



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO  
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE  
ARCILLA ARTESANAL – DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018**

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

**AUTORES:**

CHÁVEZ TORRES, César Vladimir

MILLONES SIPIÓN, Frank Junior

**ASESOR:**

MGTR. SOLAR JARA, MIGUEL ÁNGEL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2018**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) CHAVEZ TORRES, CESAR VLADIMIR y MILLONES SIPION, FRANK JUNIOR cuyo título es: INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIÉDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA ANAASH - 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 17.....(número) DIÉCISIETE.....(letras).

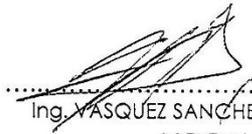
Chimbote, 07 de diciembre de 2018



.....  
Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO  
PRESIDENTE



.....  
Mgr. SOLAR JARA MIGUEL ANGEL  
SECRETARIO



.....  
Ing. VASQUEZ SANCHEZ MARCO ANTONIO  
VOCAL

Elaboró	Dirección de *Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	-----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

## DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas para seguir avanzando en el desarrollo de mi carrera y enfrentar los obstáculos que se me presenten en la vida.

A mis padres **Helmer Chávez Perez** y **Patricia Torres Ceclén**, por concederme la oportunidad de estudiar, por el apoyo incondicional y por impulsarme a seguir mis metas, tomando en cuenta que este es el primer escalón de mi vida profesional.

A mi hermana **Tula Chávez Torres** y el resto de mi familia por el apoyo que siempre me brindan día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

**Chávez Torres César Vladimir**

## DEDICATORIA

A **Dios** por darme la posibilidad de culminar con éxito esta carrera profesional y tener fuerza para afrontar cualquier obstáculo presente durante este largo trayecto.

A mis padres, **Juan de Dios Millones Nuntón y Francisca Sipión Barrios**, por educarme con valores, por todos los sacrificios hechos, por enseñarme a no rendirme y seguir adelante ante cualquier adversidad, encaminándome siempre al bien, ya que sin su apoyo incondicional no hubiera logrado esta meta trazada.

A mi hermano, **Juan Millones Sipión** ya que, como ingeniero civil, fue una motivación a seguir en el ámbito profesional.

Finalmente agradecer a los docentes que me impartieron conocimientos y apoyo moral en el transcurso de mi carrera universitaria.

**Millones Sipión Frank Junior**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres **Helmer Chávez Perez** y **Patricia Torres Ceclén**, por apoyarme en todo momento, por los consejos y el apoyo económico para poder terminar este proyecto de investigación.

A esta prestigiosa casa de estudios, iniciadores de mi formación en este largo trayecto de mi vida profesional.

**Chávez Torres César Vladimir**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme seguir adelante ante cualquier dificultad.

A esta prestigiosa casa de estudios, por ser la institución que me ayudó a consolidar mis conocimientos en mi formación profesional de Ingeniería Civil en este largo trayecto.

A mi padre que me brindó su apoyo tanto económico como moral para la elaboración de ladrillos de la presente tesis.

A mi madre y hermano que me brindaron apoyo moral en todo momento durante el desarrollo de mi proyecto de investigación.

Agradecer al asesor Dr. Rigoberto Cerna Chávez por haber respondido con amabilidad a todas las consultas, despertando en gran manera mi interés en el campo de la investigación.

**Millones Sipión Frank Junior**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Chávez Torres César Vladimir** con DNI N° 72280543, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 07 de Diciembre del 2018



---

César Vladimir Chávez Torres

DNI: 72280543

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Millones Sipión Frank Junior** con DNI N° 70606743, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 07 de Diciembre del 2018



---

Frank Junior Millones Sipión

DNI: 70606743

## PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, sometemos ante ustedes la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: **“Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – Distrito de Santa - Ancash - 2018”**, que tiene por objetivo determinar la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla. De este modo, en el primer capítulo se desarrolla la Introducción que abarca la realidad problemática, los trabajos previos, las teorías relacionadas al tema, la formulación del problema, la justificación, la hipótesis y los objetivos de la presente tesis de investigación. En el segundo capítulo se describe el diseño de la investigación, las variables y su operacionalización, la población y la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la validez y la confiabilidad, los métodos de análisis de datos y los aspectos éticos. En el tercer capítulo se expone los resultados obtenidos. En el cuarto capítulo, se presenta la discusión. Asimismo, las conclusiones, recomendaciones para las futuras investigaciones, referencias bibliográficas y anexos, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumplan con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Los Autores

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	vii
PRESENTACIÓN.....	ix
ÍNDICE .....	x
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. MÉTODO .....	32
2.1. Diseño de investigación .....	32
2.2. Variables, operacionalización .....	34
2.3. Población y muestra .....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	38
2.5. Método de análisis de datos .....	39
2.6. Aspectos éticos.....	39
III. RESULTADOS.....	40
IV. DISCUSIÓN.....	74
V. CONCLUSIONES .....	79
VI. RECOMENDACIONES.....	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	85
ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	86
ANEXO N°02: NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA.....	89
ANEXO N°03: NORMA TÉCNICA ITINTEC 331.017 .....	94
ANEXO N°04: NORMA TÉCNICA ITINTEC 331.019 .....	104

ANEXO N°05: NORMA TÉCNICA PERUANA 399.605.....	108
ANEXO N°06: NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613.....	128
ANEXO N°07: CERTIFICADOS DE ENSAYOS.....	168
ANEXO N°08: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.....	204
ANEXO N°09: PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA ARTESANAL CON ADICIÓN DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO.....	207
ANEXO N°10: CÁLCULOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	210
ANEXO N°11: PANEL FOTOGRÁFICO.....	214
ANEXO N°12: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN.....	256

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Comparación entre el contenido químico de la corteza terrestre y la arcilla roja común.....	20
Tabla N°2: Composición química de los vidrios comerciales.....	29
Tabla N°3: Número de muestras.....	36
Tabla N°4: Población y muestra de las unidades de albañilería.....	37
Tabla N°5: Población y muestra de pilas.....	38
Tabla N°6: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo Patrón).....	40
Tabla N°7: Ensayo de densidad (Ladrillo Patrón).....	41
Tabla N°8: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo Patrón).....	42
Tabla N°9: Ensayo de absorción (Ladrillo Patrón).....	43
Tabla N°10: Ensayo de alabeo (Ladrillo Patrón).....	44
Tabla N°11: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado reciclado).....	45
Tabla N°12: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado reciclado).....	46
Tabla N°13: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado).....	47
Tabla N°14: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado reciclado).....	48
Tabla N°15: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 6% de vidrio triturado reciclado).....	49

Tabla N°16: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado reciclado) .....	50
Tabla N°17: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado reciclado) .....	51
Tabla N°18: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado) .....	52
Tabla N°19: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado reciclado) .....	53
Tabla N°20: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 12% de vidrio triturado reciclado) .....	54
Tabla N°21: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado reciclado) .....	55
Tabla N°22: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado reciclado) .....	56
Tabla N°23: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado) .....	57
Tabla N°24: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado reciclado) .....	58
Tabla N°25: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 18% de vidrio triturado reciclado) .....	59
Tabla N°26: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado reciclado) .....	60
Tabla N°27: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado reciclado) .....	61
Tabla N°28: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado) .....	62
Tabla N°29: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado reciclado) .....	63
Tabla N°30: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 24% de vidrio triturado reciclado) .....	64
Tabla N°31: Comparación de la resistencia a la compresión del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado .....	65
Tabla N°32: Comparación de la densidad del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado .....	66
Tabla N°33: Comparación de la variabilidad dimensional del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado .....	67

Tabla N°34: Comparación de la absorción del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado .....	68
Tabla N°35: Comparación del alabeo del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado .....	69
Tabla N°36: Dimensionamiento de prismas (Ladrillo Patrón) .....	70
Tabla N°37: Esbeltez de los prismas (Ladrillo Patrón).....	70
Tabla N°38: Resistencia a la compresión axial de los prismas (Ladrillo Patrón).....	71
Tabla N°39: Comparación de resistencia a la compresión de prismas con la Norma E.070 (Ladrillo Patrón) .....	71
Tabla N°40: Dimensionamiento de prismas (Ladrillo % óptimo de vidrio triturado reciclado) .....	72
Tabla N°41: Esbeltez de los prismas (Ladrillo % óptimo) .....	72
Tabla N°42: Resistencia a la compresión axial de los prismas (Ladrillo % óptimo) ...	73
Tabla N°43: Comparación de resistencia a la compresión de prismas con la Norma E.070 (Ladrillo % óptimo) .....	73

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal - Distrito de Santa - Ancash - 2018”, se desarrolló entre los meses de abril y diciembre del presente año, con el propósito de determinar la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal, fabricados en el distrito de Santa, en la ladrillera Santa Rosa, y se evaluó el estudio de la materia prima con la que se elaboran los ladrillos, mediante los ensayos de análisis granulométrico por medio del hidrómetro y análisis granulométrico por tamizado en el laboratorio de la Universidad San Pedro; estudio del material adicionante mediante el análisis granulométrico del vidrio triturado reciclado; las propiedades físicas de los ladrillos mediante los ensayos de absorción, densidad, variabilidad dimensional y alabeo en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo y las propiedades mecánicas mediante los ensayos de resistencia de compresión de ladrillos y prismas en el laboratorio GEOMG S.A.C.. Además, se realizó la comparación de las unidades de albañilería patrones con las adicionadas en 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado.

