 kg	0.020 kg	4.145 lt	0.25	: 0.17 :	0.01	1.00	21.33%	0.78%	161.91 %	Si

El diseño de mezcla seleccionado ha sido M – 23 con una dosificación de 0.24: 0.16: 0.01: 1.00.

Los diversos ensayos de diseño de mezcla se encuentran en el Anexo B.

3.2.2. Proceso de elaboración de los ladrillos ecológicos.

3.2.2.1. Ladrillo ecológico Arcilla y Arcilla/Plástico.

Se elaboró 240 unidades de ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico; Los ladrillos fueron realizados mediante la prensa manual. Para el proceso de elaboración del ladrillo ecológico de arcilla, se realizó el mezclado de los materiales (arcilla, arena, cemento, plástico y agua); se inició un mezclado de 3 minutos entre la arena, la arcilla, plástico y el cemento, luego se mezclaron los materiales por 3 minutos agregando agua.

Se agregó el material mezclado en la prensa manual y luego se inició el proceso de prensado; para cada unidad de albañilería se llenó el molde hasta una altura de 7.6 cm y 8.00 cm; cada ladrillo ecológico tuvo un proceso de elaboración de entre 1min y 2 min. Una vez culminado el prensado se llevó a una superficie plana donde el ladrillo ecológico paso por un periodo de curado durante una semana, una vez culminado ese proceso las unidades de albañilería están listas para ser ensayadas.

3.3. Ensayos realizados a los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico.

Los ladrillos ecológicos fueron ensayados y clasificados en base al Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 (Albañilería) y según la NTP 331.017 (Ladrillos de arcilla usados en albañilería).

3.3.1. Análisis de las propiedades físicas.

3.3.1.1 Variación de dimensiones.

Se realizó el ensayo de variación de dimensiones de las unidades de albañilería ecológica de arcilla y arcilla/plástico. Para ello se tomó como referencia las medidas del ladrillo King Kong 18 huecos, con medidas estandarizadas.

L	A	H
24	13	9

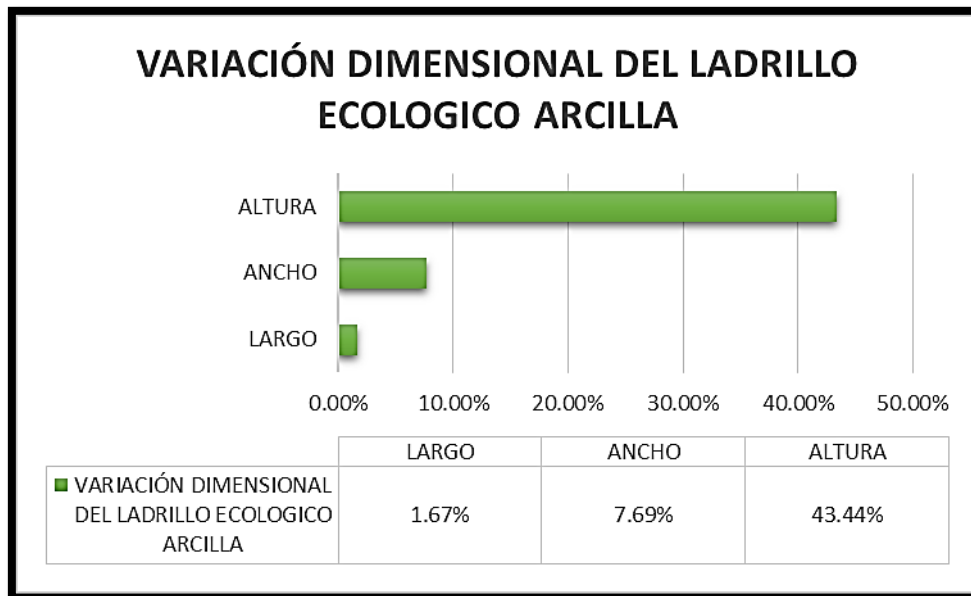


Imagen 9 Variación dimensional del ladrillo Ecológico de Arcilla, fuente elaborado por el autor.

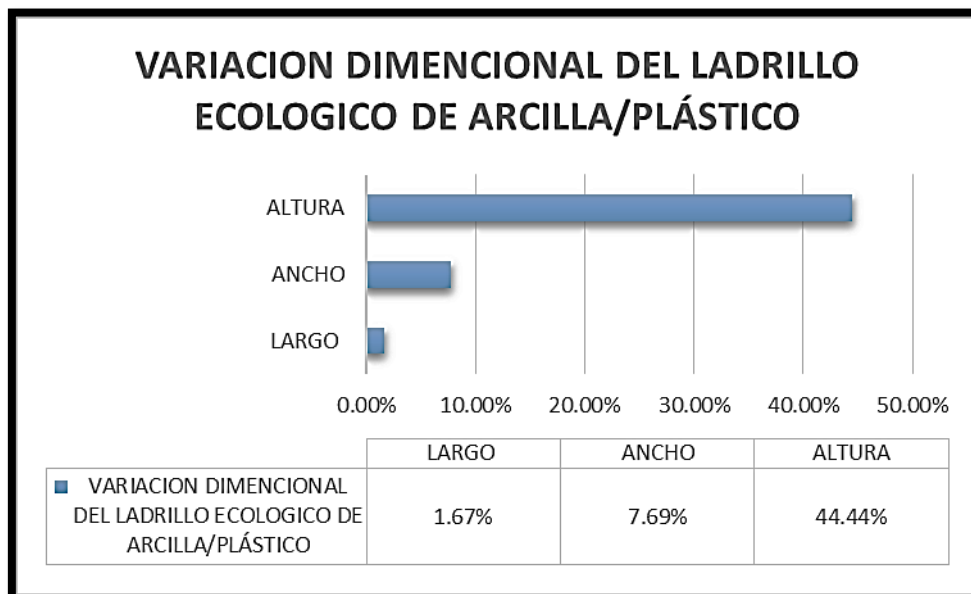


Imagen 10 Variación dimensional del ladrillo ecológico de Arcilla/Plástico, fuente elaborado por el autor.

- La variación dimensional obtenida para el ladrillo ecológico de arcilla/plástico fue, largo (V%=2), Ancho (V%=8) y alto (V%=45).
- La variación dimensional obtenida para el ladrillo ecológico de arcilla fue, largo (V% = 2), el ancho (V%= 8) y alto (V% = 45.15).

Los ensayos de variación dimensional de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico se encuentran en el Anexo C.

.3.2. Alabeo.

Se realizó los ensayos de alabeo a cada unidad de albañilería, con el fin de verificar la concavidad y la convexidad que presenta el ladrillo ecológico de arcilla y arcilla/plástico.

Ensayo de Alabeo a los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico según NTP 339.613, fuente elaborado por el Investigador.

- El alabeo en promedio de los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico es de (0.81 cm).
- El alabeo en promedio de los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico es de (0.90 cm).

3.3.3. Absorción.

Las pruebas de absorción realizadas a las muestras de ladrillo ecológico de arcilla y arcilla/plástico, tenían como objetivo conocer la capacidad de absorción que cada unidad de ladrillo posee en su estado de saturación; es decir se obtuvo la capacidad de absorción de agua de las muestras durante el periodo de 24 horas de estar sumergido en agua.

Previamente a las pruebas designadas fueron puestos a secado durante un periodo de 24 horas, con una temperatura de 110 °C.

Posterior al secado, los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico, se sumergido en agua destilada, con una temperatura entre 15.5 °C y 30 °C.

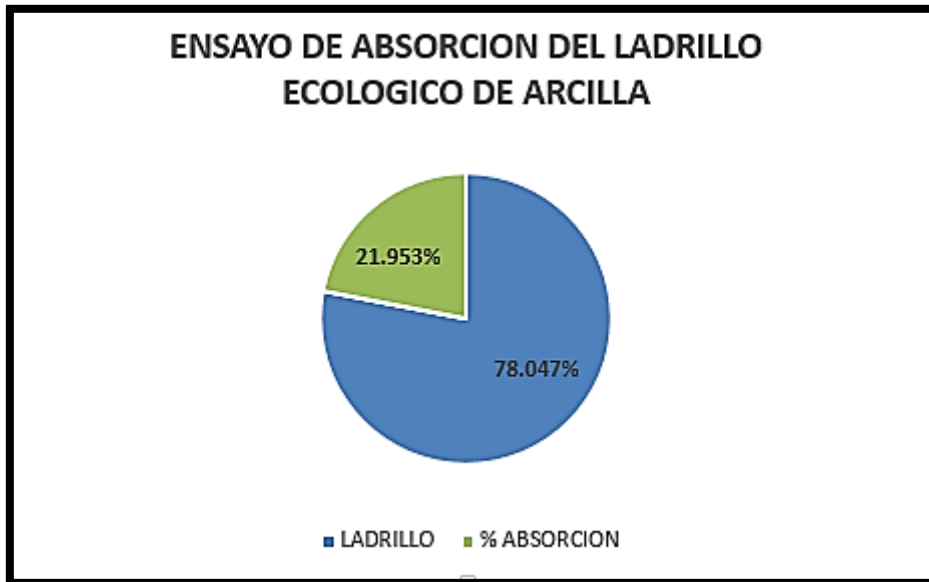


Imagen 11 Ensayo de absorción del ladrillo ecológico de arcilla, fuente Elaborado por el Investigador.

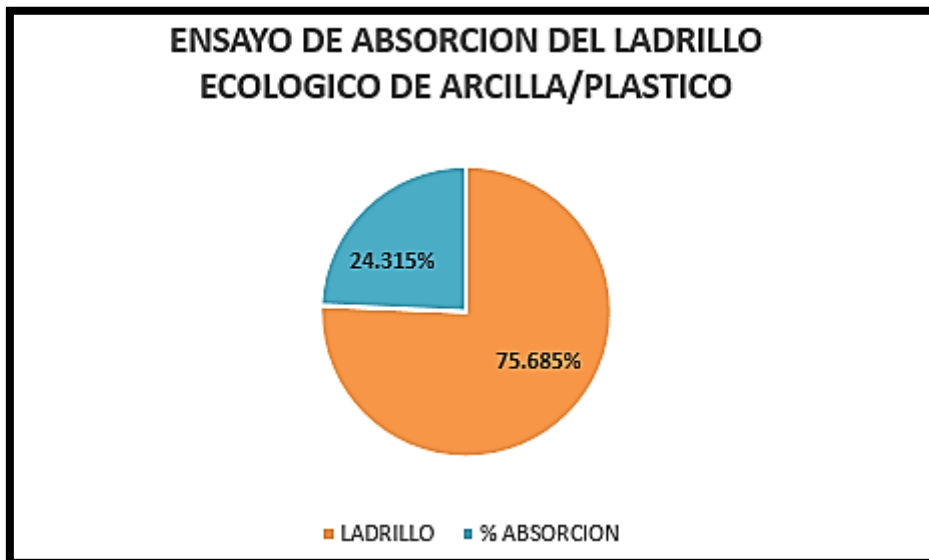


Imagen 12 Ensayo de absorción del ladrillo ecológico de arcilla/plástico, fuente Elaborado por el Investigador.

Los cálculos del porcentaje por absorción se encuentran en el Anexo E.

3.3.3. Succión.

Se determinó la rapidez con la que el agua se infiltra en el ladrillo ecológico arcilla y arcilla/plástico, mediante el contacto de la unidad de albañilería con el asiento del recipiente, el cual se mantenía con una altura constante de agua de 2mm.

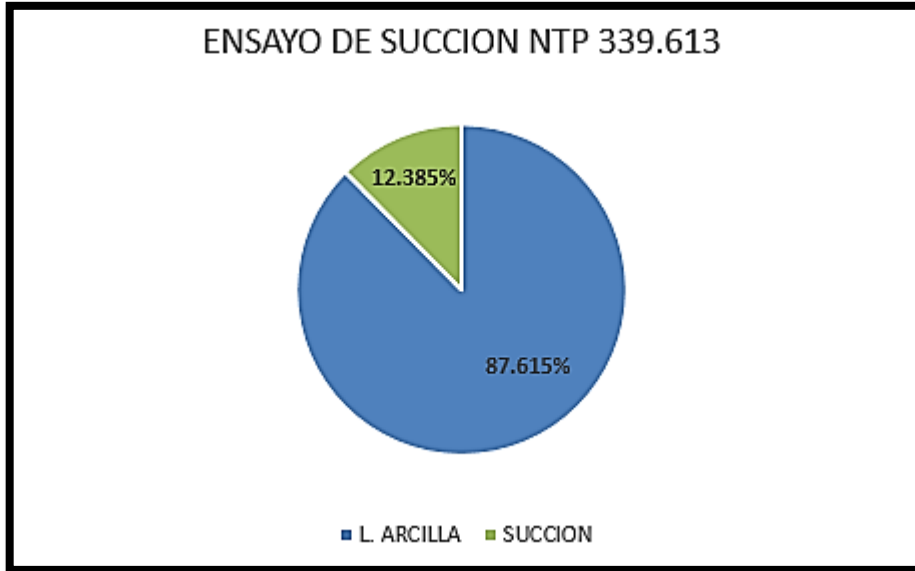


Imagen 13 Porcentaje de Succión de Ladrillo, fuente elaboración Propia.

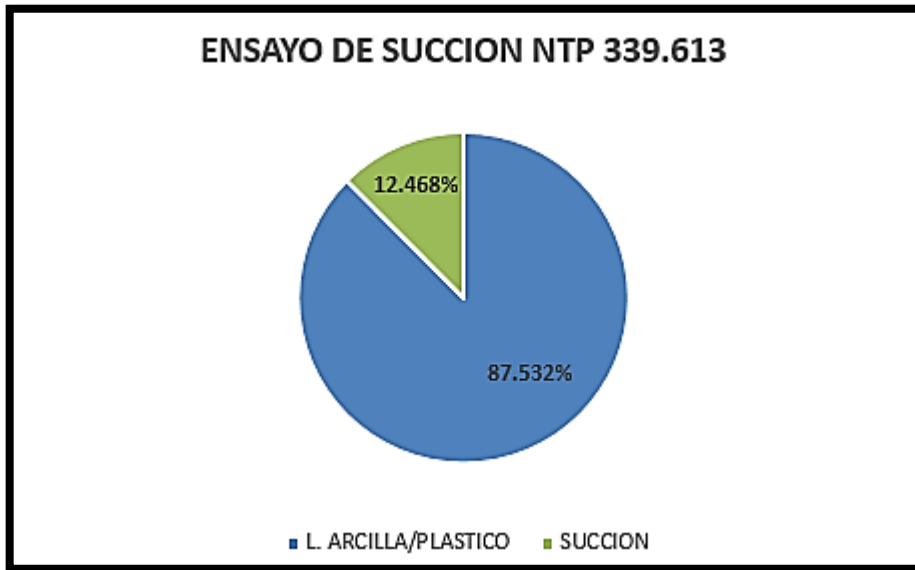


Imagen 14 Porcentaje de Succión de Ladrillo/Plástico, fuente elaboracion Propia.

Los cálculos del porcentaje por succión se encuentran en el Anexo F.

3.3.3.1. Porcentaje de vacíos.

Para determinar los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico, de acuerdo al RNE E.070 Albañilería, clasifica el porcentaje de vacíos (% de vacíos).

- a. Unidad de albañilería Hueca, Establece que las unidades de albañilería que posean una sección transversal plana cuya superficie de asiento tiene un área menor que el 70% del área bruta en el mismo plano se consideran como.
- b. La unidad de albañilería sólida o maciza, se establecen como una unidad de albañilería cuya área bruta es igual o mayor al 70%.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018)

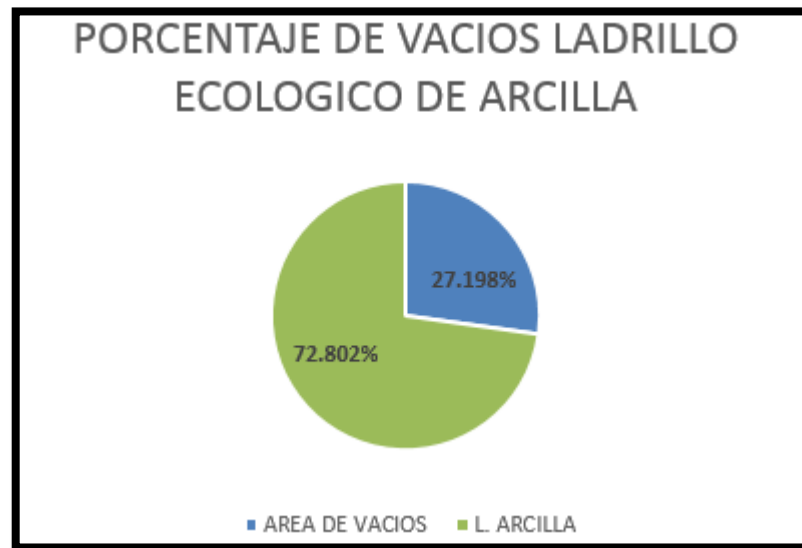


Imagen 15 Porcentaje de vacíos de ladrillo ecológico de arcilla, fuente elaboración del investigador.

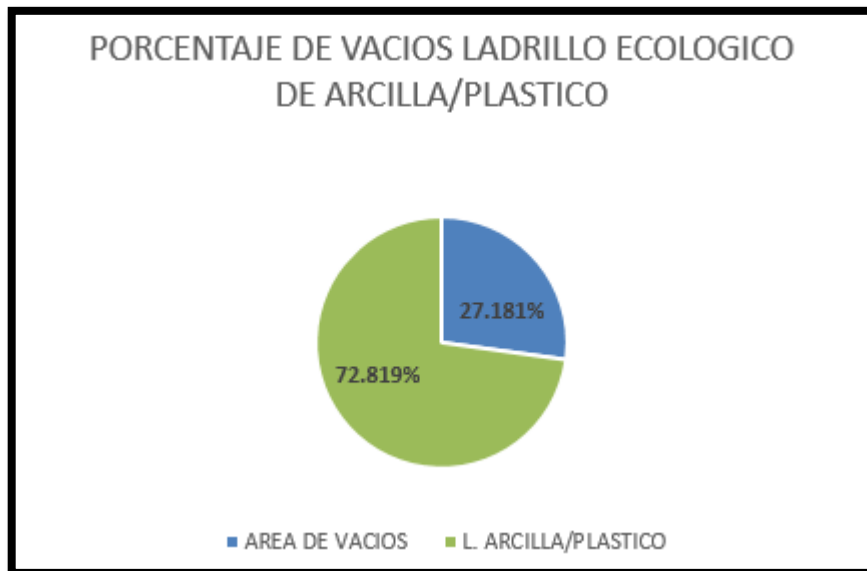


Imagen 16 Porcentaje de vacíos de ladrillo ecológico de arcilla/plástico, fuente elaboración del investigador.

Los cálculos del porcentaje de vacíos se encuentran en el Anexo G.

3.3.2. Análisis de las propiedades mecánicas.

3.3.2. Resistencia a la Compresión.

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico.

- a. Se realizó el corte perpendicularmente a lo largo de los ladrillos ecológicos prensados manualmente, para el ensayo de resistencia a la compresión.
- b. Se realizó el recubrimiento con yeso y cemento, con los cuales se realizó el sellado de las unidades de albañilería.
- c. Luego del periodo de 24 hr de reposo, se realizó el ensayo de las unidades de albañilería.

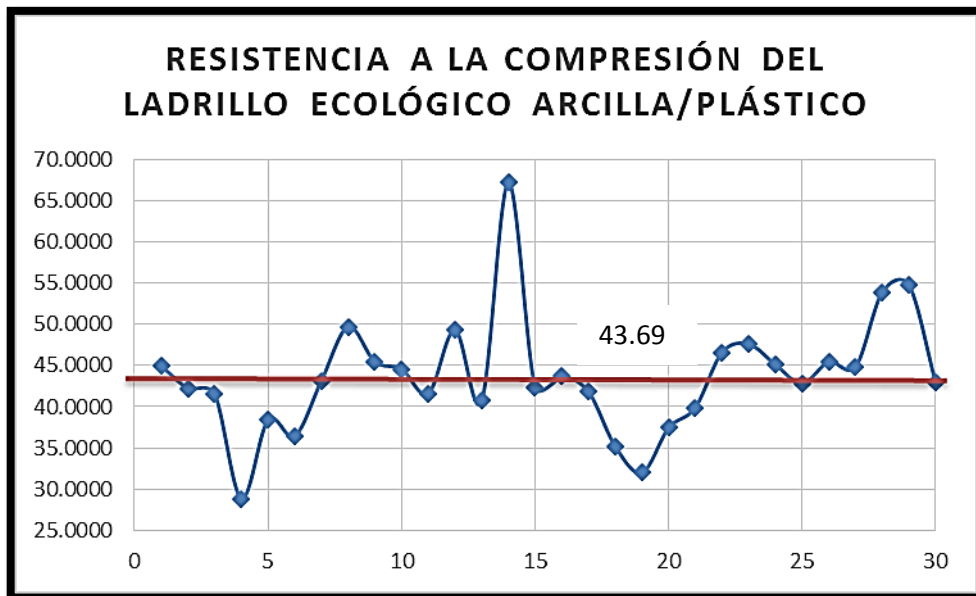


Imagen 17 Resistencia a la compresión del ladrillo ecológico arcilla/plástico, fuente elaboración del investigador.

La resistencia promedio de los ladrillos ecológicos elaborados de arcilla/plástico, otorgo una resistencia promedio de 43.69 daN/cm²

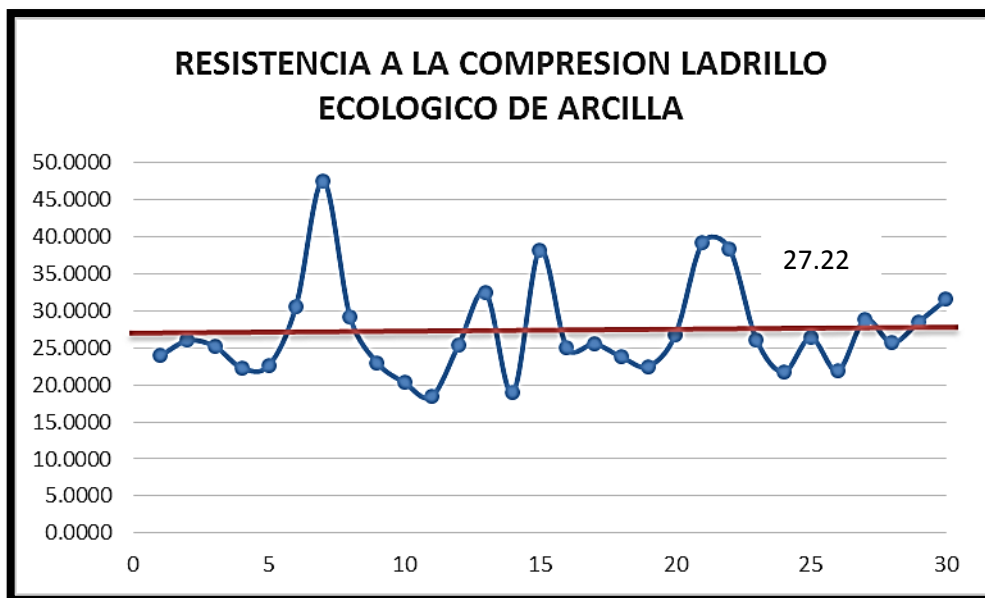


Imagen 18 Resistencia a la compresión del ladrillo ecológico arcilla, fuente elaboración del investigador.

La resistencia promedio de los ladrillos ecológicos elaborados de arcilla, otorgo una resistencia promedio de 27.22 daN/cm².

Los cálculos la resistencia a la compresión se encuentra en el Anexo H.

3.3.2. Resistencia a la Compresión de prismas de albañilería.

Se preparó especímenes que corresponden a los ladrillos ecológicos prensados manualmente y determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería en pilas, con una junta que varía entre 1 cm y 1.2 cm. Para la realización del ensayo se siguió los procedimientos de la RNE E.070 del capítulo 5: resistencia de prismas de albañilería.

A las unidades a ensayar “Prismas de ladrillos” se les realizó un capeo a base de azufre con el fin de sellar y nivelar irregularidades que alteren el resultado final.

Tabla 8

Ensayo realizado a los prismas de ladrillo ecológico de arcilla, fuente elaboración propia.

MEDIDAS DE LAS PRISMAS ENSAYADAS DE LADRILLO ECOLOGICO DE ARCILLA/PLASTICO							
N° PILA	L cm		A cm		H cm		P (kg)
PP - 1	23.6	23.6	12	12	32.11	31.11	7106
PP - 2	23.6	23.6	12	12	30.56	30.95	7005
PP - 3	23.6	23.6	12	12	30.98	30.47	7137
PP - 4	23.6	23.6	12	12	32.18	32.51	7210
PP - 5	23.6	23.6	12	12	31.43	31.84	6870

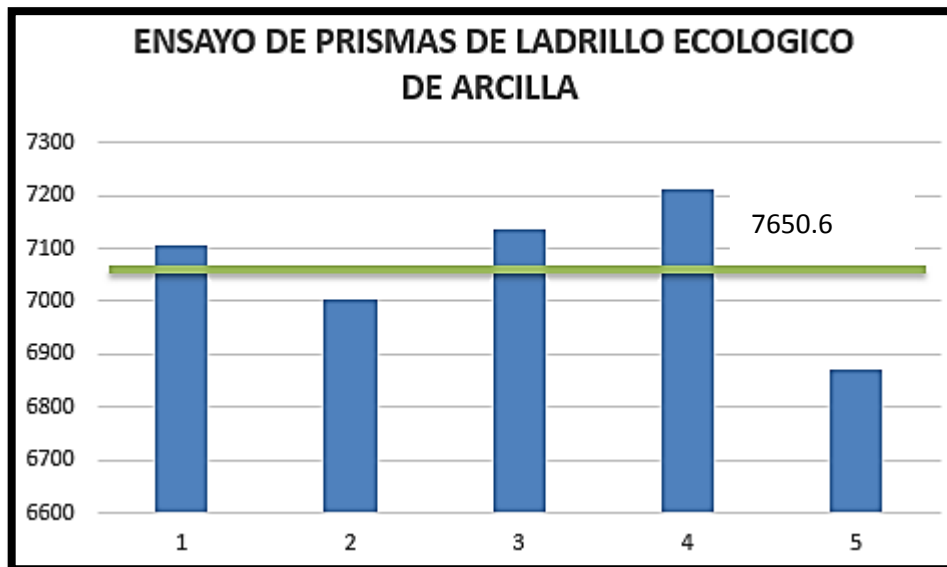


Imagen 19 Resistencia de los prismas de ladrillo ecológico de arcilla, fuente elaboración del investigador.

La carga recibida en promedio por los prismas de ladrillo ecológico de arcilla fue de 7,650.6 kg.

Tabla 9

Resistencia de los prismas de ladrillo ecológico de arcilla según NTP 339.605, fuente elaboración propia

RESISTENCIA DE LAS PILAS ENSAYADAS DE LADRILLO ECOLOGICO DE ARCILLA							
N° PILA	L cm	A cm	H cm		P (kg)	AREA cm ²	F' m kg/cm ²
PP - 1	23.6	12	32.11	31.11	7106	283.20	25.09
PP - 2	23.6	12	30.56	30.95	7005	283.20	24.73
PP - 3	23.6	12	30.98	30.47	7137	283.20	25.20
PP - 4	23.6	12	32.18	32.51	7210	283.20	25.46
PP - 5	23.6	12	31.43	31.84	6870	283.20	24.26

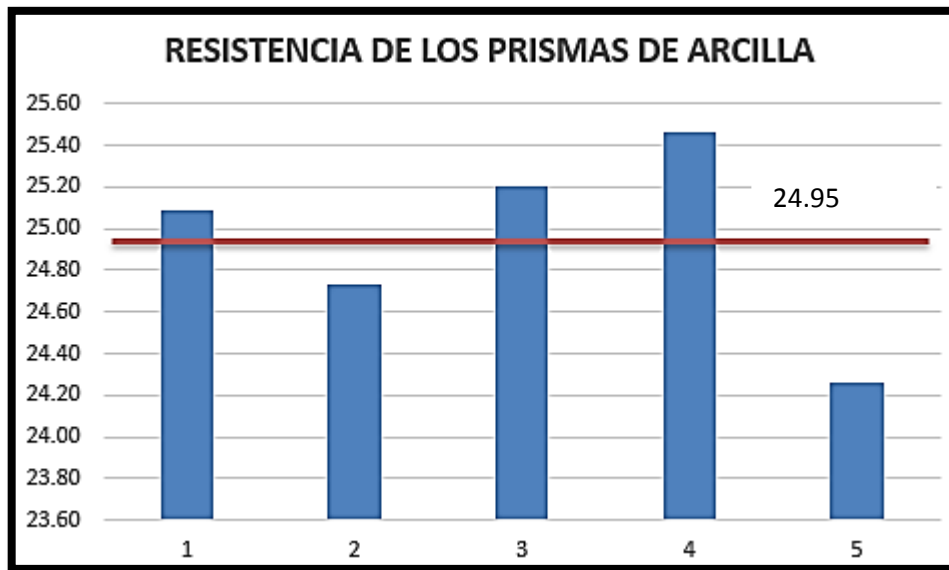


Imagen 20 Resistencia de los prismas de ladrillo ecológico de arcilla según NTP 339.605, fuente elaboración propia

La resistencia promedio por los prismas de ladrillo ecológico de arcilla fue de 24.95 kg/cm².

Tabla 10

Ensayo realizado a los prismas de ladrillo ecológico de arcilla/plástico, fuente elaboración propia.

ENSAYO DE LOS PRISMAS ENSAYADAS DE LADRILLO ECOLOGICO DE ARCILLA / PLASTICO							
Nº PILA	L cm		A cm		H cm		P (kg)
PA - 1	23.6	23.6	12	12	32.11	31.11	10659
PA - 2	23.6	23.6	12	12	30.56	30.95	10507
PA - 3	23.6	23.6	12	12	30.98	30.47	10648
PA - 4	23.6	23.6	12	12	32.18	32.51	10455
PA - 5	23.6	23.6	12	12	31.43	31.84	10706

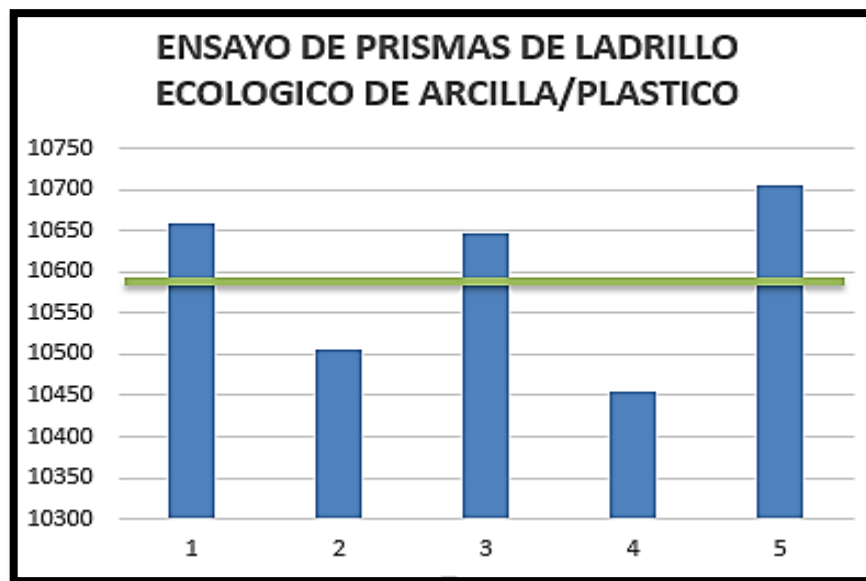


Imagen 21 Carga soportada por los prismas de ladrillo ecológico de arcilla/plástico, fuente elaboración del investigador.

La carga soportada en promedio por los prismas de ladrillo ecológico de arcilla/plástico fue de 10,595.3 kg.