La variable independiente evaluada fue el vidrio triturado reciclado y las variables dependientes fueron las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla artesanal, teniendo como diseño de investigación no experimental, y el tipo de investigación descriptiva-comparativa.

La población de la investigación estuvo conformada por las 137 unidades de albañilería de arcilla artesanal y con adición de vidrio triturado reciclado, de acuerdo a la Norma ITINTEC 331.019.

Utilizándose como instrumentos los protocolos establecidos según los laboratorios de mecánica de suelos de: la Universidad César Vallejo, la Universidad San Pedro, y GEOMG S.A.C., por medio de estos se logró desarrollar los ensayos previstos.

Concluyendo, que los ladrillos de arcilla artesanal con adición de 12% de vidrio triturado reciclado, presentan mejores propiedades físicas y mecánicas que un ladrillo patrón, de acuerdo a la Norma E.070 y las Norma Itintec 331.017 y 331.019.

Palabras claves: Arcilla, ladrillo artesanal, propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos, vidrio triturado reciclado.

## **ABSTRACT**

The present research work, entitled "Influence of the addition of recycled crushed glass on the properties of artisan clay brick - District of Santa - Ancash - 2018", was developed between the months of April and December of this year, with the purpose to determine the influence of the addition of recycled crushed glass on the properties of the artisan clay brick, manufactured in Santa district, in the Santa Rosa brickyard, and the study of the raw material used to prepare the bricks was evaluated. by the tests of granulometric analysis by means of the hydrometer and granulometric analysis by sieving in the San Pedro University laboratory; study of the addition material by the granulometric analysis of the recycled crushed glass; the physical properties of the bricks through the absorption, density, dimensional variability and warping tests in the Cesar Vallejo University laboratory and the mechanical properties through the compression resistance tests of bricks and prisms in the GEOMG SAC laboratory. Also, the comparison of the standard masonry units with those added in 6%, 12%, 18%, 24% of recycled crushed glass.

The independent variable evaluated was the recycled crushed glass and the dependent variables were the physical and mechanical properties of the artisan clay bricks, having as non-experimental research design, and the type of descriptive-comparative research.

The research population consisted of 137 units of artisan clay masonry and with the addition of recycled crushed glass, according to the ITINTEC Standard 331.019.

Using as instruments the protocols established by the soil mechanics laboratories of: César Vallejo University, San Pedro University, and GEOMG S.A.C., through these, the planned trials were developed.

Concluding, that the handmade clay bricks with addition of 12% recycled crushed glass, have better physical and mechanical properties than a standard brick, according to the E.070 Standard and Itintec Standards 331.017 and 331.019.

**Keywords:** Clay, handmade brick, physical and mechanical properties of bricks, recycled crushed glass.

## I.INTRODUCCIÓN

### 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los últimos años, en el Perú debido al crecimiento de la población y al crecimiento de diversas fábricas industriales se ha originado la acumulación de residuos sólidos generando contaminación al ambiente, es por eso que se busca reciclar para minimizar los efectos negativos en este. El impacto es negativamente alto porque colabora en: el efecto invernadero, lluvias ácidas, alteración del ciclo del nitrógeno, contaminación del agua, contaminación del aire, entre otros.

En Europa, el vidrio es considerado como un material valioso, reciclarlo genera una oportunidad para el desarrollo de tecnologías; ya que es un producto que está compuesto con una versatilidad incomparable y única, su uso continuo, permanente y necesario ofrece una vía de acceso para conservar, disminuir la contaminación que tanto aqueja a la salud de la población (Sandoval, 2014).

En el año 2004, la compañía fabricante de envases de vidrio que suministra alrededor del 50 por ciento de las botellas de vidrio que se consumen en el mundo, Owens-Illinois (O-I) Perú, inauguró su segunda planta productora en Lima, teniendo una capacidad de producción de 78,000 toneladas de envases de vidrio al año (ANDINA, 2008).

En el año 2016, a nivel nacional, se generaron 7'005,576 toneladas de residuos sólidos municipales urbanos, de las cuales solo se reciclaron el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables: plástico, vidrio, cartón, entre otros (MINAM, 2018).

Los efectos de algunos componentes de la basura pueden ser muy nocivos para el medio ambiente. Por ejemplo, las botellas de plástico demoran en descomponerse a la intemperie entre 100 y 1000 años, las botellas de vidrio blanco más de 4 mil años (Instituto Cuanto, 2018).

Chimbote genera más de 420 toneladas de basura por día. Una persona al día cerca de 0,64 kg. Los residuos reaprovechables que se pierden: son: 32.42% de materiales inorgánicos, 56.41% de materiales orgánicos y 10.17% de residuos peligrosos.

Entre los materiales inorgánicos tenemos: 6.23% de papel, 5.07 de cartón, 6.15% de vidrio, 4.31% de plástico PET, 3.64% de plástico duro, 3.04% de bolsas, 0,59% de Treta Pak, 2.50% de metal y 2.16% de telas (Villarreal, 2016).

La contaminación ambiental viene siendo ocasionada por el incremento considerado de los habitantes, es por ello que mediante el proceso de reciclaje se busca la reutilización y el aprovechamiento de los residuos que contaminan el medio ambiente (Castells, 2000, p.11).

De acuerdo al Instituto de Seguros Sociales (1998, p.17), el proceso de la elaboración del ladrillo que es utilizado en la construcción de diversos tipos de edificaciones; tiene un efecto perjudicial en el ambiente. Para este proceso que es altamente contaminante, debemos de crear fases de construcción para que el ladrillo tenga las propiedades de dureza, compresión y resistencia; y para esto los hornos que se utilizan deben tener como combustible y materiales menos contaminantes que dañan el ambiente.

En el Perú, los ladrillos y tejas generalmente son fabricados por pequeñas empresas informales y trabajadores agrícolas migrantes que empiezan en esta labor, ayudando a otros empresarios pequeños. Existen varios inconvenientes en las ladrilleras artesanales del Perú como: la baja eficiencia en los hornos que se emplean, el uso de combustibles inapropiados, la baja calidad de los productos terminados, la deficiencia en el comercio.

En cuatro ladrilleras ubicadas en la provincia del Santa, se determinó que, una vez terminado el proceso de fabricación de ladrillos, solo el 70% de estos son aptos para la venta, el 30% esta constituidos por ladrillos crudos y rajados (Alva y Choy, 2002)

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

### **A nivel mundial**

González, J. (2012), en su tesis titulada “Uso del vidrio reciclado en la fabricación de ladrillos para construcción”, cuyo objetivo principal: Fabricar y caracterizar ladrillos para construcción usando vidrio reciclado en su composición, concluyendo que la composición con 15% vidrio presentó una microestructura más compacta, por lo tanto, se obtuvo una resistencia a la compresión elevada y bajo porcentaje de absorción de agua con respecto a los ladrillos adicionados de vidrio en 5 y 10%.

### **A nivel nacional**

Tamayo, R. (2012), en su tesis titulada “Uso del vidrio reciclado sodocálcico como reforzante en ladrillos de arcilla cocida”, cuyo objetivo principal es el uso del vidrio reciclado sodocálcico como reforzante en la elaboración y obtención de ladrillos de arcilla cocida con buenas propiedades mecánicas, teniendo como metodología que la investigación es experimental, concluyendo que se pueden fabricar ladrillos de arcilla usando el vidrio sodocálcico en distintas proporciones en peso tierra de cultiva, peso y greda logrando un  $f'c=28$  MPa al colocar una temperatura de  $900^{\circ}\text{C}$  y alcanzando una  $f'c=17$ MPa al situarla a una temperatura de  $800^{\circ}\text{C}$  denominándose según la Norma E.070, ladrillos tipo V.

Ruíz, D. (2015), en su tesis titulada “Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015”, cuyo objetivo principal: Determinar la influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, la metodología de la investigación es experimental, concluyendo que los resultados obtenidos indican que los ladrillos de arcilla artesanal adicionado 10% de vidrio triturado presentan una resistencia mayor que los ladrillos sin ningún porcentaje de vidrio.

### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. ARCILLA**

##### **1.3.1.1. ORIGEN DE LA ARCILLA**

La arcilla es una roca terrosa, un producto secundario proveniente de la destrucción de materiales antiguos silicatados y aluminosos. (Del Río, 1975, p.28)

La arcilla está conformada por minerales y sustancias coloidales formadas a través de la descomposición química de las rocas alúminas. Cuya obtención se da por procesos geológicos de envejecimiento del planeta, este proceso es continuo y ocurre en cualquier punto, por lo tanto, es considerada un material abundante.

El feldespato, el mineral más común de la Tierra, constituye la mayor parte de la corteza terrestre, formándose rocas feldespáticas; cuya descomposición de estas rocas se origina la formación de arcilla. (Rhodes, 1990, p.51).

##### **1.3.1.2. COMPOSICIÓN DE LA ARCILLA**

La arcilla está compuesta por minerales como: silicatos de aluminio, productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas, óxidos hidratados, álcalis y materiales coloidales (Del Río, 1975, p.29).

Tabla N°1: Comparación entre el contenido químico de la corteza terrestre y la arcilla roja común

<b>COMPONENTE</b>	<b>CORTEZA TERRESTRE (%)</b>	<b>ARCILLA ROJA COMÚN (%)</b>
SiO	59.14	57.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.34	19.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.88	6.70
MgO	3.49	3.08
CaO	5.08	4.26
Na <sub>2</sub> O	3.84	2.38
K <sub>2</sub> O	3.13	2.03
H <sub>2</sub> O	1.15	3.45
TiO <sub>2</sub>	1.05	0.91

(Rhodes, 1990)

El cuarzo reduce su plasticidad y retracción, contribuyendo a hacerla refractaria, la sílice en forma coloidal aumenta su plasticidad. El feldespato y el óxido de hierro reduce su temperatura de fusión.

Los filosilicatos de Al, Mn y Fe; le proporcionan a la arcilla cualidades plásticas que determinan su uso (Del Busto, 1991, p.45).

### **1.3.1.3. PROPIEDADES DE LA ARCILLA**

Plasticidad:

Es la propiedad más importante de la arcilla, ya que determina la capacidad de adaptarse a cualquier forma que se le dé, al combinarse con una cantidad de agua.

Contracción:

Propiedad donde se reducen las dimensiones durante el secado, debido a la pérdida de humedad.

Refractariedad:

Capacidad de resistencia a incrementos de temperaturas. Si la arcilla posee alta composición química de alúmina y sílice, la propiedad será mejor.

Porosidad:

Esta propiedad va a depender del tamaño de la partícula, si es más grande, mayor será la porosidad.

Color:

Las arcillas por lo general son grises, a veces azules o negras, y con frecuencia, amarillas, rojas o pardas; siendo blancas, las más puras. (Del Río, 1975, p. 34).

#### **1.3.1.4. CLASIFICACIÓN DE LA ARCILLA**

Según su origen:

a) Arcillas primarias o residuales:

Se originan de la desintegración natural de las rocas ígneas o feldespatos.

Este tipo de arcilla por lo general son las más puras, porque no han sido transportadas por el agua, el viento o el glaciar. (Gallegos, 2005, p.53).

b) Arcillas secundarias o sedimentarias:

Son las más abundantes en la Tierra, contienen mayor número de impurezas porque son transportadas por la acción del agua, viento o del hielo. (Del Río, 1975, p.33).

Según su composición:

a) Calcáreas: Se obtienen ladrillos de color amarillento, ya que están compuestos aproximadamente de 15% de carbonato de calcio.

b) No calcáreas: Se obtienen ladrillos de color rojizo o salmón, debido a que están compuestos aproximadamente de 2 a 10% de óxidos de hierro y feldespato. (Gallegos, 2005, p.53).

Según su capacidad de absorción de agua:

a) Grasas: Absorben bastante agua y poseen una alta plasticidad. Al secarse sufren mucha contracción. Va acompañada de gran cantidad de minerales arcillosos y pocas arenas silíceas.

b) Magras: Absorben poca agua y poseen una baja plasticidad. Al secarse no experimentan mucha contracción. Va acompañada de abundante arena. (Del Busto y Kohl, 1975, p.44).

## **1.3.2. LADRILLO DE ARCILLA**

### **1.3.2.1. DEFINICIÓN**

Según Bustillo y Calvo (2005, p.292), los ladrillos son piezas paralelepíedicas que se moldean, se secan y se coccionan a altas temperaturas, a veces añadiendo otros elementos. Su tamaño máximo es de 29 cm, permitiendo que se pueda manejar con una sola mano.

De acuerdo a Gallegos y Cassabone (2005, p.75), en el asentado del ladrillo el ancho de su dimensión lo hace manipulable a una sola mano, sin exceder los 4 kilos teniendo como ancho máximo 12 cm. El ladrillo es el principal elemento en las construcciones de albañilería, elaboradas por arcilla, concreto de cemento portland y mezcla de sílice y cal. Se forman moldeándose a través de la compactación o la extrusión.

### **1.3.2.2. TIPOLOGÍA**

#### **1.3.2.2.1 SÓLIDAS O MACIZAS**

Según Gallegos y Cassabone (2005, p.83), menciona que este tipo de unidades de albañilería presentan aberturas perpendiculares a la cara del asiento que no debe ser más del 30% del ladrillo. Es decir que los ladrillos macizos no son los que no poseen aberturas, sino que lo tienen hasta un margen determinado. Al aplicar las propiedades de los ladrillos macizos se considera el espesor y el largo del ladrillo y no las aberturas.

#### **1.3.2.2.2. HUECAS**

Según Gallegos y Cassabone (2005, p.83), expresa que este tipo de unidades de albañilería presentan aberturas que exceden el 30% del ladrillo y estas se pueden llenar con concreto líquido. Cuando las aberturas se llenan con concreto líquido la estructura se denomina como sólida.

### **1.3.2.2.3. PERFORADAS**

Según Gallegos y Cassabone (2005, p.85), menciona que este tipo de unidades de albañilería exceden el 30% del ladrillo ocupadas por perforaciones cuyo tamaño son menores de cuatro por cinco centímetros y no se pueden agregar concreto líquido.

### **1.3.2.2.4. TUBULARES**

Según Gallegos y Cassabone (2005, p.86), afirma que este tipo de unidades de albañilería presentan aberturas paralelas a la cara del asiento. Debido a la resistencia de sus propiedades de este tipo de ladrillo se considera como sólido.

### **1.3.2.3. PROPIEDADES**

#### **a) MECÁNICAS**

##### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La propiedad principal de los ladrillos es la resistencia a la compresión. La diversidad de formas y dimensiones de los ladrillos dificulta obtener resultados precisos y verdaderos de la resistencia a la compresión. Al reducir la altura del ladrillo de 140 mm a 90 mm en unidades sílico calcáreas aumenta su resistencia (Gallegos y Cassabone, 2005, p.111).

La Norma Técnica Peruana 399.613 (2005, p.8), nos menciona aplicando la carga, hasta la mitad de la carga máxima requerida, con diferentes velocidades, luego se ajusta los controles de la máquina donde la carga es aplicada a una velocidad constante comprendido entre 1 minuto a 2 minutos.

##### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS**

La resistencia a la compresión se obtiene a través de este ensayo donde se coloca una pila de ladrillos asentados una sobre otra con mortero (Gallegos y Casabonne, 2005, p. 202).

Según la Norma E.070, (2006, p.26), las unidades de albañilería en la construcción obtienen propiedades como resistencia del

mortero, realizando prismas elaboradas con las mismas propiedades del ladrillo; se calcula resistencia restando la resistencia a compresión axial con la desviación estándar.

## **b) FÍSICAS**

### **VARIABILIDAD DIMENSIONAL**

Esta propiedad nos ayuda a determinar la altura de las hiladas para incrementar el espesor de la junta del mortero sobre los 9 a 12 mm, obteniendo una resistencia a la compresión más baja (Gallegos y Casabonne, 2005, p. 116).

Según la Norma Técnica Peruana, 399.613 (2005, p.21), este ensayo se realiza midiendo cada ladrillo con ayuda de un calibrador cuya escala oscila los 25 mm a 300 mm con cabezales paralelos o una regla de acero de 30 cm, graduada cada 1 mm. Para ladrillos de mayor dimensión se usará calibradores o reglas de acero del tamaño requerido.

### **ALABEO**

Según la Norma Técnica Peruana 331.017 (1978, p. 5), todos los ladrillos no tienen perfectas dimensiones, en este ensayo se analizará que los ladrillos poseen deformaciones en la parte superior de sus caras.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.613 (2005, p.22), para este ensayo se utiliza una varilla de acero, una cuña de medición numerada cada milímetro de sesenta milímetros de longitud y doce y medio milímetros de ancho del cual se va disminuyendo hacia el otro extremo llegando a cero.

### **ABSORCIÓN**

Para realizar el ensayo los ladrillos se secan, se pesan y se sumergen durante 24 horas y posteriormente se pesan (Gallegos y Casabonne, 2005, p. 124).

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 331.017 (1978, p.7), el ensayo se calcula restando el peso de la unidad saturada con el peso de la unidad seca sobre el peso de la unidad seca, expresado en porcentaje.

A mayor absorción la unidad de albañilería será más porosa y poco resistente. (San Bartolomé, 1994, p.74)

### **DENSIDAD**

Según la Norma Técnica Peruana 331.017 (1978, p.6), esta propiedad nos permite relacionar la densidad del ladrillo con sus otras propiedades, ya que si se obtiene una mayor densidad tendrá una mayor resistencia y perfección geométrica óptima. Se calcula dividiendo el peso seco al horno del ladrillo sobre su volumen.

#### **1.3.2.4. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO**

Según la Guía de Buenas Prácticas para ladrilleras artesanales, (2010, p. 3-9), menciona que existen 8 etapas para la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal:

La primera etapa en el proceso de fabricación de ladrillo es la extracción de arcilla y tierra arenosa donde se puede desarrollar en lugares aislados del sector de producción o en la misma zona de fabricación. El proceso de extracción para fabricar un ladrillo artesanal es por excavación manual, el material es cargado en camiones conforme se ha extraído, transportándose al lugar donde se encuentran los hornos de cocción.

La segunda etapa es la mezcla que se ejecuta al terminar el día después de haber realizado los trabajos de labranza utilizando una pala preparándose en las fosas de mezclado, una pre mezcla de arena y arcilla humectadas amasando con manos hasta que desaparezcan los trozos más grandes de arcilla. Se deja reposar esta mezcla hasta el próximo día para que los trozos más pequeños se disuelvan para que la mezcla adquiera consistencia y textura necesaria para el moldeo. Se separan manualmente las impurezas de la arcilla y tierra como: raíces de plantas, restos de

arbustos y piedras. En ocasiones se pasa por un tamiz la arena para quitar impurezas.