Tabla 11

Resistencia de los prismas de ladrillo ecológico de arcilla/plástico según NTP 339.605, fuente elaboración propia

RESISTENCIA DE LAS PILAS ENSAYADAS DE LADRILLO ECOLOGICO DE ARCILLA/PLASTICO							
N° PILA	Lp cm	Ap cm	Hp cm		P (kg)	AREA cm2	F'm kg/cm2
PA - 1	23.6	12	32.11	31.11	10659	283.20	37.64
PA - 2	23.6	12	30.56	30.95	10507	283.20	37.10
PA - 3	23.6	12	30.98	30.47	10648	283.20	37.60
PA - 4	23.6	12	32.18	32.51	10455	283.20	36.92
PA - 5	23.6	12	31.43	31.84	10706	283.20	37.80

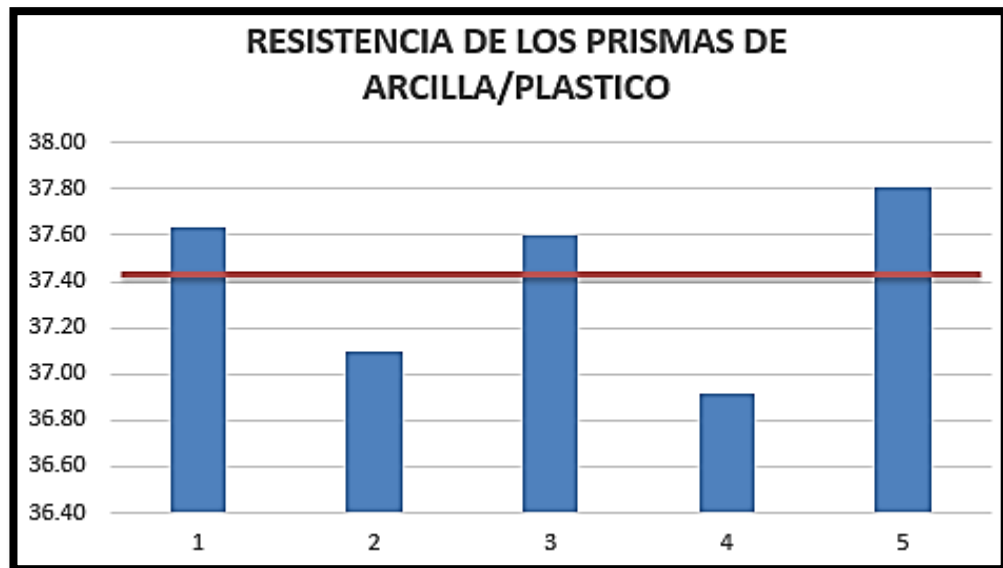


Imagen 22 Resistencia de los prismas de ladrillo ecológico de arcilla/plástico según NTP 339.605, fuente elaboración propia

La resistencia promedio por los prismas de ladrillo ecológico de arcilla fue de 37.41 kg/cm².

3.3.2. Ensayo de compresión diagonal de muretes de albañilería.

Se elaboró un total de 6 muretes de albañilería, siendo 3 a base de ladrillos ecológicos de arcilla y 3 de arcilla/plástico; los cuales fueron ensayados a los 28 días.

Las dimensiones permisibles para el ensayo debían ser como máximo 50 cm de altura y 50 cm de ancho, esto se debe por el equipo empleado.

Tabla 12

Dimensiones de los muretes hechos a base de ladrillos ecológicos de arcilla según NTP 399.621, fuente elaborado por el investigador.

Muestra	Longitud		Altura		Espesor	
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	E 1 (cm)	E 2 (cm)
M Ar - 1	48.64	49.30	49.59	47.73	12.10	12.30
M Ar - 2	49.91	47.78	48.40	48.67	12.23	12.00
M Ar - 3	49.53	48.14	47.98	47.84	12.07	12.14

Muestra	inicial (PSI)	FINAL (PSI)	NETA (PSI)
M Ar - 1	1200	2300.00	1100.00
M Ar - 2	1200	2750.00	1550.00
M Ar - 3	1200	2400.00	1200.00

Tabla 13

Carga resistida por el murete hecho a base de ladrillos ecológicos de arcilla según NTP 399.621, fuente elaborado por el autor.

Muestra	L p (cm)	H p (cm)	E p (cm)	D (cm)	P (cm)	A (cm)
M Ar - 1	48.97	48.66	12.20	69.04	1769.01	842.23
M Ar - 2	48.85	48.54	12.12	68.86	1700.97	834.22
M Ar - 3	48.84	47.91	12.11	68.41	1905.09	828.13

De los ensayos realizados a los muretes de ladrillo ecológico de arcilla se obtuvo que en promedio resistían 1,791.69 kg/cm².

Tabla 14

Dimensiones de los muretes hechos a base de ladrillos ecológicos de Arcilla/Plástico según NTP 399.621, fuente elaborado por el investigador.

Muestra	Longitud		Altura		Espesor	
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	E 1 (cm)	E 2 (cm)
M P - 1	47.75	48.06	48.42	48.88	12.20	12.17
M P - 2	48.99	49.81	48.86	48.03	12.11	12.15
M P - 3	49.53	48.14	47.98	49.37	12.19	12.03

Muestra	inicial (PSI)	FINAL (PSI)	NETA (PSI)
M P - 1	1200	2930.00	1730.00
M P - 2	1200	3320.00	2120.00
M P - 3	1200	3160.00	1960.00

Tabla 15

Carga resistida por el murete hecho a base de ladrillos ecológicos de Arcilla/Plástico según NTP 399.621, fuente elaborado por el autor.

Muestra	L p (cm)	H p (cm)	E p (cm)	D (cm)	P (cm)	A (cm)
M Ar - 1	47.91	48.65	12.19	68.28	2021.73	831.95
M Ar - 2	49.40	48.45	12.13	69.19	2116.76	839.28
M Ar - 3	48.84	48.68	12.11	68.95	1943.97	834.99

De los ensayos realizados a los muretes de ladrillo ecológico de arcilla/plástico se obtuvo que en promedio resistían 2,027.49 kg/cm².

IV. Discusión de Resultados:

- a. Se realizó la caracterización del material, de la cantera Tres Tomas, de los cuales se obtuvo que el material a utilizado en la elaboración de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico, presentaban: un contenido de humedad de 4.52% para las arcillas y 2.51% para las arenas; un tamaño máximo nominal de partículas de 0.117mm y para las arcillas y 1.196mm para las arenas y para el material.; un peso específico de 2.73 gr/cm³ en arcillas y 2.66gr/cm³ en arenas y el contenido de sales con un valor de 0.14 ppm; De acuerdo al resultado obtenido del análisis de sales solubles se optó por el uso del cemento portland (Pacasmayo Ms), debido a que este material cementante posee moderada resistencia a los sulfatos; El material plástico fue obtenido producto del reciclaje en la zona de Chiclayo – Chiclayo, y fue procesado por la empresa recicladora “cuidando el medio ambiente”, obteniéndose del plástico, un TMN de 0.415 mm.
- b. Para la elaboración de las unidades de albañilería ecológica se seleccionó una dosificación, para el ladrillo ecológico prensado de arcilla fue 1.750kg de arcilla, 0.233 kg de cemento y 0.580kg de arena; y para el ladrillo ecológico de arcilla/plástico se seleccionó 1.850kg de arcilla, 0.450 kg de cemento, 0.300kg de arena y 0.02 kg de PET; el número de muestras elaboradas fue un total de 240 unidades de albañilería de las cuales 120 unidades fueron de arcilla y 120 unidades de arcilla/plástico las cuales fueron utilizadas en los diversos ensayos establecidos por la NTP 331.017.
- c. De los ensayos aplicados a los ladrillos ecológicos se determinó que las propiedades físicas y mecánicas presentan las siguientes características:
 - i. El ensayo de alabeo determinó, que los ladrillos ecológicos de arcilla presentan un alabeo de 9.00 mm y los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico presenta 8.1mm, los cuales al ser comparados con su unidad reglamentada equivalente la cual establece que el porcentaje

permisible es de 10 mm, por lo tanto, se encuentra dentro del parámetro comprendido en la NTP 331.017;

- ii. De la evaluación de variación dimensional realizadas a los ladrillos ecológicos se obtuvo que, el ladrillo ecológico de arcilla presentaba en largo una variación de 1.67 %, en ancho 7.69% y en altura 43.44 %; el ladrillo ecológico de arcilla/plástico presentaba una variación de largo de 1.67 %, en ancho 7.69 % y en altura 44.44 %, siendo la variación máxima en porcentaje permisible a cada una de las caras del 8%, para el ladrillo tipo I.
- iii. De los ensayos de absorción aplicados a los ladrillos ecológicos de arcilla se obtuvo un 21.953% y en los de arcilla/plástico un 24.315%, según lo establecido en la NTP 331.017 (Requisitos para ladrillos de arcilla usados en la albañilería) establece que para unidades de albañilería de tipo I, no hay límite permisible.
- iv. De los ensayos de succión aplicados a los ladrillos ecológicos de arcilla se obtuvo un 12.385% y en los de arcilla/plástico un 12.468%, según lo establecido en la NTP 331.017 (Requisitos para ladrillos de arcilla usados en la albañilería) establece que para unidades de albañilería de tipo I sea aceptable hasta el 29.00%.
- v. De la evaluación aplicada a los ladrillos ecológicos de arcilla se obtuvo un 27.198% de vacíos y en los ladrillos de arcilla/plástico un 27.181% de vacíos, según lo establecido en la NTP 331.017 (Requisitos para ladrillos de arcilla usados en la albañilería) establece que las unidades de albañilería que presenten un porcentaje de vacíos menor al 30% son consideradas unidades solidas o macizas.
- vi. De los ensayos de resistencia a la compresión de los ladrillos ecológicos de arcilla se obtuvo que, en promedio estos soportaban una carga de 27.22 daN/cm², lo que es equivalente a 27.22 kg/cm² y los ladrillos de arcilla/plástico soportaban 43.69 daN/cm², lo que es

equivalente a 43.69 kg/cm²; según el RNE E070 establece que para ladrillos tipo I la resistencia mínima debe ser de 50 kg/cm².

- vii. Del ensayo a los prismas de ladrillos ecológicos de arcilla se obtuvo que estos resistían en promedio 24.95 kg/cm² y los ladrillos de arcilla/plástico tenían una resistencia promedio 37.41 kg/cm²; según el RNE E070 establece que para unidades de arcilla industrial las pilas deben resistir 65 kg/cm².
- viii. De la evaluación de realizada a los muretes de ladrillos ecológicos de arcilla se obtuvo que la compresión diagonal que resistía fue en promedio de 1791.69 kg/cm², para los muretes de ladrillo ecológico de arcilla/plástico se obtuvo que en promedio resistían 2,027.49 kg/cm²; según el RNE E070 establece que para unidades de arcilla industrial los muretes deben resistir 8,100.00 kg/cm².
- d. De los resultados obtenidos, acerca de las propiedades mecánicas de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico se obtuvo que, ambas unidades se encuentran con una resistencia menor a la a la mínima requerida para unidades de albañilería, con fines estructurales, por lo tanto, sus características son tanto físicas y mecánicas lo clasifican como una unidad de albañilería del “Tipo I” según RNE. E070.
- e. De la estimación de los costos de producción, las unidades de albañilería se obtuvo como resultado que, el ladrillo ecológico de arcilla posee un costo de 0.63 soles y el ladrillo ecológico de arcilla/plástico posee un costo de 0.76 soles según el anexo K (análisis de costos unitarios); a comparación del coste de las unidades de albañilería denominadas “ladrillo pandereta” el cual posee un costo en promedio de 0.55 soles; los ladrillos ecológicos poseen un costo mayor de producción.

V. Conclusiones:

De acuerdo a los resultados obtenidos, producto de los ensayos realizados a los ladrillos ecológicos, según la NTP E.070 y NTP 331.017 (Requisitos para ladrillos de arcilla usados en la albañilería); se concluye que:

- a. De la caracterización del material en la elaboración de las unidades de ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico, se observó que los factores que afectaban directamente en la producción de estas unidades fueron; los tamaños máximos nominales del material, así como las características químicas.
- b. Para la elaboración de las unidades de albañilería se realizó muestreos con diferentes dosificaciones, las cuales fueron sometidas a diversos ensayos, a fin de elegir un diseño que presente un mejor comportamiento tanto de las unidades de albañilería ecológica de arcilla y arcilla plástico; para su producción se tuvo en cuenta diversos factores como la elaboración de la prensa artesanal, el operario, el clima y las condiciones del laboratorio en el cual se realizaría la elaboración de los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico.
- c. De los ensayos realizados a los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico, se obtuvo que las unidades ecológicas presentaban favorables características físicas, pero no presentaron las características mecánicas adecuadas que los clasifique como unidades de albañilería con fines estructurales ó como unidad de carga y soporte (muro portante); sin embargo, lo hace adecuado para ser empleado en muros de tipo tabiquería.
- d. Los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/plástico de acuerdo a las características físicas y mecánicas que presenta lo clasifican como una unidad del Tipo I según la E.070.

- e. Los ladrillos ecológicos de arcilla presentaron un costo de producción de 0.63 soles y los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico presentaron un costo de producción de 0.76, siendo estas unidades de albañilería clasificadas según la E.070 como unidades de Tipo I, esta presenta un coste mayor a unidades de similares características en el mercado, las cuales en promedio presentan un costo promedio a 0.55 soles.

IV. Recomendaciones.

- a. Para futuras investigaciones relacionadas a la creación de ladrillos ecológicos se recomienda usar un método de prensado, con el que se pueda aplicar una mayor carga y que pueda ser controlada.
- b. Realizar la elaboración de las unidades en un ambiente cerrado, debido a que el calor provoca que el agua presente en la mezcla se evapore rápidamente, retrasando el proceso de prensado.
- c. Durante el proceso de almacenamiento de las unidades de albañilería se recomienda poner los ladrillos ecológicos en superficies lisas y niveladas para evitar deformaciones en las unidades frescas.
- d. El proceso de curado debe iniciar con un mínimo 6 horas posteriores al prensado, debido a que la masa aún se encuentra fresca y el adicionamiento de agua provoca el lavado y separación de los componentes.
- e. Utilizar nuevos componentes que agreguen un mejor desempeño estructural.

VI. Referencias.

- Andina. (04 de 08 de 2017). *Andina Agencia Peruana de Noticias*. Recuperado el 04 de 05 de 2018, de <http://andina.pe/agencia/inicio>: <http://andina.pe/agencia/noticia-junin-presentan-ladrillos-ecologicos-antisismicos-fabricados-a-base-residuos-solidos-677371.aspx>
- Ascencio Sangay, A. R. (2014). *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresion sobre el concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* . Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bohigues, I. M. (07 de 02 de 2016). *Arquitectura y Empresa "A y E"*. Recuperado el 04 de 05 de 2018, de <https://www.arquitecturayempresa.es/>: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/ladrillos-pet-avances-en-la-construccion-ecologica>
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Caballero, B., & Flores, O. (2016). *Elaboracion de bloques en cemento reutilizando el plastico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construccion*. Cartagena.
- Castillo, G. (2014). "Ladrillo Ecologico" Logra la Medalla a La Creatividad. *"Ladrillo Ecologico" Logra la Medalla a La Creatividad*.
- Ciencia y Salud. (2015). Cientificos de la UNAM crean ecoladrillos.
- Eco Ladrillos . (2013). *Guía para el uso práctico del ecoladrillo*. Lima.
- Eduardo Palomino, C. L., & Zegarra Lazo, L. E. (2015). *Tabiquería ecológica, empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción en la ciudad de Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- El comercio. (2017). Huancayo: Crean ladrillos ecologicos resistentes a lluvias e inundaciones. *Crean ladrillos ecologicos resistentes a lluvias e inundaciones*.
- El federal. (09 de 07 de 2017). *EL FERERAL*. Recuperado el 11 de 05 de 2018, de <http://www.elfederal.com.ar/>: <http://www.elfederal.com.ar/construccion-sustentable-hacen-ladrillos-modulares-ecologicos/>
- Guzman, F. (11 de 01 de 2016). *Ladrillo ecologico basado en residuos de construccion*. Recuperado el 22 de 04 de 2018, de <http://www.gaceta.unam.mx/20160111/>: <http://www.gaceta.unam.mx/20160111/ladrillo-ecologico-basado-en-residuos-de-construcciones/>
- Javier, R. V., & Vidal Atoche, R. A. (2014). *Comportamiento Sismico de Un Modulo de 2 Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecologicos Prensados*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Jhoel, A. V. (2015). *Comparacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas de Unidades de ladrillos de concreto y otros Elaborados con Residuos Plasticos de PVC, Cajamarca, 2015*. Cajamarca: Universidad Privada de Norte.