La tercera etapa es la labranza dándole la forma del ladrillo requerido a través del moldeo: sólidos (king kong) y huecos, (pasteleros, para techo, etc.). Se utilizan moldes de madera o metálicos. Los moldes no tienen un tamaño común. Normalmente se utiliza arena muy fina (cenicero) para permitir el retiro de la mezcla del molde.

La cuarta etapa es el secado, donde los ladrillos recién moldeados se colocan en tendales, que son espacios de terreno plano que se encuentran ubicados lo más cerca al lugar de moldeo. Secándose con la acción natural del sol y el viento. Si llueve y no se encuentran bajo sombra, se tapan con mantas de plástico para protegerlos. Cuando el ladrillo pierde aproximadamente un 13% de humedad queda listo para ser cargado al horno; El clima es un factor importante en el secado del ladrillo, este varía entre cinco a siete días en promedio. Para obtener un secado parejo se giran las caras expuestas al tercer o cuarto día. Como etapa final del secado, se coloca los ladrillos de canto uno sobre otro.

La quinta etapa es la carga al horno donde se acomoda los ladrillos secos. En la quema con carbón se construye una especie de parrilla compuestos de ladrillos enteros y tallados. Debajo de la parrilla se coloca la leña para el encendido. En la parte superior se colocan briquetas de carbón que se encuentren en una zona adecuada para conseguir un frente de fuego horizontal. Entre cada ladrillo se deja un espacio de tres a cinco milímetros para permitir la transmisión de calor durante la cocción.

La sexta etapa es la cocción realizados en los hornos ladrilleros. El horneado o quemado lo realiza el Maestro Hornero. La cocción se divide en 2 partes: El encendido y la quema. Primero se prende las briquetas colocadas en la parte superior del encendido y la segunda consta en lograr que el fuego vaya subiendo en forma homogénea mediante las capas horizontales de ladrillos.

La séptima etapa es la descarga al horno que consiste cuando se ha consumido todo el carbón, se abren las ventilaciones del horno para dejar que se enfríen los ladrillos aproximadamente entre cuatro a seis días. El enfriamiento es de abajo hacia arriba por combustión. Antes de empezar con la descarga se espera que el horno se enfríe.

La octava etapa es la clasificación y despacho, donde las unidades de albañilería se descargan y se agrupan según la cocción: Bien cocidos (coloración rojiza intensa, son duros, sus aristas deben ser duras y la superficie lisa y regular), Regularmente cocidos (color menos rojizo), Crudos o no cocidos (estos se tienen que volver a cocer).

### **1.3.3. EL VIDRIO**

#### **1.3.3.1. DEFINICIÓN**

El vidrio es un elemento débil, de apariencia sólida y transparente, de brillo particular, posee elevada viscosidad, es fusible a altas temperaturas e insoluble. El vidrio está compuesto por óxidos metálicos, cuyo elemento primordial es el óxido de sílice ( $\text{SiO}_4$ ). La composición del vidrio es parecida a la de un cristal, lo que lo diferencia es el orden de sus moléculas, sus enlaces Si-O del vidrio están conformados desordenadamente, por lo tanto, es una sustancia amorfa (Catalán, 2013, p.27).

Una de las características importantes del vidrio es que es muy fácil de recuperar. El vidrio puede ser reciclado en su totalidad, por ejemplo, de un envase de vidrio utilizado se puede elaborar otro o se pueden elaborar productos que posean cualidades similares del primero. Al reutilizar el vidrio se abren varias posibilidades para que la población y las zonas afectadas puedan gestionarse fácilmente para el bien del medio ambiente. (Camelo, 2007, p. 17).

#### **1.3.3.2. PROPIEDADES**

Un cuerpo elástico y de baja irregularidad se puede decir que es el vidrio. La estabilidad química del vidrio es superior a la de otros elementos de construcción. El vidrio posee un calor específico

aproximado de 0.2 J.°C/kg. El vidrio se puede emplear en elementos que sufren cambios repentinos de temperatura. Cuando sucede, se originan tensiones internas, el vidrio tal vez no las resista, depende de sus dimensiones, su forma, su fabricación, etc de su composición. La composición del vidrio nos ayuda también a determinar la densidad del vidrio; por ejemplo, para vidrios de borosilicato se encuentra por los 2.15 Kg/dm<sup>3</sup>, y para vidrios de plomo oscila entre los 6.0 Kg/dm<sup>3</sup>. Cuando la temperatura es baja, el vidrio se comporta como aislante, mientras que, en temperaturas elevadas, es conductor. La naturaleza del vidrio es un factor importante para determinar su dureza, aproximadamente se encuentra entre el cinco y el siete de la escala de MOHS (Philippa, Ignasi y Eva, 2003, p.32).

Tenemos:

#### **a) FÍSICAS**

“El color es la propiedad que se origina cuando se funde el vidrio, al momento de adicionar componentes, denominados colorantes. Por ejemplo: Óxido ferroso, de color azul, Óxido de cobalto: de color rojo azulado, Óxido férrico, de color amarillo, etc.

Otra propiedad física del vidrio es su textura: el brillo del vidrio es un factor que provoca que varíe la superficie de éste. Al fundir un vidrio en su totalidad hace que se presente un brillo, al momento de fundir el vidrio torna a nivelarse y aplanarse, quedando una superficie muy homogénea” (EcuRed, s.f., párr. 10).

#### **b) MECÁNICAS**

La torsión es una de las propiedades mecánicas del vidrio, se analiza la capacidad de oposición del vidrio al momento de aplicarle una fuerza provocando un doblez en su sección. Los vidrios no poseen resistencia a la torsión en estado sólido.

La resistencia a la compresión es otra propiedad mecánica del vidrio, en donde el vidrio posee una elevada resistencia, cuya resistencia promedio se encuentra en los 1000 MPa.

Por lo general los vidrios tienen una resistencia entre 3000 y 5500 N/cm<sup>2</sup>, si se trata el vidrio puede exceder los 70000 N/cm<sup>2</sup>. (EcuRed, s.f., párr. 13).

### c) QUÍMICAS

La arcilla es la materia prima esencial para producir un vidrio. Existen diferentes tipos de vidrio debido a que se le adiciona diferentes compuestos químicos al vidrio. El vidrio se clasifica de acuerdo a su composición química como veremos en la siguiente tabla:

Tabla N°2: Composición química de los vidrios comerciales

Elemento	Sódico - cálcico	Plomo	Borosilicato	Sílice
Sílice	70% – 75%	53% – 68%	73% – 82%	96%
Sodio	12% – 18%	5% – 10%	3% – 10%	
Potasio	0% – 1%	1% – 10%	0.4% – 1%	
Calcio	5% – 14%	0% – 6%	0% – 1%	
Plomo		15% – 40%	0% – 10%	
Boro			5% – 20%	
Aluminio	0.5% – 3%	0% – 2%	2% – 3%	3% – 4%
Magnesio	0% – 4%			

(López y Martínez ,1995)

#### 1.3.3.3. TIPOS

El tipo de vidrio más elaborado es el vidrio comercial y los menos fabricados es el vidrio especial ya que son más detallados. El tipo más usado es el vidrio sodocálcico porque lo podemos encontrar en botellas, cristalerías de mesa, bombillas, vidrios laminados, vidrios utilizados para ventanas), teniendo baja resistencia al choque térmico.

Otro tipo es el vidrio que se originan al combinar PbO y K<sub>2</sub>O. El vidrio al plomo tiene un peso alto y tiene un elevado índice de refracción. Otro es el vidrio de borosilicato compuesto por sílice, álcali y B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Es resistente a los ataques químicos y choques térmicos, duro; por lo que se utiliza en muchos instrumentos de laboratorios y utensilios de cocina. También se

encuentra la sílice vítrea y el vidrio de aluminosilicato (Catalán, 2013, p.30).

### **EL VIDRIO RECICLADO**

Se puede llegar a reducir el combustible de cien litros de petróleo por cada tonelada de vidrio esta conservación de energía se equilibra al transportar el vidrio hasta el lugar donde se procesa. La energía que se necesita para reciclar el vidrio es 26% menos con respecto al vidrio sin reciclar y puede disminuir los gases que contaminan el medio ambiente (Careaga, 1997, p.28).

### **EL VIDRIO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

Al realizar los ensayos se obtuvo una resistencia a la compresión promedio en los adoquines patrones elaborados de 36.95 MPa (376.82 kg/cm<sup>2</sup>), 36.67 MPa (373.93 kg/cm<sup>2</sup>) y 36.73 MPa (374.53 kg/cm<sup>2</sup>). Al agregar el vidrio se obtuvo una resistencia a la compresión de 33.58 MPa (342.42 kg/cm<sup>2</sup>), 35.58 MPa (362.86 kg/cm<sup>2</sup>), 37.06 MPa (377.94 kg/cm<sup>2</sup>), 37.75 MPa (384.93 kg/cm<sup>2</sup>) y 38.17 MPa (389.26 kg/cm<sup>2</sup>) cumpliendo con lo especificado en la NTP 399.611 de 33 MPa (340 kg/cm<sup>2</sup>) (Cabrera, 2014).

#### **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal?

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

El proyecto de investigación se realizó con la finalidad de reutilizar el vidrio, el cual es uno de los residuos sólidos que se produce en grandes cantidades al año generando contaminación al ambiente, tardando en descomponerse aproximadamente cuatro mil años; por lo que se debe reciclar y darle reutilización en el sector de la construcción.

Es por tal motivo la elaboración del ladrillo de arcilla artesanal adicionado con vidrio triturado producto del reciclaje, que va a tener como resultado una mayor resistencia del ladrillo y sobre todo es de mucha importancia

porque busca solucionar problemáticas de impacto ambiental y social, también reducir la contaminación generada por la abundancia de arcilla que se usa para la construcción de edificaciones y además que no requiere mucho costo.

## **1.6. HIPÓTESIS**

La adición del vidrio triturado reciclado mejorará las propiedades del ladrillo artesanal.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. Objetivo General**

- Determinar la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia a la compresión, densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción para un ladrillo patrón.
- Determinar la resistencia a la compresión, densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción para un ladrillo de arcilla artesanal con adición del vidrio triturado reciclado en un 6%,12%,18% y 24% del peso de la arcilla.
- Comparar los resultados de la resistencia a la compresión, densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción del ladrillo patrón y el ladrillo con adición del vidrio triturado reciclado en un 6%, 12%,18% y 24% del peso de la arcilla destacando la influencia que ejerce sobre las propiedades del ladrillo.
- Determinar la resistencia a la compresión de prismas para un ladrillo patrón y para un ladrillo con el % óptimo adicionado de vidrio reciclado.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

La presente investigación es aplicada porque se usaron conocimientos de la ciencia para dar soluciones a los problemas de la sociedad.

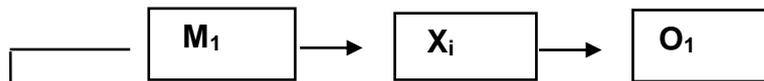
El diseño de investigación es no experimental porque se recogieron datos obtenidos tal como se encuentran en la realidad, sin manipulación de variables, tales como las propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, ensayos de prismas y propiedades físicas: absorción, densidad, alabeo y variabilidad dimensional de un ladrillo de arcilla y un ladrillo de arcilla con adición de vidrio triturado reciclado al 6%, 12%, 18%, 24%.

Los datos fueron obtenidos por observación de fenómenos que son condicionados por los autores.

El tipo de investigación es Descriptiva – Comparativa: Porque se recolectó diversas muestras de diferentes ensayos para sacar conclusiones y se compararon los resultados para analizar si son iguales o diferentes.

Ésta técnica fue empleada dado que se presentan dos variables: una variable independiente, que es el vidrio triturado reciclado, y una variable dependiente, que son las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal.

El corte de investigación es transversal porque se desarrolló en un tiempo determinado comprendido entre los meses de Abril – Diciembre del 2018.



DONDE:

M<sub>1</sub>: Ladrillos de arcilla

X<sub>i</sub>: Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal

O<sub>1</sub>: Resultados



DONDE:

M<sub>2</sub>: Ladrillos de arcilla adicionando un 6% de vidrio triturado reciclado

X<sub>i</sub>: Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal

O<sub>2</sub>: Resultados



DONDE:

M<sub>3</sub>: Ladrillos de arcilla adicionando un 12% de vidrio triturado reciclado

X<sub>i</sub>: Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal

O<sub>3</sub>: Resultados

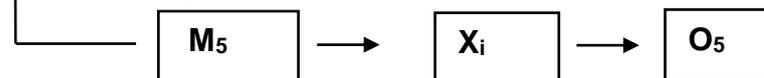


DONDE:

M<sub>4</sub>: Ladrillos de arcilla adicionando un 18% de vidrio triturado reciclado

X<sub>i</sub>: Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal

O<sub>4</sub>: Resultados



DONDE:

M<sub>5</sub>: Ladrillos de arcilla adicionando un 24% de vidrio triturado reciclado

X<sub>i</sub>: Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal

O<sub>5</sub>: Resultados

## 2.2. Variables, operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: VIDRIO TRITURADO RECICLADO	VIDRIO TRITURADO RECICLADO:  El vidrio es un material que puede ser reciclado sin ningún límite de restricción, mediante el reciclaje del vidrio puede lograrse una reducción de combustible equivalente a 100 litros de petróleo por 1 tonelada de vidrio. (Careaga,1997, p.28)	Se analizaron las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal adicionando el 6%,12%,18%, 24% del peso de la arcilla de vidrio triturado sódico-cálcico usando como técnica de estudio: la observación y como instrumento: protocolos de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.070, INTINTEC 331.017,331.019, Norma Técnica Peruana 399.605 y 399.613	% DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO	6%	Razón
				12%	Razón
				18%	Razón
				24%	Razón

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA ARTESANAL	<b>PROPIEDADES MECÁNICAS:</b>  La resistencia a la compresión es una de las principales propiedades del ladrillo que define el nivel de calidad estructural que posee. (Norma Técnica Peruana, Itintec 331.017, 1978, p. 5)	Se analizaron las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla artesanal a través de los ensayos de resistencia a la compresión y ensayo de resistencia a la compresión de prismas usando como técnica de estudio: la observación y como instrumento: protocolos de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.070, INTINTEC 331.017,331.019, Norma Técnica Peruana 399.605 y 399.613	PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión (f'b)	Nominal
				Resistencia a la compresión de prismas (f'm)	Nominal
	<b>PROPIEDADES FÍSICAS:</b>  Es cualquier propiedad que tiene la característica de ser medible, definen el estado de un sistema físico” (Osorio, 2015, párr. 2).	Se analizaron las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla artesanal a través de los ensayos de absorción, alabeo y variabilidad dimensional usando la técnica de la observación y como instrumento protocolos de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.070, INTINTEC 331.017,331.019, Norma Técnica Peruana 399.613	PROPIEDADES FÍSICAS	Absorción	Razón
				Alabeo	Razón
				Variabilidad dimensional	Nominal
				Densidad	Nominal

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

La población estuvo conformada por 137 unidades de albañilería de arcilla artesanales y ladrillos de arcilla adicionando vidrio triturado reciclado de la ladrillera “Santa Rosa”. Teniendo como dimensiones 22cm de largo, 12cm de ancho y 8.5cm de alto, dichas características presentadas en la Norma ITINTEC 331.017 (1978, p.5).

### 2.3.2. Muestra

La muestra del presente proyecto fue de acuerdo a la Norma ITINTEC 331.019, nos menciona que la secuencia “A” se realiza para cada lote de 50000 ladrillos y en esta secuencia nos especifica el número de muestra que se realiza para cada ensayo.

Tabla N°3: Número de muestras

ENSAYOS	SECUENCIA “A”
DIMENSIONES Y ALABEO	10
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	5
ABSORCIÓN	5
DENSIDAD	5

(Fuente: Norma Itintec 331.019, 1978, p. 2)

Adicionalmente se incluyeron 12 ladrillos para el ensayo de resistencia a la compresión de prismas, cada unidad de albañilería se le codificó de tal manera que puedan ser reconocidas.

Tabla N°4: Población y muestra de las unidades de albañilería

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	PROPIEDADES MECÁNICAS	PROPIEDADES FÍSICAS			
	Resistencia a la compresión	Variabilidad Dimensional y Alabeo	Absorción	Densidad	
Ladrillo de arcilla artesanal	5	10	5	5	
Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado	5	10	5	5	
Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado	5	10	5	5	
Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado	5	10	5	5	
Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado	5	10	5	5	
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>125</b>

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla N°5: Población y muestra de pilas

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	PROPIEDADES MECÁNICAS Resistencia a la compresión de pilas
Ladrillo de arcilla artesanal	6
Ladrillo adicionando % óptimo de vidrio triturado reciclado	6
TOTAL	12

Fuente: Elaboración de los autores

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

### 2.4.1. Técnica de recolección de datos

La técnica a realizar para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal y los ladrillos de arcilla adicionando vidrio triturado reciclado elaborado en el distrito de Santa, fue la observación, porque se recogió datos obtenidos en un laboratorio.

### 2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Como instrumento de recolección de datos se usó protocolos de acuerdo a la Norma E.070 Albañilería, Norma ITINTEC 331.017, 331.019, la Norma Técnica Peruana 399.605 y la Norma Técnica Peruana 399.613, las cuales nos indican los procedimientos para realizar los ensayos del ladrillo de forma adecuada.

#### 2.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

No requirió validación por juicio de expertos debido a que son formatos estandarizados según las Normas Técnicas Peruanas E.070 Albañilería, 399.605 y 399.613, Normas ITINTEC 331.017, 331.019.

#### 2.5. Método de análisis de datos

**Análisis ligado a la Hipótesis:** Porque se obtuvo resultados a través de ensayos mediante protocolos según las Normas Técnicas Peruanas E.070 Albañilería, 399.605, 399.613, ITINTEC 331.017, 331.019; instrumentos confiables que permitieron recoger datos tal como ocurren sin alterarlos, después se recolectó los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión ( $f'_{b}$ ), resistencia a la compresión de pilas ( $f'_{m}$ ), densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción; para determinar la influencia del vidrio triturado reciclado adicionado al ladrillo de arcilla artesanal.