- Jordan Saldaña, J. C., & Viera Caballero, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- La Republica. (2018). Chiclayo: advierten que basura afectaría la salud de los pobladores del distrito Jose leonardo Ortiz. *advierten que basura afectaría la salud de los pobladores del distrito Jose leonardo Ortiz*.
- Manay Torres, N. (2014). Lambayeque genera mas de 601 toneladas de residuos sólidos diariamente. *Lambayeque genera mas de 601 toneladas de residuos sólidos diariamente*.
- Martínez Amariz, A. D., & Cote Jiménez, M. L. (2014). Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET. *10(2)*.
- Mena, A. C. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*. Quito.
- Mena, A. C. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecologico como material sostenible de construccion y comparación de sus propiedades mecanicas con un ladrillo tradicional*. QUITO.
- Municipalidad Provincial de Chiclayo. (2013). *Plan de gestion de los residuos de la construcción y demolición depositados en espacios públicos y de obras menores*. Chiclayo: Municipalidad provincial de chiclayo.
- Observatori de Bioètica i dret "Para científic de Barcelona". (2012). *Informe Belmont*. Barcelona.
- Penagos, A. d. (2017). *Fabricación de bloques ecologicos a base de material producto de la construccion*. MEXICO.
- Piramide, L. (23 de 01 de 2011). Ladrillos Ecológicos - Haciendo Perú. *HACIENDO PERÚ*. TV PERÚ. LIMA.
- Revista El Federal. (2017). Construcción sustentable: Hacen ladrillos modulares ecologicos.
- Revista La Nación. (2017). Excompañeros de fabrican ladrillos ecologicos con desechos plasticos.
- RPP NOTICIAS. (2015). Chiclayo: Conozca la vivienda hecha a base de botellas de reciclaje.
- Samuel, Z. C. (13 de 12 de 2017). *MADE FOR MINDS*. Recuperado el 30 de 04 de 2018, de <http://p.dw.com/p/2pKau>: <http://www.dw.com/es/ladrillos-ecol%C3%B3gicos-made-in-argentina/a-41786568>
- Universidad Nacional de Tucuman. (2018). Tucuman desarrolla ladrillos ecologicos con ceniza.
- Universidad señor de sipan. (2015). *Productos acreditables de experiencias curriculares de investigacion*. Chiclayo: 1.
- Valencia, N. (2016). Esta vivienda se construyo en cinco días con ladrillos de plastico reciclado.

Anexos

IMAGEN 1 FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR	31
IMAGEN 2 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	33
IMAGEN 3 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	34
IMAGEN 4 PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS DE LA ARCILLA; FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.....	35
IMAGEN 5 PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS DE LA ARENA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.....	35
IMAGEN 6. CURVA DE FLUIDEZ, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	36
IMAGEN 7 MAQUINA DE LADRILLO ECOLÓGICO, FUENTE ELABORADO POR REYNALDO TAVARES	38
IMAGEN 8 BLOQUE Y LADRILLO ECOLÓGICO MODULAR PADRÓN, FUENTE LADRILLO BTC ECOLÓGICO - MODELOS DE BLOQUES Y LADRILLOS - ECO MAQUINAS.....	39
IMAGEN 9 VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL AUTOR.....	43
IMAGEN 10 VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORADO POR EL AUTOR.....	43
IMAGEN 11 ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	45
IMAGEN 12 ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	45
IMAGEN 15 PORCENTAJE DE SUCCIÓN DE LADRILLO, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.....	46
IMAGEN 16 PORCENTAJE DE SUCCIÓN DE LADRILLO/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACION PROPIA.	46
IMAGEN 13 PORCENTAJE DE VACÍOS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.....	47
IMAGEN 14 PORCENTAJE DE VACÍOS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.....	48
IMAGEN 17 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	49
IMAGEN 18 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.....	49
IMAGEN 19 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.....	50
IMAGEN 20 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.605, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.....	51
IMAGEN 21 CARGA SOPORTADA POR LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO, FUENTE ELABORACIÓN DEL INVESTIGADOR.	52
IMAGEN 22 RESISTENCIA DE LOS PRISMAS DE LADRILLO ECOLÓGICO DE ARCILLA/PLÁSTICO SEGÚN NTP 339.605, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.....	53
IMAGEN 23 CONSISTENCIA DE LA MEZCLA USADA EN LA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.....	98
IMAGEN 24 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA 1 DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR	66
IMAGEN 25 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA 2 DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR	67
IMAGEN 26 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA 3 DE ARCILLA, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.....	68
IMAGEN 27 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL PLASTICO TRITURADOS UTILIZADO EN LA ELABORACION DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS DE ARCILLA/PLASTICO, FUENTE ELABORADO POR EL INVESTIGADOR.	69
IMAGEN 28 FUENTE ELE INTERNATIONAL	103
IMAGEN 29 FUENTE FILTRA VIBRACIÓN "PÁGINA OFICIAL DE LA EMPRESA"	104
IMAGEN 30 CERTIFICADO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO MS	105

Anexo A: Matriz de consistencia

Tabla 16

Matriz de consistencia; Fuente Elaborado por el investigador

Título	Problema	Hipótesis	Objetivos	Tipo y Diseño de muestra	Técnicas e Instrumentos	Presupuesto			
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.	contaminación por producto de residuos plásticos en la ciudad de Chiclayo.	las unidades de albañilería cumplirán con la NTP, por lo cual se podrán emplear en la construcción, siendo este un elemento que facilite el proceso de construcción y reducir costos así mismo ser beneficioso para el medio ambiente	Objetivo General	Tipo de investigación	Se realizará a través de la Recolección de datos	S/. 5,959.66			
			Evaluar las propiedades del ladrillo ecológico prensado de arcilla/plástico y arcilla/concreto en la albañilería confinada	Experimental					
				Diseño de la investigación					
				Cuantitativa					
	Formulación del problema	Justificación	Objetivo Específico	Variables	Método de Análisis	Financiamiento			
	¿Cómo puedo evaluar las propiedades del ladrillo ecológico prensado de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada?.	1. Lambayeque produce diariamente 601 tn de residuos sólidos, por lo que Chiclayo es uno de los distritos más afectados. 2. Contraloría identifica y detalla focos infecciosos peligrosos por causa de los desechos que son arrojados en las calles y muchos de esos residuos son residuos plásticos.	1. Determinar las características del material necesario en la elaboración del ladrillo ecológico. 2. Identificar la cantera que cumpla los requisitos mínimos de la cual se extraerá la arcilla y la arena para la creación del ladrillo ecológico. 3. Clasificar el material plástico que será usado como componente del ladrillo ecológico arcilla/plástico. 4. Establecer los diseños de mezclas, con los que cada tipo de ladrillo cumpla los requisitos básicos según la norma técnica peruana "NTP". 5. Determinar el costo-tiempo de cada unidad de ladrillo.	Variable dependiente: unidades de ladrillo ecológico arcilla y arcilla/plástico.	1. Ensayos de laboratorio. 2. Observación 3. Análisis de datos	El financiamiento para el proyecto será a través de recursos propios.			
				Variable independiente: arcilla, arena, cemento, agua y plástico reciclado.					
				Población y Muestra			Aspectos éticos	Programación	
							Población : las unidades de albañilería "ladrillo ecológico".	La presente investigación, se basa en la honestidad, fiabilidad, así como la integridad, dichos valores regirán durante todo el proceso de la elaboración de la presente investigación.	la realización de la investigación de los ladrillos ecológicos arcilla y arcilla/plástico reciclado se realizará en 2 etapas; la primera la cual comprende la etapa de investigación en un tiempo de 4 meses y la segunda es la etapa de desarrollo con un tiempo de 4 meses
						Muestra: 1. Ladrillo ecológico arcilla. 2. Ladrillo ecológico arcilla/plástico.			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.128 : 1999

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.	FECHA DE EXT.	17/10/2018
INVESTIGACION		FECHA DE MUE.	17/10/2018
MUESTRA	TIPO Mab - 1	FECHA LAB.	18/10/2018
CANTERA	TRES TOMAS	FECHA INFORM.	19/10/2018
RESPONSABLE:	PEÑA BECERRA ENJHOR THAYLOR		

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127:

DATOS DEL ENSAYO	W %
NUMERO DE TARA	TESIS - E.P.B - M1
PESO DE LA M. HUMEDA+TARA	311.46
PESO DE LA M.SECA + TARA	300.63
PESO DEL AGUA	10.83
PESO DE LA TARA	61.46
PESO M. SECO	239.17
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.53

ANALISIS GRANULOMETRICO:

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 239.17 g.
Nº4	4.750	61.99	25.92	25.92	74.08	DESPUES D ELAVADO: : 19.13 g.
Nº10	2.000	76.34	31.92	57.84	42.16	PERDIDA POR LAVADO : 220.04 g.
Nº20	0.850	50.37	21.06	78.90	21.10	Peso Tara: 42.30 g.
N40	0.425	23.44	9.80	88.70	11.30	
Nº60	0.250	10.42	4.36	93.06	6.94	
Nº140	0.106	10.44	4.37	97.42	2.58	
Nº200	0.075	2.47	1.03	98.45	1.55	
< Nº 200	FONDO	3.70	1.55	100.00	0.00	
SUMATORIA:		239.17				

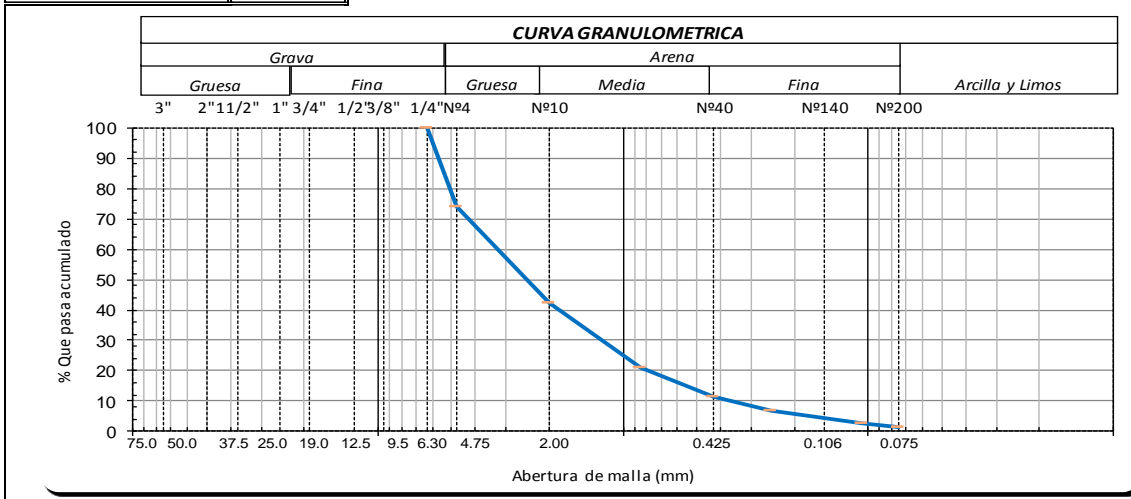


imagen 23 Analisis granulometrico de la muestra 1 de arcilla, fuente elaborado por el investigador

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.128 : 1999

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.
INVESTIGACION	
MUESTRA	TIPO Mab - 2
CANTERA	TRES TOMAS
RESPONSABLE:	PEÑA BECERRA ENJHOR THAYLOR

FECHA DE EXT.	17/10/2018
FECHA DE MUE.	17/10/2018
FECHA LAB.	18/10/2018
FECHA INFORM.	19/10/2018

Identificación:

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127:

DATOS DEL ENSAYO	W %
NUMERO DE TARA	TESIS - E.P.B - M2
PESO DE LA M. HUMEDA+TARA	306.18
PESO DE LA M.SECA + TARA	295.49
PESO DEL AGUA	10.69
PESO DE LA TARA	56.18
PESO M. SECO	239.31
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.47

ANALISIS GRANULOMETRICO:

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 239.31 g.
Nº4	4.750	44.26	18.5	18.49	81.51	DESPUES D ELAVADO: : 19.13 g.
Nº10	2.000	70.31	29.4	47.88	52.12	PERDIDA POR LAVADO : 220.18 g.
Nº20	0.850	52.19	21.8	69.68	30.32	Peso Tara: 41.50 g.
N40	0.425	29.06	12.1	81.83	18.17	
Nº60	0.250	15.57	6.5	88.33	11.67	
Nº140	0.106	16.85	7.0	95.37	4.63	
Nº200	0.075	4.36	1.8	97.20	2.80	
< Nº 200	FONDO	6.71	2.8	100.00	0.00	
SUMATORIA:		239.31				

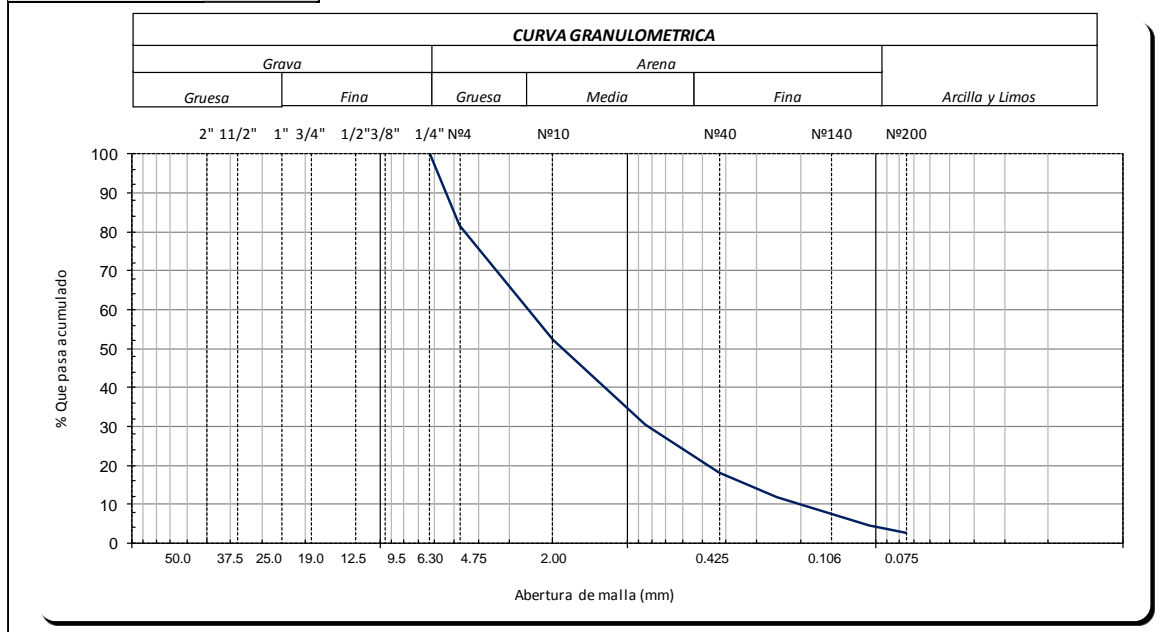


imagen 24 Analisis granulometrico de la muestra 2 de arcilla, fuente elaborado por el investigador

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.	FECHA DE EXT.	17/10/2018
INVESTIGACION		FECHA DE MUE.	17/10/2018
MUESTRA	TIPO Mab - 3	FECHA LAB.	18/10/2018
CANTERA	TRES TOMAS	FECHA INFORM.	19/10/2018
RESPONSABLE:	PEÑA BECERRA ENJHOR THAYLOR		

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127:

DATOS DEL ENSAYO	W %
NUMERO DE TARA	TESIS - E.P.B - M3
PESO DE LA M. HUMEDA+TARA	322.13
PESO DE LA M.SECA + TARA	311.19
PESO DEL AGUA	10.94
PESO DE LA TARA	72.13
PESO M. SECO	239.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.58

ANALISIS GRANULOMETRICO:

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
1/4"	6.300	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 239.06 g.
Nº4	4.750	51.87	21.7	21.70	78.30	DESPUES D ELAVADO: 18.31 g.
Nº10	2.000	65.03	27.2	48.90	51.10	PERDIDA POR LAVADO : 220.75 g.
Nº20	0.850	48.80	20.4	69.31	30.69	Peso Tara: 40.24 g.
N40	0.425	28.80	12.0	81.36	18.64	
Nº60	0.250	15.60	6.5	87.89	12.11	
Nº140	0.106	17.56	7.3	95.23	4.77	
Nº200	0.075	4.71	2.0	97.20	2.80	
< Nº 200	FONDO	6.69	2.8	100.00	0.00	
SUMATORIA:		239.06				