#### 2.6. Aspectos éticos

El presente proyecto estuvo elaborado con los siguientes aspectos éticos: principalmente la veracidad y confiabilidad en los resultados obtenidos, así como también, el respeto por la propiedad intelectual, el respeto por el medio ambiente y la ética.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla (Patrón)

De acuerdo a los objetivos específicos se muestran los resultados de los ensayos realizados al ladrillo de arcilla artesanal (Patrón)

##### 3.1.1. Propiedades mecánicas

###### a) Resistencia a la compresión( $f'b$ )

Tabla N°6: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo Patrón)

Identificación	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	P max (kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 60 daN/cm <sup>2</sup>
	Muestras	Largo	Ancho				
1	20.88	11.73	7.81	244.92	10472.70	42.76	
2	21.18	11.77	7.94	249.29	8500.47	34.10	
3	21.29	11.68	7.97	248.67	11965.68	48.12	
4	20.29	11.49	7.82	233.13	12634.81	54.20	
5	21.93	12.3	7.78	269.74	15459.02	57.31	
<b>COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>					f'b =	47.30	

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°6, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para los ladrillos patrones de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 47.30 kg/cm<sup>2</sup>; no cumpliendo con lo mínimo que especifica la norma.

### 3.1.2. Propiedades físicas

#### a) Densidad

Tabla N°7: Ensayo de densidad (Ladrillo Patrón)

#### DENSIDAD DE LADRILLOS PATRONES

Identificación	Dimensiones (cm)			Masa (gr)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm <sup>3</sup>
	Largo	Ancho	Alto				
<b>Muestras</b>							
1	20.5	11.6	7.9	3237.3	1878.62	1.72	Cumple
2	20.6	11.2	7.9	3212.1	1822.688	1.76	Cumple
3	21	11.2	7.8	3254	1834.56	1.77	Cumple
4	21.2	11.5	7.8	3129.4	1901.64	1.65	Cumple
5	20.7	11.4	7.8	3043.8	1840.644	1.65	Cumple
<b>DENSIDAD DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>				Densidad = 1.71 gr/cm <sup>3</sup>			Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°7, se realizó el ensayo de densidad para los ladrillos patrones de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como densidad promedio: 1.71 gr/cm<sup>3</sup>; cumpliendo con lo mínimo 1.50 gr/cm<sup>3</sup> que especifica la norma.

## b) Variabilidad dimensional

Tabla N°8: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo Patrón)

<b>Variabilidad dimensional de ladrillos patrones</b>						
<b><math>V = ((De - Dp) / De) \times 100</math></b>				<b>Ladrillo estándar</b>		
<b>V = Variabilidad dimensional (%)</b>				Largo	22	cm
<b>De = Dimensiones estándar del fabricante (cm)</b>				Ancho	12	cm
<b>Dp = Dimensiones promedio (cm)</b>				Alto	8.5	cm
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Medidas (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>V (%)</b>
<b>Muestras</b>	Largo	Ancho	Alto			
1	20.9	11.2	8	Largo	21.06	4.27
2	20.9	11.4	7.9			
3	21.6	11.6	7.9			
4	21.1	11.4	8			
5	21	11.2	7.9	Ancho	11.35	5.42
6	21.4	11.4	7.9			
7	20.6	11.2	7.8			
8	21.5	11.5	8	Alto	7.90	7.06
9	21	11.4	8			
10	20.6	11.2	7.6			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>						
<b>CLASE</b>	<b>Máxima en (%) Hasta 150 mm</b>		<b>Máxima en (%) Hasta 150 mm</b>		<b>Máxima en (%) Hasta 100 mm</b>	
	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido
<b>Ladrillo I</b>	± 4	- 4.27	± 6	- 5.42	± 8	- 7.06
<b>Ladrillo II</b>	± 4	- 4.27	± 6	- 5.42	± 7	- 7.06
<b>Ladrillo III</b>	± 3	- 4.27	± 4	- 5.42	± 5	- 7.06
<b>Ladrillo IV</b>	± 2	- 4.27	± 3	- 5.42	± 4	- 7.06
<b>Ladrillo V</b>	± 1	- 4.27	± 2	- 5.42	± 3	- 7.06

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°8, se les realizó el ensayo de variabilidad dimensional de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, a 10 unidades de albañilería de arcilla patrón, resultando un largo de -4.27%, un ancho -5.42% y una altura -7.06%, clasificándolo como un ladrillo tipo II.

### c) Absorción

Tabla N°9: Ensayo de absorción (Ladrillo Patrón)

<b>Absorción de ladrillos patrones</b>				
<b>A = ((Pm-Ps)/Ps) x 100</b>		<b>A = Absorción (%)</b>		
		Pm = Peso mojado del ladrillo		
		Ps = Peso seco del ladrillo		
<b>Identificación</b>	<b>Peso seco (gr)</b>	<b>Peso mojado (gr)</b>	<b>Absorción (gr/cm3)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017</b>
<b>Muestras</b>				<b>No mayor que 22%</b>
<b>1</b>	3275.30	3687.50	12.59	Cumple
<b>2</b>	3179.30	3550.70	11.68	Cumple
<b>3</b>	3068.90	3524.40	14.84	Cumple
<b>4</b>	3053.30	3459.20	13.29	Cumple
<b>5</b>	3218.20	3659.20	13.70	Cumple
<b>ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS</b>				
<b>PROMEDIO</b>		13.22		Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°9 se realizó el ensayo de absorción para los ladrillos patrones de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como absorción promedio: 13.22%, cumpliendo con lo máximo 22% que especifica la norma.

d) Alabeo

Tabla N°10: Ensayo de alabeo (Ladrillo Patrón)

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>				
<b>PATRÓN</b>	<b>CARA SUPERIOR</b>		<b>CARA INFERIOR</b>	
<b>MUESTRAS</b>	<b>CÓNCAVO(mm.)</b>	<b>CONVEXO(mm.)</b>	<b>CÓNCAVO(mm.)</b>	<b>CONVEXO(mm.)</b>
1	0	0	2	1
2	0	0	2	2
3	0	1	2	4
4	0	0	4	4
5	0	1	2	2
6	0	0	3	3
7	0	1	5	2
8	1	1	2	3
9	0	0	4	4
10	0	0	1	2
<b>PROMEDIO</b>	0.1	0.4	2.7	2.7
<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>			1.4	
<b>PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm.)</b>			1.55	
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>				
<b>CLASE</b>	<b>(MÁXIMA EN mm.)</b>			
<b>LADRILLO I</b>	10			
<b>LADRILLO II</b>	8			
<b>LADRILLO III</b>	6			
<b>LADRILLO IV</b>	4			
<b>LADRILLO V</b>	2			

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°10, se les realizó el ensayo de alabeo de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, a 10 unidades de albañilería de arcilla patrón, resultando una concavidad de 1.4 mm. y una convexidad de 1.55 mm, cumpliendo con la máxima 10 mm. que especifique la norma.

### 3.2. Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla adicionando 6% de vidrio triturado reciclado

De acuerdo a los objetivos específicos se muestran los resultados de los ensayos realizados al ladrillo de arcilla artesanal adicionando 6% de vidrio triturado reciclado.

#### 3.2.1. Propiedades mecánicas

##### a) Resistencia a la compresión ( $f'b$ )

Tabla N°11: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado reciclado)

Identificación	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	P max (kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 60 daN/cm <sup>2</sup>
	Muestras	Largo	Ancho				
1	21.23	11.36	7.91	241.17	18471.12	76.59	
2	21.03	11.47	7.96	241.21	7539.98	31.26	
3	20.96	11.45	8.02	239.99	17751.75	73.97	
4	20.74	11.33	8.09	234.98	12166.62	51.78	
5	20.98	11.47	7.78	240.64	11238.28	46.70	
<b>COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>					f'b =	56.06	

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°11, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para los ladrillos con adición de 6% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 56.06 kg/cm<sup>2</sup>; no cumpliendo con lo mínimo que especifica la norma.

### 3.2.2. Propiedades físicas

#### a) Densidad

Tabla N°12: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado reciclado)

<b>Densidad de ladrillos con 6% de vidrio triturado reciclado</b>							
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Masa (gr)</b>	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Muestras</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>				
<b>1</b>	20.4	11.1	7.6	3247.5	1720.944	1.89	Cumple
<b>2</b>	20.2	11.1	7.7	3322.9	1726.494	1.92	Cumple
<b>3</b>	20.5	11	7.8	3301.8	1758.9	1.88	Cumple
<b>4</b>	20.4	11.1	8	3236.1	1811.52	1.79	Cumple
<b>5</b>	20.5	11	7.8	2997.7	1758.9	1.70	Cumple
<b>DENSIDAD DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>				Densidad = 1.84 gr/cm <sup>3</sup>			Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°12 se realizó el ensayo de densidad para los ladrillos con adición de 6% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como densidad promedia: 1.84 gr/cm<sup>3</sup>, cumpliendo con lo mínimo 1.50 gr/cm<sup>3</sup> que especifica la norma.

## b) Variabilidad dimensional

Tabla N°13: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado)

<b>Variabilidad dimensional de ladrillos con 6% de vidrio triturado reciclado</b>						
<b><math>V = ((De - Dp) / De) \times 100</math></b>				Ladrillo estándar		
<b>V = Variabilidad dimensional (%)</b>				Largo	22	cm
<b>De = Dimensiones estándar del fabricante (cm)</b>				Ancho	12	cm
<b>Dp = Dimensiones promedio (cm)</b>				Alto	8.5	cm
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Medidas (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>V (%)</b>
<b>Muestras</b>	Largo	Ancho	Alto			
1	20.4	11	8.2	Largo	20.51	6.77
2	20.5	11	7.9			
3	20.5	11.1	7.8			
4	20.9	11.2	8.1			
5	20.5	11.2	7.9	Ancho	11.17	6.92
6	20.5	11.2	8			
7	20.5	11.3	8			
8	20.5	11.2	7.9	Alto	7.98	6.12
9	20.4	11.3	8.1			
10	20.4	11.2	7.9			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>						
<b>CLASE</b>	Máxima en (%) Hasta 150 mm		Máxima en (%) Hasta 150 mm		Máxima en (%) Hasta 100 mm	
	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido
<b>Ladrillo I</b>	± 4	-6.77	± 6	-6.92	± 8	-6.12
<b>Ladrillo II</b>	± 4	-6.77	± 6	-6.92	± 7	-6.12
<b>Ladrillo III</b>	± 3	-6.77	± 4	-6.92	± 5	-6.12
<b>Ladrillo IV</b>	± 2	-6.77	± 3	-6.92	± 4	-6.12
<b>Ladrillo V</b>	± 1	-6.77	± 2	-6.92	± 3	-6.12

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°13, se les realizó el ensayo de variabilidad dimensional de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, a 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 6% de vidrio triturado reciclado, resultando un largo de -6.77%, un ancho -6.92% y una altura -6.12%, clasificándolo como un ladrillo tipo II.