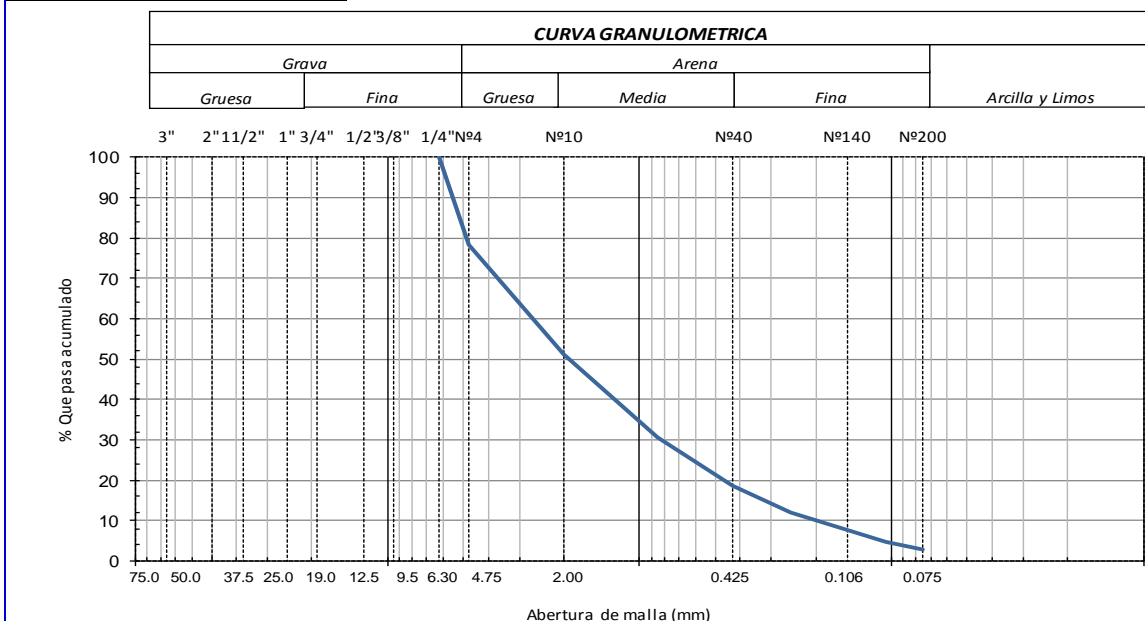


imagen 25 Analisis granulometrico de la muestra 3 de arcilla, fuente elaborado por el investigador.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.128 : 1999

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO PRENSADO MANUALMENTE DE ARCILLA Y ARCILLA/PLÁSTICO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2018.
INVESTIGACION	
MUESTRA	TIPO Mab - 3
CANTERA	TRES TOMAS
RESPONSABLE:	PEÑA BECERRA ENJHOR THAYLOR

FECHA DE EXT.	17/10/2018
FECHA DE MJE.	17/10/2018
FECHA LAB.	18/10/2018
FECHA INFORM.	19/10/2018

Identificación :

Calicata:	3	Estrato:	N° 03
-----------	---	----------	-------

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)						
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0		PESO TOTAL : 150.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0		DESPUES DE LAVADO : 5.12 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0		PERDIDA POR LAVADO : 144.88 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0		Peso Tara: 41.50 g.
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0		
Nº4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº10	2.000	2.38	1.59	1.59	98.41		
Nº20	0.850	17.70	11.80	13.39	86.61		
N40	0.425	61.57	41.05	54.43	45.57		
Nº60	0.250	50.65	33.77	88.20	11.80		
Nº140	0.106	15.52	10.35	98.55	1.45		
Nº200	0.075	2.04	1.36	99.91	0.09		
< Nº 200	FONDO	0.14	0.09	100.00	0.00		
SUMATORIA:		150.00					

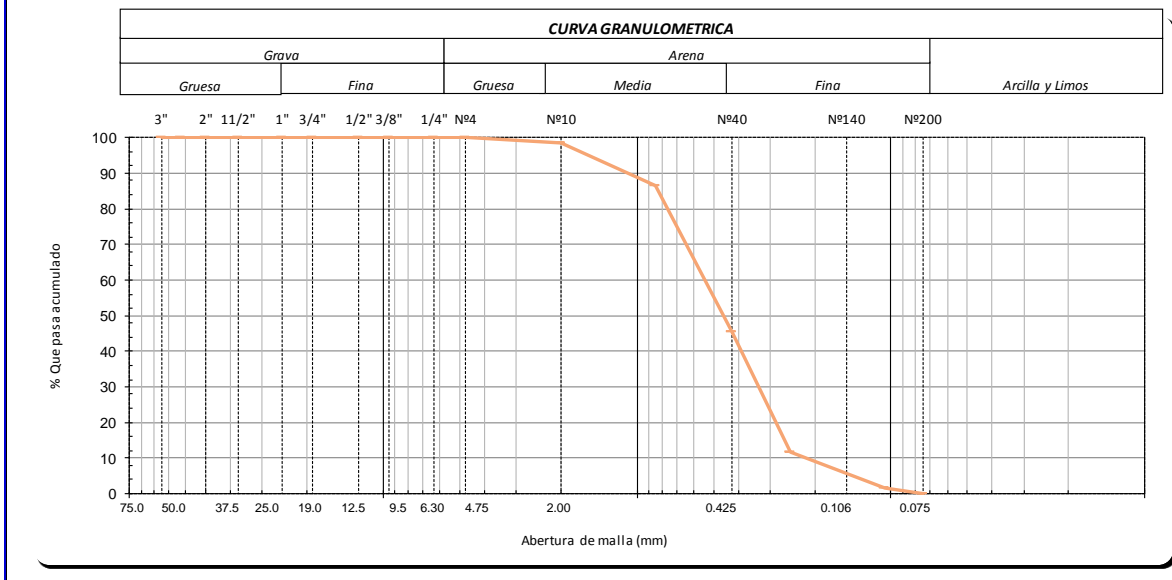


imagen 26 Analisis granulometrico del plastico triturados utilizado en la elaboracion de los ladrillos ecologicos de arcilla/plastico, fuente elaborado por el investigador.

Tabla 17

Contenido de humedad de la arena muestra n° 01, fuente elaborado por el investigador.

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127:	
DATOS DEL ENSAYO	W %
NUMERO DE TARA	TESIS - E.P.B - M4
PESO DE LA M. HUMEDA+TARA	307.02
PESO DE LA M.SECA + TARA	300.74
PESO DEL AGUA	6.28
PESO DE LA TARA	57.02
PESO M. SECO	243.72
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.58

Tabla 18

Contenido de humedad de la arena muestra n° 02, fuente elaborado por el investigador.

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127:	
DATOS DEL ENSAYO	W %
NUMERO DE TARA	TESIS - E.P.B - M5
PESO DE LA M. HUMEDA+TARA	311.47
PESO DE LA M.SECA + TARA	305.33
PESO DEL AGUA	6.14
PESO DE LA TARA	61.47
PESO M. SECO	243.86
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.52

Tabla 19

Contenido de humedad de la arena muestra n° 03, fuente elaborado por el investigador.

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.127:	
DATOS DEL ENSAYO	W %
NUMERO DE TARA	TESIS - E.P.B - M6
PESO DE LA M. HUMEDA+TARA	306.56
PESO DE LA M.SECA + TARA	300.6
PESO DEL AGUA	5.96
PESO DE LA TARA	56.56
PESO M. SECO	244.04
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.44

Anexo B: Tabla de dosificaciones, para la creación de ladrillo ecológico de Arcilla

Tabla 20

Dosificaciones elaboradas para la creación de las unidades de ladrillos ecológicos de Arcilla, fuente Elaborado por el investigador.

Muestra	Materiales Usados				Dosificación			Porcentaje		Ladrillo
	Cemento	Arena	Arcilla	Agua	C	A	Arc	Cemento	Agua	
M - 1	0.500 kg	1.000 kg	1.500 kg	0.500 lt	0.33	: 0.67 :	1.00	20.00%	16.67 %	No
M - 2	0.600 kg	1.000 kg	1.500 kg	0.600 lt	0.40	: 0.67 :	1.00	24.00%	19.35 %	No
M - 3	0.400 kg	0.800 kg	1.500 kg	0.500 lt	0.27	: 0.53 :	1.00	17.39%	18.52 %	No
M - 4	0.200 kg	0.500 kg	1.500 kg	0.450 lt	0.13	: 0.33 :	1.00	10.00%	20.45 %	No
M - 5	0.240 kg	0.800 kg	1.600 kg	0.400 lt	0.15	: 0.50 :	1.00	10.00%	15.15 %	No
M - 6	0.255 kg	0.750 kg	1.800 kg	0.450 lt	0.14	: 0.42 :	1.00	10.00%	16.04 %	No
M - 7	0.334 kg	0.840 kg	2.500 kg	0.600 lt	0.13	: 0.34 :	1.00	10.00%	16.33 %	No
M - 8	0.267 kg	0.670 kg	2.000 kg	0.300 lt	0.13	: 0.34 :	1.00	10.00%	10.21 %	Si
M - 9	0.240 kg	0.600 kg	1.800 kg	0.200 lt	0.13	: 0.33 :	1.00	10.00%	7.58 %	No
M - 10	0.236 kg	0.580 kg	1.750 kg	0.170 lt	0.13	: 0.33 :	1.00	10.13%	6.63 %	No
M - 11	0.233 kg	0.550 kg	1.750 kg	0.165 lt	0.13	: 0.31 :	1.00	10.13%	6.51 %	No
M - 12	0.233 kg	0.580 kg	1.750 kg	0.150 lt	0.13	: 0.33 :	1.00	10.00%	5.85 %	Si
M - 13	0.233 kg	0.560 kg	1.760 kg	0.155 lt	0.13	: 0.32 :	1.00	10.04%	6.07 %	Si
M - 14	0.223 kg	0.565 kg	1.760 kg	0.150 lt	0.13	: 0.32 :	1.00	9.59%	5.89 %	Si
M - 15	0.223 kg	0.545 kg	1.760 kg	0.145 lt	0.13	: 0.31 :	1.00	9.67%	5.74 %	No
M - 16	0.213 kg	0.565 kg	1.740 kg	0.140 lt	0.12	: 0.32 :	1.00	9.24%	5.56 %	Si
M - 17	0.205 kg	0.570 kg	1.770 kg	0.135 lt	0.12	: 0.32 :	1.00	8.76%	5.30 %	No
M - 18	0.200 kg	0.575 kg	1.770 kg	0.130 lt	0.11	: 0.32 :	1.00	8.53%	5.11 %	No
M - 19	0.233 kg	0.590 kg	1.780 kg	0.145 lt	0.13	: 0.33 :	1.00	9.83%	5.57 %	No
M - 20	0.233 kg	0.550 kg	1.785 kg	0.145 lt	0.13	: 0.31 :	1.00	9.98%	5.65 %	No

Se realizó ensayos a la compresión a las unidades de ladrillo ecológico Arcilla patrón, de los cuales se seleccionó el diseño M-12.

Tabla 21

Dosificaciones elaboradas para la creación de las unidades de ladrillos ecológicos de Arcilla/Plástico, fuente Elaborado por el investigador.

Muestra	Materiales Usados					Dosificación				Porcentaje			Ladrillo
	Cemento	Arena	Arcilla	Plástico	Agua	C	A	P	Arc	Cemento	Plástico	Agua	
M - 1	0.200 kg	0.800 kg	1.700 kg	0.200 kg	0.500 lt	0.12	: 0.47	: 0.12	1.00	8.00%	7.41%	18.52 %	No
M - 2	0.225 kg	0.800 kg	1.700 kg	0.100 kg	0.600 lt	0.13	: 0.47	: 0.06	1.00	9.00%	3.67%	22.02 %	No
M - 3	0.250 kg	0.750 kg	1.725 kg	0.075 kg	0.500 lt	0.14	: 0.43	: 0.04	1.00	10.10%	2.75%	18.35 %	No
M - 4	0.275 kg	0.700 kg	1.725 kg	0.050 kg	0.450 lt	0.16	: 0.41	: 0.03	1.00	11.34%	1.85%	16.67 %	No
M - 5	0.275 kg	0.600 kg	1.725 kg	0.050 kg	0.400 lt	0.16	: 0.35	: 0.03	1.00	11.83%	1.92%	15.38 %	No
M - 6	0.300 kg	0.400 kg	1.750 kg	0.050 kg	0.450 lt	0.17	: 0.23	: 0.03	1.00	13.95%	2.04%	18.37 %	No
M - 7	0.210 kg	0.350 kg	1.750 kg	0.050 kg	0.600 lt	0.12	: 0.20	: 0.03	1.00	10.00%	2.16%	25.97 %	No
M - 8	0.310 kg	0.350 kg	1.750 kg	0.040 kg	0.300 lt	0.18	: 0.20	: 0.02	1.00	14.76%	1.66%	12.45 %	No
M - 9	0.300 kg	0.400 kg	1.750 kg	0.030 kg	0.200 lt	0.17	: 0.23	: 0.02	1.00	13.95%	1.22%	8.16 %	No
M - 10	0.350 kg	0.400 kg	1.750 kg	0.025 kg	0.170 lt	0.20	: 0.23	: 0.01	1.00	16.28%	1.00%	6.80 %	No
M - 11	0.375 kg	0.450 kg	1.770 kg	0.025 kg	0.165 lt	0.21	: 0.25	: 0.01	1.00	16.89%	0.96%	6.36 %	No
M - 12	0.375 kg	0.400 kg	1.850 kg	0.020 kg	0.150 lt	0.20	: 0.22	: 0.01	1.00	16.67%	0.76%	5.71 %	No
M - 13	0.350 kg	0.350 kg	1.850 kg	0.017 kg	0.155 lt	0.19	: 0.19	: 0.01	1.00	15.91%	0.67%	6.08 %	No
M - 14	0.350 kg	0.330 kg	1.850 kg	0.017 kg	0.150 lt	0.19	: 0.18	: 0.01	1.00	16.06%	0.67%	5.93 %	No
M - 15	0.360 kg	0.300 kg	1.800 kg	0.017 kg	0.145 lt	0.20	: 0.17	: 0.01	1.00	17.14%	0.69%	5.89 %	No
M - 16	0.360 kg	0.370 kg	1.850 kg	0.017 kg	0.140 lt	0.19	: 0.20	: 0.01	1.00	16.22%	0.66%	5.43 %	No
M - 17	0.400 kg	0.300 kg	1.830 kg	0.020 kg	0.135 lt	0.22	: 0.16	: 0.01	1.00	18.78%	0.79%	5.34 %	No
M - 18	0.420 kg	0.300 kg	1.830 kg	0.022 kg	0.130 lt	0.23	: 0.16	: 0.01	1.00	19.72%	0.86%	5.10 %	si
M - 19	0.500 kg	0.300 kg	1.900 kg	0.020 kg	0.145 lt	0.26	: 0.16	: 0.01	1.00	22.73%	0.74%	5.37 %	No
M - 20	0.500 kg	0.320 kg	1.900 kg	0.020 kg	0.145 lt	0.26	: 0.17	: 0.01	1.00	22.52%	0.74%	5.33 %	No
M - 21	0.500 kg	0.320 kg	1.870 kg	0.020 kg	1.145 lt	0.27	: 0.17	: 0.01	1.00	22.83%	0.74%	42.57 %	No
M - 22	0.470 kg	0.310 kg	1.900 kg	0.020 kg	2.145 lt	0.25	: 0.16	: 0.01	1.00	21.27%	0.75%	80.04 %	Si
M - 23	0.450 kg	0.300 kg	1.850 kg	0.020 kg	3.145 lt	0.24	: 0.16	: 0.01	1.00	20.93%	0.77%	120.96 %	Si
M - 24	0.450 kg	0.310 kg	1.800 kg	0.020 kg	4.145 lt	0.25	: 0.17	: 0.01	1.00	21.33%	0.78%	161.91 %	Si

M - 25	0.450 kg	0.320 kg	1.830 kg	0.020 kg	5.145 lt	0.25	:	0.17	:	0.01	1.00	20.93%	0.77%	197.88 %	No
M - 26	0.475 kg	0.300 kg	1.850 kg	0.022 kg	6.145 lt	0.26	:	0.16	:	0.01	1.00	22.09%	0.84%	234.10 %	No
M - 27	0.450 kg	0.350 kg	1.850 kg	0.024 kg	7.145 lt	0.24	:	0.19	:	0.01	1.00	20.45%	0.91%	269.62 %	No

Se realizó ensayos a la compresión a las unidades de ladrillo ecológico Arcilla/Plástico patrón, de las muestras que se consolidaron se determinó que la dosificación M- 23 presentaba un mejor comportamiento y poseía un acabado estéticamente mejor.

Anexo C: Variación dimensional del ladrillo ecológico.

Tabla 22

Variación Dimensional, ladrillo ecológico de Arcilla/Plástico NTP 339-613; fuente Elaborado por el Investigador.

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO (H)		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4			H 1	H 2				
MP - 001	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.93	4.91	4.92	45%	2.233	2.147
MP - 002	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.92	4.95	4.94	45%	2.085	2.005
MP - 003	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.90	4.88	46%	2.163	2.080
MP - 004	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.19	5.20	5.20	42%	2.270	2.183
MP - 005	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.80	4.80	4.80	47%	2.176	2.092
MP - 006	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.11	5.10	5.11	43%	2.208	2.123
MP - 007	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.95	4.96	45%	2.163	2.080
MP - 008	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.98	4.98	45%	2.174	2.090
MP - 009	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.85	4.85	4.85	46%	2.248	2.162
MP - 010	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.88	4.86	4.87	46%	2.218	2.133
MP - 011	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.85	4.86	46%	2.160	2.077
MP - 012	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.02	5.00	5.01	44%	2.238	2.152
MP - 013	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.80	4.80	47%	2.132	2.050
MP - 014	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.82	4.83	4.83	46%	2.240	2.154
MP - 015	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.11	5.10	5.11	43%	2.394	2.302
MP - 016	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.91	4.91	4.91	45%	2.220	2.135
MP - 017	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.91	4.90	4.91	46%	2.225	2.139
MP - 018	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.74	4.75	4.75	47%	2.129	2.047
MP - 019	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.96	4.95	4.96	45%	2.240	2.154
MP - 020	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.19	5.19	5.19	42%	2.391	2.299
MP - 021	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.89	4.89	4.89	46%	2.215	2.130

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO (H)		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4								
MP - 022	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.91	4.90	4.91	46%	2.248	2.162
MP - 023	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.16	4.16	4.16	54%	2.217	2.132
MP - 024	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.87	4.86	4.87	46%	2.237	2.151
MP - 025	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.92	4.90	4.91	45%	2.157	2.074
MP - 026	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.01	5.00	5.01	44%	2.175	2.091
MP - 027	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.92	4.90	4.91	45%	2.210	2.125
MP - 028	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.91	4.91	4.91	45%	2.162	2.079
MP - 029	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.96	4.95	4.96	45%	2.174	2.090
MP - 030	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.98	4.98	4.98	45%	2.232	2.146
MP - 031	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.81	4.79	4.80	47%	2.084	2.004
MP - 032	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.87	4.87	46%	2.163	2.080
MP - 033	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.16	5.15	5.16	43%	2.281	2.193
MP - 034	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.75	4.75	4.75	47%	2.174	2.090
MP - 035	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.11	5.11	5.11	43%	2.090	2.010
MP - 036	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	5.00	5.00	44%	2.450	2.356
MP - 037	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.77	4.76	4.77	47%	2.233	2.147
MP - 038	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.84	4.83	4.84	46%	2.211	2.126
MP - 039	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.80	4.80	47%	2.165	2.082
MP - 040	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.83	4.81	4.82	46%	2.212	2.127
MP - 041	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.84	4.85	4.85	46%	2.132	2.050
MP - 042	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.81	4.80	4.81	47%	2.222	2.137
MP - 043	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.89	4.89	4.89	46%	2.247	2.161
MP - 044	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.81	4.80	4.81	47%	2.210	2.125
MP - 045	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.70	4.70	4.70	48%	2.725	2.620
MP - 046	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.02	5.01	5.02	44%	2.300	2.212

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO (H)		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4			H 1	H 2				
MP - 047	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.82	4.81	4.82	47%	2.196	2.112
MP - 048	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.76	4.75	4.76	47%	2.087	2.007
MP - 049	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.64	4.63	4.64	49%	2.202	2.117
MP - 050	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.83	4.82	4.83	46%	2.269	2.182
MP - 051	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.83	4.83	4.83	46%	2.263	2.176
MP - 052	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.97	4.97	45%	2.149	2.066
MP - 053	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.12	5.12	5.12	43%	2.224	2.138
MP - 054	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.85	4.86	46%	2.272	2.185
MP - 055	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.07	5.06	5.07	44%	2.297	2.209
MP - 056	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.99	5.00	5.00	45%	2.246	2.160
MP - 057	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.21	5.20	5.21	42%	2.396	2.304
MP - 058	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.13	5.11	5.12	43%	2.289	2.201
MP - 059	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.05	5.05	5.05	44%	2.222	2.137
MP - 060	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.14	5.15	5.15	43%	2.339	2.249
MP - 061	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.81	4.80	4.81	47%	2.163	2.080
MP - 062	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.15	5.15	5.15	43%	2.345	2.255
MP - 063	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.78	4.79	47%	2.160	2.077
MP - 064	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.72	4.70	4.71	48%	2.090	2.010
MP - 065	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.17	5.19	5.18	42%	2.437	2.343
MP - 066	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.85	4.86	46%	2.250	2.163
MP - 067	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.18	5.17	5.18	43%	2.428	2.335
MP - 068	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.99	5.01	5.00	44%	2.323	2.234
MP - 069	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.16	5.14	5.15	43%	2.373	2.282
MP - 070	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.87	4.87	4.87	46%	2.208	2.123
MP - 071	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.79	4.79	47%	2.131	2.049
MP - 072	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.82	4.83	4.83	46%	2.132	2.050

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO (H)		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4								
MP - 073	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.68	4.67	4.68	48%	2.199	2.114
MP - 074	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.98	4.98	4.98	45%	2.221	2.136
MP - 075	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.02	5.00	5.01	44%	2.395	2.303
MP - 076	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.81	4.80	47%	2.163	2.080
MP - 077	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.49	5.47	5.48	39%	2.436	2.342
MP - 078	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.11	5.14	5.13	43%	2.372	2.281
MP - 079	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	5.00	5.00	44%	2.227	2.141
MP - 080	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.90	5.88	5.89	35%	2.212	2.127
MP - 081	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.70	4.73	4.72	48%	2.208	2.123
MP - 082	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.71	4.72	4.72	48%	2.082	2.002
MP - 083	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.70	4.70	4.70	48%	2.148	2.065
MP - 084	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.98	5.00	4.99	45%	2.246	2.160
MP - 085	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.01	5.03	5.02	44%	2.336	2.246
MP - 086	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.90	4.90	4.90	46%	2.092	2.012
MP - 087	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.01	5.03	5.02	44%	2.114	2.033
MP - 088	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.30	5.27	5.29	41%	2.440	2.346
MP - 089	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.75	4.77	4.76	47%	2.165	2.082
MP - 090	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.80	4.78	4.79	47%	2.243	2.157
MP - 091	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.90	4.95	4.93	45%	2.190	2.106
MP - 092	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.10	5.05	5.08	44%	2.263	2.176
MP - 093	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.90	4.90	4.90	46%	2.296	2.208
MP - 094	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.93	4.91	4.92	45%	2.270	2.183
MP - 095	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.92	4.95	4.94	45%	2.176	2.092
MP - 096	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.90	4.88	46%	2.208	2.123
MP - 097	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.19	5.20	5.20	42%	2.163	2.080

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO (H)		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4								
MP - 098	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.80	4.80	4.80	47%	2.174	2.090
MP - 099	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.11	5.10	5.11	43%	2.131	2.049
MP - 100	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.95	4.96	45%	2.132	2.050
MP - 101	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.98	4.98	45%	2.199	2.114
MP - 102	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.97	4.97	45%	2.221	2.136
MP - 103	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.12	5.12	5.12	43%	2.395	2.303
MP - 104	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.85	4.86	46%	2.163	2.080
MP - 105	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.07	5.06	5.07	44%	2.345	2.255
MP - 106	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.99	5.00	5.00	45%	2.160	2.077
MP - 107	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.21	5.20	5.21	42%	2.090	2.010
MP - 108	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	5.00	5.00	44%	2.227	2.141
MP - 109	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.77	4.76	4.77	47%	2.212	2.127
MP - 110	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.84	4.83	4.84	46%	2.233	2.147
MP - 111	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.80	4.80	47%	2.085	2.005
MP - 112	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.96	4.95	4.96	45%	2.163	2.080
MP - 113	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.19	5.19	5.19	42%	2.270	2.183
MP - 114	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.89	4.89	4.89	46%	2.246	2.160
MP - 115	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.91	4.90	4.91	46%	2.336	2.246
MP - 116	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.95	4.96	45%	2.092	2.012
MP - 117	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.97	4.98	4.98	45%	2.114	2.033
MP - 118	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.85	4.85	4.85	46%	2.208	2.123
MP - 119	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.88	4.86	4.87	46%	2.082	2.002
MP - 120	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.86	4.85	4.86	46%	2.339	2.249

Tabla 23

Variación Dimensional, ladrillo ecológico de Arcilla NTP 339-613; fuente Elaborado por el Investigador.

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO (H)		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4								
MA - 001	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.78	4.75	4.77	47%	2.011	1.934
MA - 002	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.10	5.05	5.08	44%	2.178	2.094
MA - 003	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.81	4.83	4.82	46%	2.055	1.976
MA - 004	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.75	4.91	4.83	46%	2.216	2.131
MA - 005	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.20	5.22	5.21	42%	2.324	2.235
MA - 006	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.10	5.15	5.13	43%	2.147	2.064
MA - 007	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.25	5.30	5.28	41%	2.273	2.186
MA - 008	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.70	4.73	4.72	48%	2.085	2.005
MA - 009	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.75	4.77	4.76	47%	2.756	2.650
MA - 010	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.12	5.07	5.10	43%	2.217	2.132
MA - 011	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.85	4.88	4.87	46%	1.979	1.903
MA - 012	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.83	4.80	4.82	47%	2.133	2.051
MA - 013	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.18	5.20	5.19	42%	2.133	2.051
MA - 014	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.04	5.09	5.07	44%	2.185	2.101
MA - 015	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.20	5.15	5.18	43%	2.180	2.096
MA - 016	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.90	4.94	4.92	45%	2.140	2.058
MA - 017	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.29	5.24	5.27	42%	2.250	2.163
MA - 018	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.06	5.10	5.08	44%	2.269	2.182
MA - 019	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.32	4.35	4.34	52%	2.026	1.948
MA - 020	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.38	4.35	4.37	52%	2.000	1.923
MA - 021	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.20	5.24	5.22	42%	2.312	2.223
MA - 022	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.60	5.00	4.80	47%	2.118	2.037
MA - 023	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.32	5.40	5.36	40%	2.335	2.245

MUESTRA	LARGO		L prom	V.D.	ANCHO				A prom	V.D.	ALTO		H prom	V.D.	PESO INICIAL	PESO FINAL
	L 1	L 2			L 1	L 2	L 3	L 4			(H)	(H)				
MA - 024	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.75	4.80	4.78	47%	2.060	1.981
MA - 025	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.20	5.20	5.20	42%	2.269	2.182
MA - 026	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.10	4.70	4.90	46%	2.134	2.052
MA - 027	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.07	5.06	5.07	44%	2.011	1.934
MA - 028	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.99	5.00	5.00	45%	2.178	2.094
MA - 029	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.21	5.20	5.21	42%	2.055	1.976
MA - 030	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	5.00	5.00	44%	2.216	2.131
MA - 031	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.77	4.76	4.77	47%	2.324	2.235
MA - 032	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.84	4.83	4.84	46%	2.132	2.050
MA - 033	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.80	4.80	47%	2.199	2.114
MA - 034	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.82	4.83	4.83	46%	2.221	2.136
MA - 035	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.68	4.67	4.68	48%	2.395	2.303
MA - 036	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.98	4.98	4.98	45%	2.163	2.080
MA - 037	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.02	5.00	5.01	44%	2.436	2.342
MA - 038	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.79	4.85	4.82	46%	2.082	2.002
MA - 039	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.95	4.99	4.97	45%	2.148	2.065
MA - 040	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.05	4.80	4.93	45%	2.132	2.050
MA - 041	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.70	4.95	4.83	46%	2.165	2.082
MA - 042	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.50	5.60	5.55	38%	2.435	2.341
MA - 043	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	5.10	5.05	44%	2.191	2.107
MA - 044	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.89	4.93	4.91	45%	2.195	2.111
MA - 045	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	5.05	5.03	44%	2.191	2.107
MA - 046	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	4.70	4.70	4.70	48%	2.052	1.973
MA - 047	23.60	23.60	23.60	2%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	8%	5.00	4.86	4.93	45%	2.155	2.072

Anexo D: Ficha técnica de máquina de compresión

Tabla 24

Ensayo de Alabeo a los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico según NTP 339.613, fuente elaborado por el Investigador.

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MP - 001	1	2	0	1
MP - 002	0	0	1	0
MP - 003	2	2	1	2
MP - 004	1	1	1	2
MP - 005	1	0	1	0
MP - 006	0	0	1	0
MP - 007	1	2	1	2
MP - 008	0	0	0	0
MP - 009	1	1	0	1
MP - 010	0	0	0	0
MP - 011	1	1	1	2
MP - 012	0	0	0	1
MP - 013	1	1	1	1
MP - 014	0	0	0	0
MP - 015	0	1	3	1
MP - 016	1	0	2	0
MP - 017	0	0	0	1
MP - 018	2	1	1	1
MP - 019	0	0	0	0
MP - 020	0	1	0	1
MP - 021	2	0	1	0
MP - 022	2	1	0	0
MP - 023	4	0	1	0
MP - 024	1	0	0	0
MP - 025	0	1	1	2
MP - 026	1	0	1	0
MP - 027	0	2	1	1
MP - 028	0	0	0	2
MP - 029	2	0	1	0
MP - 030	0	2	2	1
MP - 031	1	2	0	1
MP - 032	2	4	1	3
MP - 033	3	1	1	1
MP - 034	0	0	1	0
MP - 035	1	1	0	0
MP - 036	0	1	1	0

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MP - 037	0	0	2	1
MP - 038	0	1	0	1
MP - 039	2	0	0	2
MP - 040	0	1	2	0
MP - 041	0	0	0	1
MP - 042	2	1	1	1
MP - 043	0	0	2	1
MP - 044	1	0	4	0
MP - 045	0	1	0	1
MP - 046	1	0	1	2
MP - 047	1	2	0	0
MP - 048	0	0	0	0
MP - 049	0	0	0	2
MP - 050	0	2	2	0
MP - 051	2	2	0	1
MP - 052	2	4	0	2
MP - 053	1	1	2	4
MP - 054	0	0	0	0
MP - 055	1	4	2	1
MP - 056	0	2	0	0
MP - 057	1	0	1	0
MP - 058	0	0	1	0
MP - 059	0	2	2	2
MP - 060	1	0	0	0
MP - 061	0	2	1	0
MP - 062	2	0	1	2
MP - 063	0	1	0	0
MP - 064	0	1	1	2
MP - 065	2	2	1	0
MP - 066	2	0	0	1
MP - 067	4	1	0	1
MP - 068	1	1	0	2
MP - 069	0	0	1	0
MP - 070	1	1	0	1
MP - 071	2	1	4	1
MP - 072	0	0	2	0
MP - 073	1	1	0	1
MP - 074	1	2	0	1
MP - 075	1	1	2	0
MP - 076	0	2	0	0

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MP - 077	1	0	2	0
MP - 078	2	1	0	0
MP - 079	0	0	1	0
MP - 080	0	0	1	1
MP - 081	2	0	2	0
MP - 082	0	0	0	0
MP - 083	1	1	1	0
MP - 084	2	0	1	0
MP - 085	4	1	0	1
MP - 086	0	0	1	1
MP - 087	1	2	1	0
MP - 088	0	0	0	1
MP - 089	0	1	0	0
MP - 090	0	2	2	4
MP - 091	2	1	0	2
MP - 092	0	2	0	0
MP - 093	0	0	2	0
MP - 094	2	0	0	2
MP - 095	0	2	1	0
MP - 096	2	0	0	2
MP - 097	0	2	0	0
MP - 098	1	0	1	1
MP - 099	1	1	0	1
MP - 100	2	1	4	2
MP - 101	0	2	1	0
MP - 102	1	0	1	1
MP - 103	1	1	1	1
MP - 104	0	1	1	0
MP - 105	1	0	1	1
MP - 106	1	1	4	1
MP - 107	0	1	1	0
MP - 108	0	0	1	0
MP - 109	0	0	1	0
MP - 110	1	0	1	0
MP - 111	0	0	1	0
MP - 112	4	0	1	2
MP - 113	0	2	1	0
MP - 114	0	0	0	1
MP - 115	1	1	1	0
MP - 116	0	0	0	0
MP - 117	1	0	2	1
MP - 118	0	1	1	0
MP - 119	2	0	0	4

MP - 120	1	1	0	1
----------	---	---	---	---

El alabeo en promedio de los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico es de (0.81 mm)

Tabla 25

Ensayo de Alabeo a los ladrillos ecológicos de arcilla según NTP 339.613, fuente elaborado por el Investigador.