### c) Absorción

Tabla N°14: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 6% de vidrio triturado reciclado)

<b>Absorción de ladrillos adicionando 6% de vidrio triturado reciclado</b>				
<b>A = ((Pm-Ps)/Ps) x 100</b>		<b>A = Absorción (%)</b>		
		Pm = Peso mojado del ladrillo		
		Ps = Peso seco del ladrillo		
<b>Identificación</b>	<b>Peso seco (gr)</b>	<b>Peso mojado (gr)</b>	<b>Absorción (gr/cm3)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017</b>
<b>Muestras</b>				<b>No mayor que 22%</b>
<b>1</b>	3264.00	3670.40	12.45	Cumple
<b>2</b>	3188.30	3538.50	10.98	Cumple
<b>3</b>	3245.70	3675.30	13.24	Cumple
<b>4</b>	3188.30	3539.40	11.01	Cumple
<b>5</b>	3120.20	3472.90	11.30	Cumple
<b>ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS</b>				
<b>PROMEDIO</b>		11.80		Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°14 se realizó el ensayo de absorción para los ladrillos con adición de 6% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como absorción promedio: 11.80%, cumpliendo con lo máximo 22% que especifica la norma.

**d)Alabeo**

Tabla N°15: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 6% de vidrio triturado reciclado)

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>				
<b>6%</b>	<b>CARA SUPERIOR</b>		<b>CARA INFERIOR</b>	
<b>MUESTRAS</b>	<b>CÓNCAVO( mm.)</b>	<b>CONVEXO( mm.)</b>	<b>CÓNCAVO( mm.)</b>	<b>CONVEXO( mm.)</b>
<b>1</b>	1	1	1	4
<b>2</b>	2	2	5	5
<b>3</b>	1	2	2	1
<b>4</b>	0	0	2	2
<b>5</b>	1	0	2	3
<b>6</b>	1	0	2	2
<b>7</b>	0	1	1	1
<b>8</b>	0	0	2	2
<b>9</b>	1	2	2	3
<b>10</b>	1	0	3	2
<b>PROMEDIO</b>	0.8	0.8	2.2	2.5
<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>	1.5			
<b>PROMEDIO FINAL CÓNVEJO (mm.)</b>	1.65			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>				
<b>CLASE</b>	<b>(MÁXIMA EN mm.)</b>			
<b>LADRILLO I</b>	10			
<b>LADRILLO II</b>	8			
<b>LADRILLO III</b>	6			
<b>LADRILLO IV</b>	4			
<b>LADRILLO V</b>	2			

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°15, se les realizó el ensayo de alabeo a las 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 6% de vidrio triturado reciclado, resultando una concavidad de 1.5 mm. y una convexidad de 1.65 mm., cumpliendo con la máxima 10 mm. que especifique la norma.

### 3.3. Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla adicionando 12% de vidrio triturado reciclado

De acuerdo a los objetivos específicos se muestran los resultados de los ensayos realizados al ladrillo de arcilla artesanal adicionando 12% de vidrio triturado reciclado.

#### 3.3.1. Propiedades mecánicas

##### b) Resistencia a la compresión ( $f'b$ )

Tabla N°16: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado reciclado)

Identificación	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	P max (kg)	$f'b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 60 daN/cm <sup>2</sup>
	Muestras	Largo	Ancho				
1	20.78	11.4	7.83	236.89	17366.95	73.31	
2	21.08	11.45	8.1	241.37	25489.95	105.61	
3	20.9	11.35	8.12	237.22	13613.39	57.39	
4	20.65	11.3	8.25	233.35	17076.59	73.18	
5	21.2	11.4	7.65	241.68	14301.61	59.18	
<b>COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>				$f'b =$	73.73		

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°16, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para los ladrillos con adición de 12% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 73.73 kg/cm<sup>2</sup>; cumpliendo con lo mínimo que especifica la norma.

### 3.3.2. Propiedades físicas

#### b) Densidad

Tabla N°17: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado reciclado)

<b>Densidad de ladrillos adicionando 12% de vidrio triturado reciclado</b>							
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Masa (gr)</b>	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Muestras</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>				
<b>1</b>	20.6	11.4	7.7	3270.1	1808.268	1.81	Cumple
<b>2</b>	20.2	11	7.7	3144.6	1710.94	1.84	Cumple
<b>3</b>	20.4	11.3	7.6	3211.7	1751.952	1.83	Cumple
<b>4</b>	20.3	11.1	7.8	3278.6	1757.574	1.87	Cumple
<b>5</b>	20.2	11.1	8	3301.7	1793.76	1.84	Cumple
<b>DENSIDAD DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>				Densidad = 1.84 gr/cm <sup>3</sup>			Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°17 se realizó el ensayo de densidad para los ladrillos con adición de 12% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como densidad promedio: 1.84 gr/cm<sup>3</sup>, cumpliendo con lo mínimo 1.50 gr/cm<sup>3</sup> que especifica la norma.

## b) Variabilidad dimensional

Tabla N°18: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado)

<b>Variabilidad dimensional de ladrillos con 12% de vidrio triturado reciclado</b>						
<b><math>V = ((De - Dp) / De) \times 100</math></b>				Ladrillo estándar		
<b>V = Variabilidad dimensional (%)</b>				Largo	22	cm
<b>De = Dimensiones estándar del fabricante (cm)</b>				Ancho	12	cm
<b>Dp = Dimensiones promedio (cm)</b>				Alto	8.5	cm
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Medidas (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>V (%)</b>
<b>Muestras</b>	Largo	Ancho	Alto			
1	20.7	11.4	8	Largo	20.82	5.36
2	20.9	11.4	8			
3	20.6	11.1	8.3			
4	20.6	11.2	8.2			
5	20.8	11.4	8	Ancho	11.31	5.75
6	21.1	11.3	8			
7	21	11.5	8.1			
8	21.3	11.3	8.1	Alto	8.08	4.94
9	20.5	11.2	8			
10	20.7	11.3	8.1			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>						
<b>CLASE</b>	Máxima en (%) Hasta 150 mm		Máxima en (%) Hasta 150 mm		Máxima en (%) Hasta 100 mm	
	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido
<b>Ladrillo I</b>	± 4	-5.36	± 6	-5.75	± 8	-4.94
<b>Ladrillo II</b>	± 4	-5.36	± 6	-5.75	± 7	-4.94
<b>Ladrillo III</b>	± 3	-5.36	± 4	-5.75	± 5	-4.94
<b>Ladrillo IV</b>	± 2	-5.36	± 3	-5.75	± 4	-4.94
<b>Ladrillo V</b>	± 1	-5.36	± 2	-5.75	± 3	-4.94

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°18, se les realizó el ensayo de variabilidad dimensional de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, a 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 12% de vidrio triturado reciclado, resultando un largo de -5.36%, un ancho -5.75% y una altura -4.94%, clasificándolo como un ladrillo tipo II.

### c) Absorción

Tabla N°19: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 12% de vidrio triturado reciclado)

<b>Absorción de ladrillos adicionando 12% de vidrio triturado reciclado</b>				
<b>A = ((Pm-Ps)/Ps) x 100</b>		<b>A = Absorción (%)</b>		
		Pm = Peso mojado del ladrillo		
		Ps = Peso seco del ladrillo		
<b>Identificación</b>	<b>Peso seco (gr)</b>	<b>Peso mojado (gr)</b>	<b>Absorción (gr/cm3)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017</b>
<b>Muestras</b>				<b>No mayor que 22%</b>
<b>1</b>	3161.30	3497.60	10.64	Cumple
<b>2</b>	3189.20	3539.40	10.98	Cumple
<b>3</b>	3324.70	3683.60	10.79	Cumple
<b>4</b>	3264.00	3526.90	8.05	Cumple
<b>5</b>	3326.70	3617.70	8.75	Cumple
<b>ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS</b>				
<b>PROMEDIO</b>		9.84		Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°19 se realizó el ensayo de absorción para los ladrillos con adición de 12% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como absorción promedio: 9.84%, cumpliendo con lo máximo 22% que especifica la norma.