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MA - 001	0	0	0	0
MA - 002	0	2	1	0
MA - 003	1	0	0	0
MA - 004	0	0	0	2
MA - 005	0	1	2	0
MA - 006	0	0	0	0
MA - 007	2	0	0	0
MA - 008	0	0	1	1
MA - 009	0	1	0	0
MA - 010	0	0	0	0
MA - 011	3	1	0	0
MA - 012	0	0	1	0
MA - 013	0	2	0	2
MA - 014	0	0	1	1
MA - 015	1	1	1	1
MA - 016	0	0	0	0
MA - 017	0	0	0	1
MA - 018	1	0	2	3
MA - 019	1	2	2	3
MA - 020	0	0	2	0
MA - 021	0	0	0	0
MA - 022	0	1	2	1
MA - 023	0	0	4	2
MA - 024	0	0	2	4
MA - 025	0	0	0	4
MA - 026	0	0	0	2
MA - 027	0	0	0	3
MA - 028	0	0	1	0
MA - 029	0	0	3	2
MA - 030	0	0	0	3
MA - 031	1	1	0	1
MA - 032	0	1	1	0

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MA - 033	1	1	1	0
MA - 034	3	0	0	1
MA - 035	0	2	1	1
MA - 036	1	2	2	0
MA - 037	0	1	1	0
MA - 038	1	1	2	0
MA - 039	1	0	3	1
MA - 040	0	0	1	0
MA - 041	0	0	3	2
MA - 042	0	0	0	3
MA - 043	1	0	1	1
MA - 044	0	0	0	1
MA - 045	0	0	0	3
MA - 046	0	0	3	1
MA - 047	0	0	1	2
MA - 048	0	0	4	2
MA - 049	1	0	0	1
MA - 050	1	2	2	1
MA - 051	2	2	0	1
MA - 052	2	4	0	1
MA - 053	1	3	0	2
MA - 054	0	4	4	3
MA - 055	1	3	1	0
MA - 056	0	3	1	2
MA - 057	1	1	1	1
MA - 058	3	4	2	1
MA - 059	0	0	4	2
MA - 060	0	0	2	4
MA - 061	0	1	1	0
MA - 062	2	0	1	2
MA - 063	0	1	0	2
MA - 064	0	0	1	1
MA - 065	2	2	3	1
MA - 066	2	1	3	0
MA - 067	4	2	0	0
MA - 068	1	0	0	2
MA - 069	1	1	1	1
MA - 070	0	1	2	1
MA - 071	0	0	1	2
MA - 072	0	0	1	3
MA - 073	0	0	0	1
MA - 074	3	1	0	0
MA - 075	0	1	1	1

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MA - 075	0	1	1	1
MA - 076	2	1	2	0
MA - 077	2	0	0	1
MA - 078	2	1	1	0
MA - 079	2	0	0	0
MA - 080	2	2	1	1
MA - 081	1	0	1	0
MA - 082	1	0	1	0
MA - 083	1	1	2	0
MA - 084	1	0	1	0
MA - 085	0	1	0	1
MA - 086	1	0	1	1
MA - 087	1	2	0	0
MA - 088	0	0	1	1
MA - 089	0	3	1	0
MA - 090	0	1	1	2
MA - 091	1	1	1	0
MA - 092	1	1	1	1
MA - 093	1	0	0	1
MA - 094	1	1	2	0
MA - 095	2	3	2	2
MA - 096	3	0	1	2
MA - 097	0	1	1	1
MA - 098	2	0	0	1
MA - 099	0	1	0	0
MA - 100	1	1	2	0
MA - 101	1	1	0	2
MA - 102	0	2	0	1
MA - 103	0	1	0	1
MA - 104	0	0	1	2
MA - 105	2	1	1	2
MA - 106	0	0	0	4
MA - 107	0	1	1	2
MA - 108	0	2	1	4
MA - 109	1	1	0	1
MA - 110	1	1	0	1
MA - 111	0	0	2	1
MA - 112	0	2	0	2
MA - 113	0	1	0	3
MA - 114	0	1	0	0

MUESTRA	ALABEO (mm) NTP 339.613			
	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
MA - 115	0	1	1	2
MA - 116	1	1	1	1
MA - 117	1	1	0	0
MA - 118	0	2	1	1
MA - 119	2	3	1	0
MA - 120	2	0	0	2

El alabeo en promedio de los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico es de (0.90 mm).

Anexo E: Cálculo del porcentaje de Absorción en los ladrillos ecológicos.

Tabla 26

Ensayo de absorción del ladrillo ecológico de arcilla, según la NTP 339.613, fuente elaborado por el Investigador.

ENSAYO DE ABSORCION NTP 339.613				
N°	MUESTRA	PESO		ABSORCION
		SECO	24 Hr	
1	MA - 13	1.980	2.434	22.929%
2	MA - 17	2.085	2.541	21.871%
3	MA - 24	2.166	2.628	21.330%
4	MA - 28	2.260	2.720	20.354%
5	MA - 33	1.987	2.442	22.899%
6	MA - 35	2.175	2.629	20.874%
7	MA - 36	2.270	2.726	20.088%
8	MA - 42	1.989	2.451	23.228%
9	MA - 67	1.998	2.458	23.023%
10	MA - 68	2.094	2.549	21.729%
11	MA - 72	2.052	2.506	22.125%
12	MA - 73	2.058	2.514	22.157%
13	MA - 76	2.080	2.542	22.212%
14	MA - 95	2.064	2.524	22.287%
15	MA - 102	2.051	2.506	22.184%

Tabla 27

Ensayo de absorción del ladrillo ecológico de arcilla/plástico según la NTP 339.613, fuente elaborado por el Investigador.

ENSAYO DE ABSORCION NTP 339.613				
N°	MUESTRA	PESO		ABSORCION
		SECO	24 Hr	
1	MP - 47	2.106	2.664	26.496%
2	MP - 50	2.178	2.711	24.472%
3	MP - 51	2.160	2.698	24.907%
4	MP - 59	2.138	2.672	24.977%
5	MP - 63	2.010	2.512	24.975%
6	MP - 67	2.244	2.735	21.881%
7	MP - 91	2.110	2.646	25.403%
8	MP - 92	2.165	2.673	23.464%
9	MP - 94	2.130	2.638	23.850%
10	MP - 97	2.237	2.781	24.318%
11	MP - 99	2.021	2.527	25.037%

12	MA - 101	2.098	2.614	24.595%
13	MA - 102	2.133	2.628	23.207%
14	MA - 103	2.067	2.557	23.706%
15	MA - 111	2.052	2.533	23.441%

Anexo F Cálculo del porcentaje de succión en los ladrillos ecológicos.

Tabla 28

Ensayo de Succión del ladrillo ecológico de arcilla NTP 339.613, fuente elaboración propia.

ENSAYO DE SUCCION NTP 339.613					
N°	MUESTRA	PESO		AREA NETA	SUCCION
		SECO	24 Hr		
1	MA - 15	2.180	2.295	206.130	11.158%
2	MA - 20	2.000	2.128	205.912	12.433%
3	MA - 23	2.335	2.472	205.912	13.307%
4	MA - 24	2.060	2.167	206.534	10.362%
5	MA - 29	2.055	2.174	206.223	11.492%
6	MA - 31	2.324	2.485	206.130	15.621%
7	MA - 34	2.221	2.355	205.912	12.967%
8	MA - 38	2.082	2.197	206.347	11.146%
9	MA - 51	2.114	2.242	205.912	12.433%
10	MA - 53	2.165	2.302	206.378	13.277%
11	MA - 84	2.160	2.267	206.223	10.377%
12	MA - 85	2.217	2.336	206.534	11.475%
13	MA - 94	2.163	2.324	206.036	15.628%
14	MA - 96	2.064	2.198	206.223	12.947%
15	MA - 110	2.174	2.289	206.223	11.153%

Tabla 29

Ensayo de Succión del ladrillo ecológico arcilla/plástico NTP 339.613, fuente elaboración propia.

ENSAYO DE SUCCION NTP 339.613					
N°	MUESTRA	PESO		AREA NETA	SUCCION
		SECO	1 min		
1	MP - 33	2.2810	2.3960	206.130	11.158%
2	MP - 45	2.7250	2.8530	206.534	12.395%
3	MP - 46	2.3000	2.4370	206.036	13.299%
4	MP - 53	2.2240	2.3310	206.192	10.379%
5	MP - 58	2.2890	2.4075	206.223	11.492%
6	MP - 60	2.3390	2.5000	206.534	15.591%
7	MP - 62	2.3450	2.4785	206.223	12.947%
8	MP - 63	2.1600	2.2750	206.130	11.158%
9	MP - 77	2.4360	2.5640	206.472	12.399%
10	MP - 86	2.0920	2.2290	206.036	13.299%
11	MP - 104	2.1630	2.2700	206.223	10.377%
12	MA - 105	2.3450	2.4635	206.036	11.503%
13	MA - 106	2.1600	2.3210	206.223	15.614%

14	MA - 113	2.2700	2.4035	206.130	12.953%
15	MA - 114	2.2460	2.3610	206.223	11.153%

Anexo F: Cálculo del área de vacíos en los ladrillos ecológicos.

Tabla 30

Calculo del área de vacíos en los ladrillos ecológicos de arcilla, fuente Elaboración del Investigador.

MUESTRA	AREA BRUTA (cm2)	AREA DE VACIOS (cm2)	AREA NETA (cm2)	AREA NETA %	CLASIF. UNIDAD
MA - 15	283.200	77.070	206.130	72.79%	Solida
MA - 20	283.200	77.288	205.912	72.71%	Solida
MA - 23	283.200	77.288	205.912	72.71%	Solida
MA - 24	283.200	76.666	206.534	72.93%	Solida
MA - 29	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida
MA - 31	283.200	77.070	206.130	72.79%	Solida
MA - 34	283.200	77.288	205.912	72.71%	Solida
MA - 38	283.200	76.853	206.347	72.86%	Solida
MA - 51	283.200	77.288	205.912	72.71%	Solida
MA - 53	283.200	76.822	206.378	72.87%	Solida
MA - 84	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida
MA - 85	283.200	76.666	206.534	72.93%	Solida
MA - 94	283.200	77.164	206.036	72.75%	Solida
MA - 96	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida
MA - 110	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida

Tabla 31

Calculo del área de vacíos en los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico, fuente Elaboración del Investigador

MUESTRA	AREA BRUTA (cm2)	AREA DE VACIOS (cm2)	AREA NETA (cm2)	AREA NETA %	CLASIF. UNIDAD
MP - 33	283.200	77.070	206.130	72.79%	Solida
MP - 45	283.200	76.666	206.534	72.93%	Solida
MP - 46	283.200	77.164	206.036	72.75%	Solida
MP - 53	283.200	77.008	206.192	72.81%	Solida
MP - 58	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida
MP - 60	283.200	76.666	206.534	72.93%	Solida
MP - 62	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida
MP - 63	283.200	77.070	206.130	72.79%	Solida
MP - 77	283.200	76.728	206.472	72.91%	Solida
MP - 86	283.200	77.164	206.036	72.75%	Solida
MP - 104	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida
MA - 105	283.200	77.164	206.036	72.75%	Solida
MA - 106	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida

MA - 113	283.200	77.070	206.130	72.79%	Solida
MA - 114	283.200	76.977	206.223	72.82%	Solida

Anexo G: Ensayos de Compresión realizados al Ladrillo Ecológico

Tabla 32

Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo ecológico arcilla/plástico NTP 339.613, fuente elaboración del investigador.

Ladrillo	Muestra	Fecha	AREA BRUTA (cm2)	AREA DE VACIO(cm2)	Área Neta (cm2)	Carga	f'b (daN/cm2)
	MP - 1	09-nov	150.48	38.489	111.99	5032	44.9320
	MP - 2	09-nov	150.12	38.535	111.58	4715	42.2549
	MP - 3	09-nov	150.00	38.644	111.36	4623	41.5156
	MP - 4	09-nov	150.24	38.426	111.81	3225	28.8426
	MP - 5	09-nov	150.36	38.644	111.72	4290	38.4010
	MP - 6	09-nov	150.00	38.411	111.59	4065	36.4283
	MP - 7	09-nov	150.60	38.489	112.11	4842	43.1892
	MP - 8	09-nov	150.00	38.333	111.67	5552	49.7193
	MP - 9	09-nov	150.12	38.582	111.54	5071	45.4643
	MP - 10	09-nov	150.12	38.504	111.62	4977	44.5904
	MP - 11	09-nov	150.00	38.489	111.51	4637	41.5832
	MP - 12	09-nov	150.00	38.489	111.51	5501	49.3312
	MP - 13	09-nov	150.24	38.535	111.70	4555	40.7771
	MP - 14	09-nov	150.12	38.644	111.48	7492	67.2074
Arcilla / Plastico	MP - 15	09-nov	150.18	38.426	111.75	4740	42.4147
	MP - 16	10-nov	150.24	38.644	111.60	4873	43.6665
	MP - 17	10-nov	150.06	38.411	111.65	4669	41.8185
	MP - 18	10-nov	150.00	38.520	111.48	3924	35.1990
	MP - 19	10-nov	150.11	38.349	111.76	3575	31.9884
	MP - 20	10-nov	150.10	38.535	111.56	4177	37.4415
	MP - 21	10-nov	150.13	38.535	111.60	4453	39.9026
	MP - 22	10-nov	150.17	38.644	111.52	5197	46.5999
	MP - 23	10-nov	150.00	38.426	111.57	5311	47.6008
	MP - 24	10-nov	150.00	38.644	111.36	5024	45.1166
	MP - 25	10-nov	150.66	38.411	112.25	4807	42.8244
	MP - 26	10-nov	150.00	38.489	111.51	5069	45.4572
	MP - 27	10-nov	150.48	38.333	112.15	5028	44.8341
	MP - 28	10-nov	150.28	38.582	111.69	6023	53.9241
	MP - 29	10-nov	150.25	38.551	111.70	6116	54.7532
	MP - 30	10-nov	150.37	38.457	111.91	4806	42.9435

Tabla 33

Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo ecológico arcilla NTP 339.613, fuente elaboración del investigador.

Ladrillo	Muestra	Fecha	AREA BRUTA (cm2)	AREA DE VACIOS (cm2)	Área Neta (cm2)	Carga	f'b (daN/cm2)
Arcilla	MA - 1	08-nov	150.17	38.644	111.52	2671	23.9500
	MA - 2	08-nov	150.00	38.426	111.57	2903	26.0187
	MA - 3	08-nov	150.00	38.644	111.36	2809	25.2254
	MA - 4	08-nov	150.66	38.411	112.25	2506	22.3253
	MA - 5	08-nov	150.00	38.489	111.51	2529	22.6793
	MA - 6	08-nov	150.48	38.333	112.15	3439	30.6652
	MA - 7	08-nov	150.28	38.582	111.69	5318	47.6122
	MA - 8	08-nov	150.25	38.551	111.70	3256	29.1492
	MA - 9	08-nov	150.37	38.457	111.91	2575	23.0086
	MA - 10	08-nov	150.12	38.504	111.62	2270	20.3376
	MA - 11	08-nov	150.00	38.489	111.51	2054	18.4196
	MA - 12	08-nov	150.00	38.489	111.51	2832	25.3965
	MA - 13	08-nov	150.24	38.535	111.70	3633	32.5232
	MA - 14	08-nov	150.12	38.644	111.48	2109	18.9189
	MA - 15	08-nov	150.18	38.426	111.75	4275	38.2538
	MA - 16	10-nov	150.24	38.644	111.60	2787	24.9741
	MA - 17	10-nov	150.06	38.411	111.65	2856	25.5801
	MA - 18	10-nov	150.00	38.520	111.48	2657	23.8338
	MA - 19	10-nov	150.11	38.349	111.76	2517	22.5216
	MA - 20	10-nov	150.10	38.535	111.56	2984	26.7477
	MA - 21	10-nov	150.13	38.535	111.60	4378	39.2305
	MA - 22	10-nov	150.17	38.644	111.52	4287	38.4402
	MA - 23	10-nov	150.00	38.426	111.57	2915	26.1262
	MA - 24	10-nov	150.00	38.644	111.36	2422	21.7501
	MA - 25	10-nov	150.66	38.411	112.25	2962	26.3877
	MA - 26	10-nov	150.00	38.489	111.51	2443	21.9081
	MA - 27	10-nov	150.48	38.333	112.15	3232	28.8194
	MA - 28	10-nov	150.28	38.582	111.69	2871	25.7041
	MA - 29	10-nov	150.25	38.551	111.70	3192	28.5762
	MA - 30	10-nov	150.37	38.457	111.91	3531	31.5509

Anexo H: Ensayos de Compresión realizados al Ladrillo Ecológico

Tabla 34

Ensayo realizado a los prismas de ladrillo ecológico de arcilla, fuente elaboración propia.

MEDIDAS DE LAS PRISMAS ENSAYADAS DE LADRILLO ECOLOGICO DE ARCILLA/PLASTICO							
N° PILA	L cm		A cm		H cm		P (kg)
PP - 1	23.6	23.6	12	12	32.11	31.11	7106
PP - 2	23.6	23.6	12	12	30.56	30.95	7005
PP - 3	23.6	23.6	12	12	30.98	30.47	7137
PP - 4	23.6	23.6	12	12	32.18	32.51	7210
PP - 5	23.6	23.6	12	12	31.43	31.84	6870

Anexo I: Clasificación de los ladrillos ecológicos.

Tabla 35

Clasificación del ladrillo ecológico de arcilla, fuente elaborado por el investigador.

CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD			
FABRICACION	PRENSADO MANUALMENTE		
TIPO	ARCILLA		
PORCENTAJE DE VACIOS	75.685%		
DIMENSIONES	LARGO	23.60 cm	SEGÚN E.070
	ANCHO	12.00 cm	
	ALTURA	4.87 cm	
VARIACION DIMENSIONAL	LARGO	2%	TIPO I
	ANCHO	8%	TIPO I
	ALTURA	45%	TIPO I
ALABEO		0.90 mm	TIPO I
RESISTENCIA A LA COMPRESION		27.22 daN/cm ²	TIPO I
TIPO DE UNIDAD	TIPO I		SEGÚN E.070
ABSORCION	21.953%		
SUCCION	12.39 gr/200cm ² /min		

Tabla 36

Clasificación del ladrillo ecológico de arcilla/plástico, fuente elaborado por el investigador.

CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD			
FABRICACION	PRENSADO MANUALMENTE		
TIPO	ARCILLA / PLASTICO		
PORCENTAJE DE VACIOS	72.819%		
DIMENSIONES	LARGO	23.60 cm	SEGÚN E.070
	ANCHO	12.00 cm	
	ALTURA	4.87 cm	
VARIACION DIMENSIONAL	LARGO	2%	TIPO I
	ANCHO	8%	TIPO I
	ALTURA	45%	TIPO I
ALABEO		0.81 mm	TIPO I
RESISTENCIA A LA COMPRESION		43.69 daN/cm ²	TIPO I
TIPO DE UNIDAD	TIPO I		SEGÚN E.070
ABSORCION	24.315%		
SUCCION	12.47 gr/200cm ² /min		

Anexo J: Análisis de producción.

1. Ladrillo ecológico arcilla y arcilla/plástico.

1.1. Del proceso de elaboración.

La elaboración del ladrillo ecológico prensado de arcilla, se hizo uso de la NTP 339.017, la norma E. 050 y E. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones; mediante los cuales se implementó diversos procesos entre los cuales, buscó definir dosificaciones que satisfagan los requerimientos necesarios para la consolidación de la unidad de albañilería como un material propio y adecuado para la construcción.

Durante la fabricación del ladrillo ecológico de arcilla/plástico, se determinó que era necesario clasificar el tamaño máximo del material tipo PET, debido a que este producía alteraciones durante el proceso de mezclado y compactado, debido a que no había cohesión entre los materiales empleados inicialmente.

Así mismo se determinó que la mezcla que sería usada en el proceso de compactación era adecuada cuando esta presentaba una consistencia pastosa, es decir se era moldeable.



Imagen 27 consistencia de la mezcla usada en la elaboración del ladrillo ecológico, fuente elaboración propia.

La carga que fue aplicada por la prensa manual oscilaba entre los 60 y 100kg debido a que esto depende directamente del operario.

Para el almacenamiento del ladrillo ecológico se logró determinar que este presentaba un mejor comportamiento en superficies correctamente nivelada, con ello se evitaban alabeos y variación de dimensiones en las unidades de albañilería.

Hasta la semana de curado se obtienen, para ambas muestras, similares niveles de acabado estético. Sin embargo la adición de plástico modifica la estructura interna de la pieza causándole un acabado como mayor percepción de porosidad superficial.

Las pérdidas de peso son hasta los 8 días, esto quiere decir que la adición del plástico no supone mayores pérdidas de peso, no implican una desecación irregular o prematura. A los 28 días, se produce una pérdida de peso del ladrillo ecológico de arcilla de 0,24% menos que la combinación de referencia al ladrillo ecológico de arcilla/plástico, registrando ambas combinaciones definitivas una pérdida de peso de menos de un 1%.

1.2. De los ensayos realizados.

Se ha comprobado que los resultados obtenidos son fiables ya que, y según la teoría, la diferencia de presiones a la hora de compactar un material se debe reflejar de manera que al obtener la unidad de albañilería esta se mantenga como un elemento sólido, el cual puede ser manejable.

Las pérdidas de peso son hasta los 8 días, esto quiere decir que la adición del plástico no supone mayores pérdidas de peso, no implican una desecación irregular o prematura. A los 28 días, se produce una pérdida de peso del ladrillo ecológico de arcilla de 0,24% menos que la combinación de referencia al ladrillo ecológico de arcilla/plástico, registrando ambas combinaciones definitivas una pérdida de peso de menos de un 1%.

Se observan los resultados obtenidos por el ladrillo ecológico de arcilla y arcilla/plástico con la mezcla realizada de referencia. Aunque entre los días 1

y 7 las diferencias son algo menores, a partir de la semana de curado, el ladrillo de arcilla/plástico logra más de un 35% de aumento de resistencia en comparación del ladrillo de arcilla.

1.2.1. Propiedades físicas:

La norma técnica peruana NTP 331.017 establece que la variación dimensional máxima en porcentaje para un ladrillo debe estar comprendido desde 0 cm hasta 10 cm, para los ladrillos ecológicos de arcilla variación dimensional promedio de , largo (V%=2), Ancho (V%=8) y alto (V%=45) y la variación dimensional obtenida para el ladrillo ecológico de arcilla fue, largo (V% = 2), el ancho (V%= 8) y alto (V% = 45.15), por lo que las unidades de albañilería cumplen en largo y ancho.

Para el ensayo de alabeo la NTP 331.017 permite un alabeo máximo de 10mm, de los resultados obtenidos se encuentra que el ladrillo ecológico de arcilla obtuvo un alabeo promedio de 0.81 mm y la unidad de arcilla/plástico presentaba un alabeo promedio de 0.90 mm.

Del ensayo de absorción se obtuvo que la unidad de arcilla presentaba 21.95% de absorción y que la unidad de arcilla/plástico presentaba 24.32% de absorción, donde la NTP 331.017 establece que el porcentaje de absorción máximo permitido es de 22% para unidades que serán utilizadas como muro portante, sin embargo para las unidades con un fin arquitectónico no hay límite.

Con el ensayo de succión se obtuvo que el ladrillo de arcilla presentaba un porcentaje de succión de 12.39% y el ladrillo de arcilla/plástico 12.47% de succión, la NTP 331.017 establece hasta un 20%.

1.2.2. Propiedades mecánicas:

Como se observa en las gráficas, el comportamiento que muestra la capacidad portante del ladrillo ecológico, a pesar de haber sido realizado con una prensa manual, la cual aplica una fuerza de entre 60 y 90 Kg, se obtuvo unidades de arcilla que logran soportar hasta 27.22 daN/cm² y unidades de arcilla/plástico que soportan hasta 43.69 daN/cm², la NTP 331.017 establece que las unidades de albañilería de uso estructural deben estar comprendidas entre 130 – 180 daN/cm² y para uso arquitectónico o como alternativa no hay límite.

Esta prueba se realizó con un mínimo de 8 días de curado para garantizar un mínimo de cohesión entre partículas. Igualmente, que en la fase anterior, el objetivo de este ensayo era comprobar que consecuencias tenía la utilización temprana de las unidades de albañilería en la construcción.

Para el ensayo de los prismas de ladrillo ecológico según las normas establece valores de entre 60 kg/cm² hasta 100 kg/cm², de los resultados se obtuvo que la unidad de arcilla tenía una resistencia de 24.95 kg/cm² y la unidad de arcilla/plástico tenía una resistencia de 37.41 kg/cm².

Anexo k: Análisis de producción.

Los costos de producción de una unidad de cada ladrillo se derivan de pago a trabajadores, energía, impuestos, administración, ventas, licencias y préstamos bancarios, la arcilla se puede extraer de un terreno determinado obteniendo la licencia correspondiente, o comprando la arcilla al que la extrae de la cantera con un valor aproximado de 50 soles cada cubo, puesto en obra.

Tabla 37

Precio de la unidad del ladrillo ecológico de arcilla.

LADRILLO	MATERIALES	UNID. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
ARCILLA	Arcilla	kg	1.750	0.06	0.11
	Arena	kg	0.580	0.02	0.01
	Cemento tipo MS	kg	0.233	0.12	0.03
	Agua	lt	0.170	10.00	0.17
	Operario	dia	2.000	0.08	0.16
	Prensa	unid	1.000	0.16	0.16
	TOTAL				

Para la elaboración del ladrillo ecológico de arcilla se realiza un gasto de 0.63 soles por cada unidad de albañilería.

Tabla 38

Precio de la unidad del ladrillo ecológico de arcilla/plástico.

LADRILLO	MATERIALES	UNID. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
ARCILLA / PLASTICO	Arcilla	kg	1.850	0.06	0.11
	Arena	kg	0.300	0.02	0.01
	Cemento tipo MS	kg	0.450	0.12	0.05
	Plástico	kg	0.020	5.00	0.10
	Agua	lt	0.190	10.00	0.17
	Operario	dia	2.000	0.08	0.16
	Prensa	dia	1.000	10.00	0.16
	TOTAL				

Para la elaboración del ladrillo ecológico de arcilla/plástico se realiza un gasto de 0.76 soles por cada unidad de albañilería.

Anexo L: Clasificación de los ladrillos ecológicos.



Máquina de compresión ADR Touch 2000 BS EN con lectura digital y platinas autocentrantes.

36-3280 / 01

Categoría:	Máquinas de compresión
Subcategoría:	Máquinas de compresión operadas manualmente
Grupo de productos:	Máquinas de compresión BS EN

La gama ADR Touch de máquinas de compresión de 2000 kN y 3000 kN de capacidad se ha diseñado para satisfacer la necesidad de realizar pruebas confiables y consistentes. El marco de carga es una fabricación de acero soldado que lleva la placa superior con asiento de bola. Colocado positivamente en el ariete de carga, que está protegido de la suciedad por una cubierta flexible, la placa inferior está marcada para centrar las muestras de cubos y cilindros. Las platinas inferiores autocentrantes para la ubicación del cubo se suministran de serie en las máquinas EN y están disponibles como un extra opcional en la máquina estándar. Las dos máquinas para la prueba de cubos según los estándares EN se ensamblan y alinean utilizando un comprobador de estabilidad de armazón de compresión especial.

Las dimensiones del marco permiten la prueba de cilindros de hormigón de hasta 320 mm de largo x 160 mm de diámetro, 150 y 100 mm de cubos cuadrados, y en máquinas EN / BS, cubos cuadrados de 200 mm. Los bordillos y losas también se pueden probar en máquinas ADR, así como en vigas de sección cuadrada de 150 mm y 100 mm según ASTM C78 utilizando los bastidores de flexión de 100 kN opcionales que están conectados a la fuente de alimentación.

Imagen 28 Fuente ELE international

Anexo M: Ficha técnica de mallas empleadas en los ensayos de análisis granulométrico

TAMICES

TAMICES DE LABORATORIO

TAMICES DE LABORATORIO



TAMICES CON MALLAS INOX, NYLON O CHAPAS PERFORADAS

Los tamices de laboratorio Filtra, tanto en malla de acero inoxidable como en chapa perforada, redonda, cuadrada o ranurada, se fabrican cumpliendo rigurosamente con las normativas nacionales e internacionales UNE, ISO, ASTM, AFNOR, BS, etc. También se pueden montar con malla de nylon.

Grabado por láser individual de cada tamiz, incluyendo la norma, el número de serie, el diámetro y la luz de malla, permitiendo así su perfecta trazabilidad.



D	Hu	Ht	P	V
60	22	30	60	5
60	75	85	120	15
75	33	40	85	25
75	65	75	100	40
100	25	35	100	50
100	54	64	150	75
125	23	34	165	85
150	34	43	200	100
150	50	60	250	120
200	25	46	450	70
200	50	70	500	140
200	100	120	800	250
200	200	220	1000	500
200BA	10	50	450	35
203	25	42	450	70
203	50	65	500	140
250	70	90	900	280
300	80	98	1250	560
305	50	70	1250	560
315	53	70	1300	560
350	80	100	1500	600
400	65	85	1700	600
400	100	115	2000	650
450	100	115	2200	750
500	100	115	3000	850
600	110	125	3600	1000

D = Diámetro [mm] Hu= Altura útil [mm] Ht =Altura Total
P = Peso Teórico [g] V = Volúmen recomendado con malla de 1 mm de luz [cm³]

Ventajas:

- > Los tamices fabricados por Filtra Vibración, son apilables entre sí, además también se pueden combinar con tamices de otros fabricantes.
- > Se construyen en dos piezas de acero inoxidable, permitiendo realizar cambios de malla, cuando está deteriorada o fuera de norma.
- > Exclusivo sistema de fabricación y calidad en serie según UNE-EN ISO 9001:2008, garantizando un perfecto control de cada componente del tamiz.
- > Con cada tamiz se emite un certificado de fabricación o de cumplimiento según la norma EN 10204.
- > Estanqueidad óptima, gracias a las juntas entregadas en todos nuestros tamices.
- > Certificación N°44100131483 del SGC por TUV NORD según la norma ISO 9001:2008 para la fabricación de tamices de laboratorio de malla y chapa perforada con diámetros comprendidos entre ø 60 y ø 600 mm.



imagen 29 Fuente Filtra Vibración "página oficial de la empresa"

Anexo N: Ficha técnica de cemento Pacasmayo tipo MS



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia No.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 595 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 8000



G-CC-F-04
Versión 03

CEMENTO ANTISALITRE NUEVA FÓRMULA FORTMAX3 Cemento Portland Tipo MS (MH) (R)

Conforme a la NTP 334.082 / ASTM C1157
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.082 / ASTM C1157
Contenido de Aire	%	8	NO ESPECIFICA
Expansión en Autoclave	%	0.07	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	4210	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.8	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	3.00	NO ESPECIFICA
Resistencia a Compresión :			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	20.9 (213)	Mínimo 11.0 (Mínimo 112)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	28.4 (300)	Mínimo 18.0 (Mínimo 184)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	38.6 (403)	Mínimo 28.0 (Mínimo 285)
Tiempo de Fraguado Vloaf :			
Fraguado Inicial	min	171	Mínimo 45
Fraguado Final	min	288	Máximo 420
Expansión Barra de Mortero Edad 14 días	%	0.007	Máximo 0.020
Expansión por Sulfato Edad 6 meses	%	0.024	Máximo 0.10
Calor de Hidratación a 7 Días	Kcal/Kg	70	Máximo 70
Opción R: Baja reactividad con agregados áloali-silíce reactivos :			
Expansión a 14 días	%	0.018	Máximo 0.020
Expansión a 56 días	%	0.040	Máximo 0.050

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-17 al 31-08-17.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.
La expansión de la barra del mortero corresponde al mes de Julio 2017.
La expansión por sulfatos a 6 meses corresponde al mes de Febrero 2017.
El calor de hidratación corresponde al mes de Julio 2017.
Opción R (14 días) corresponde al mes de Junio 2017.
Opción R (56 días) corresponde al mes de Abril 2017.
(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fleetas
Superintendente de Control de Calidad

imagen 30 Certificado del cemento portland Tipo ms