**d) Alabeo**

Tabla N°20: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 12% de vidrio triturado reciclado)

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>				
<b>12%</b>	<b>CARA SUPERIOR</b>		<b>CARA INFERIOR</b>	
<b>MUESTRAS</b>	<b>CÓNCAVO( mm.)</b>	<b>CONVEXO( mm.)</b>	<b>CÓNCAVO( mm.)</b>	<b>CONVEXO( mm.)</b>
<b>1</b>	0	1	2	2
<b>2</b>	1	0	4	2
<b>3</b>	0	1	2	3
<b>4</b>	0	0	1	2
<b>5</b>	0	1	2	2
<b>6</b>	0	1	1	2
<b>7</b>	0	0	3	2
<b>8</b>	0	1	5	1
<b>9</b>	0	0	1	2
<b>10</b>	0	1	2	2
<b>PROMEDIO</b>	0.1	0.6	2.3	2
<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>	1.2			
<b>PROMEDIO FINAL CÓNVEEXO (mm.)</b>	1.3			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>				
<b>CLASE</b>	<b>(MÁXIMA EN mm.)</b>			
<b>LADRILLO I</b>	10			
<b>LADRILLO II</b>	8			
<b>LADRILLO III</b>	6			
<b>LADRILLO IV</b>	4			
<b>LADRILLO V</b>	2			

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°20, se les realizó el ensayo de alabeo a las 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 12% de vidrio triturado reciclado, resultando una concavidad de 1.2 mm. y una convexidad de 1.3 mm. cumpliendo con la máxima 10 mm. que especifique la norma.

### 3.4. Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla adicionando 18% de vidrio triturado reciclado

De acuerdo a los objetivos específicos se muestran los resultados de los ensayos realizados al ladrillo de arcilla artesanal adicionando 18% de vidrio triturado reciclado.

#### 3.4.1. Propiedades mecánicas

##### a) Resistencia a la compresión ( $f'b$ )

Tabla N°21: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado reciclado)

Identificación	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	P max (kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 60 daN/cm <sup>2</sup>
	Muestras	Largo	Ancho				
1	21	11.45	8.3	240.45	19310.04	80.31	
2	20.86	11.5	7.6	239.87	9714.15	40.50	
3	21.2	11.45	7.85	242.74	16598.35	68.38	
4	21.25	11.4	8.2	242.25	13978.1	57.70	
5	21.05	11.45	7.8	241.02	18390.74	76.30	
<b>COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>					f'b =	64.64	

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°21, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para los ladrillos con adición de 18% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 64.64 kg/cm<sup>2</sup>; cumpliendo con lo mínimo que especifica la norma.

### 3.4.2. Propiedades físicas

#### a) Densidad

Tabla N°22: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado reciclado)

<b>Densidad de ladrillos adicionando 18% de vidrio triturado reciclado</b>							
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Masa (gr)</b>	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Muestras</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>				
<b>1</b>	21.2	11.3	7.7	3237.3	1844.612	1.76	Cumple
<b>2</b>	20.5	11.2	8	3209.2	1836.8	1.75	Cumple
<b>3</b>	21	11.2	7.5	3231	1764	1.83	Cumple
<b>4</b>	20.8	11.1	7.7	3341.9	1777.776	1.88	Cumple
<b>5</b>	20.6	11.3	7.5	3211.1	1745.85	1.84	Cumple
<b>DENSIDAD DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>				Densidad = 1.81 gr/cm <sup>3</sup>			Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°22 se realizó el ensayo de densidad para los ladrillos con adición de 18% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como densidad promedio: 1.81 gr/cm<sup>3</sup>, cumpliendo con lo mínimo 1.50 gr/cm<sup>3</sup> que especifica la norma.

## b) Variabilidad dimensional

Tabla N°23: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado)

<b>Variabilidad dimensional de ladrillos con 18% de vidrio triturado reciclado</b>						
<b><math>V = ((De - Dp) / De) \times 100</math></b>				Ladrillo estándar		
<b>V = Variabilidad dimensional (%)</b>				Largo	22	cm
<b>De = Dimensiones estándar del fabricante (cm)</b>				Ancho	12	cm
<b>Dp = Dimensiones promedio (cm)</b>				Alto	8.5	cm
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Medidas (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>V (%)</b>
	<b>n</b>					
<b>Muestras</b>	Largo	Ancho	Alto			
1	20.9	11.1	8	Largo	20.66	6.09
2	20.8	11.1	8			
3	20.1	10.9	8.1			
4	20.2	11.1	8.1			
5	20.6	11.1	8	Ancho	11.24	6.33
6	21	11.3	7.8			
7	20.9	11.3	8.5			
8	20.7	11.4	8.3	Alto	8.10	4.71
9	21	11.8	7.9			
10	20.4	11.3	8.3			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>						
<b>CLASE</b>	<b>Máxima en (%) Hasta 150 mm</b>		<b>Máxima en (%) Hasta 150 mm</b>		<b>Máxima en (%) Hasta 100 mm</b>	
	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido
<b>Ladrillo I</b>	± 4	-6.09	± 6	-6.33	± 8	-4.71
<b>Ladrillo II</b>	± 4	-6.09	± 6	-6.33	± 7	-4.71
<b>Ladrillo III</b>	± 3	-6.09	± 4	-6.33	± 5	-4.71
<b>Ladrillo IV</b>	± 2	-6.09	± 3	-6.33	± 4	-4.71
<b>Ladrillo V</b>	± 1	-6.09	± 2	-6.33	± 3	-4.71

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°23, se les realizó el ensayo de variabilidad dimensional, de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, a 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 18% de vidrio triturado reciclado, resultando un largo de -6.09%, un ancho -6.33% y una altura -4.71%, clasificándolo como un ladrillo tipo II.

### c) Absorción

Tabla N°24: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 18% de vidrio triturado reciclado)

<b>Absorción de ladrillos adicionando 18% de vidrio triturado reciclado</b>				
<b>A = ((Pm-Ps)/Ps) x 100</b>		A = Absorción (%)		
		Pm = Peso mojado del ladrillo		
		Ps = Peso seco del ladrillo		
<b>Identificación</b>	Peso seco (gr)	Peso mojado (gr)	Absorción (gr/cm <sup>3</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017
<b>Muestras</b>				No mayor que 22%
<b>1</b>	3179.40	3498.50	10.04	Cumple
<b>2</b>	3284.40	3609.30	9.89	Cumple
<b>3</b>	3465.80	3800.70	9.66	Cumple
<b>4</b>	3260.90	3649.80	11.93	Cumple
<b>5</b>	3224.70	3549.80	10.08	Cumple
<b>ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS</b>				
<b>PROMEDIO</b>		10.32		Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°24 se realizó el ensayo de absorción para los ladrillos con adición de 18% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como absorción promedio: 10.32%, cumpliendo con lo máximo 22% que especifica la norma.

**d) Alabeo**

Tabla N°25: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 18% de vidrio triturado reciclado)

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>				
<b>18%</b>	<b>CARA SUPERIOR</b>		<b>CARA INFERIOR</b>	
<b>MUESTRAS</b>	<b>CÓNCAVO( mm.)</b>	<b>CONVEXO( mm.)</b>	<b>CÓNCAVO( mm.)</b>	<b>CONVEXO( mm.)</b>
<b>1</b>	2	2	2	3
<b>2</b>	1	1	2	2
<b>3</b>	0	2	3	3
<b>4</b>	1	2	3	2
<b>5</b>	2	1	1	3
<b>6</b>	2	0	2	2
<b>7</b>	2	1	2	3
<b>8</b>	0	1	0	2
<b>9</b>	2	1	2	4
<b>10</b>	1	1	2	2
<b>PROMEDIO</b>	1.3	1.2	1.9	2.6
<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>	1.6			
<b>PROMEDIO FINAL CÓNVEEXO (mm.)</b>	1.9			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>				
<b>CLASE</b>	<b>(MÁXIMA EN mm.)</b>			
<b>LADRILLO I</b>	10			
<b>LADRILLO II</b>	8			
<b>LADRILLO III</b>	6			
<b>LADRILLO IV</b>	4			
<b>LADRILLO V</b>	2			

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°25, se les realizó el ensayo de alabeo a las 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 18% de vidrio triturado reciclado, resultando una concavidad de 1.6 mm. y una convexidad de 1.9 mm., cumpliendo con la máxima 10 mm. que especifique la norma.

### 3.5. Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla adicionando 24% de vidrio triturado reciclado

De acuerdo a los objetivos específicos se muestran los resultados de los ensayos realizados al ladrillo de arcilla artesanal adicionando 24% de vidrio triturado reciclado.

#### 3.5.1. Propiedades mecánicas

##### a) Resistencia a la compresión ( $f'b$ )

Tabla N°26: Ensayo de resistencia a la compresión (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado reciclado)

Identificación	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	P max (kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 60 daN/cm <sup>2</sup>
	Muestras	Largo	Ancho				
1	20.75	11.55	7.95	239.66	10008.53	41.76	
2	21.1	11.45	7.75	241.60	9934.18	41.12	
3	21.15	11.5	8.35	243.23	14197.12	58.37	
4	21.2	11.35	8.45	240.62	10957.97	45.54	
5	21.1	11.4	7.85	240.54	11305.60	47.00	
<b>COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>					f'b =	46.76	

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°26, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para los ladrillos con adición de 24% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 46.76 kg/cm<sup>2</sup>; no cumpliendo con lo mínimo que especifica la norma.

### 3.5.2. Propiedades físicas

#### a) Densidad

Tabla N°27: Ensayo de densidad (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado reciclado)

<b>Densidad de ladrillos adicionando 24% de vidrio triturado reciclado</b>							
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Masa (gr)</b>	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Muestras</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>				
<b>1</b>	20.6	11.2	8	3254	1845.76	1.76	Cumple
<b>2</b>	21.1	11.1	8	3265.3	1873.68	1.74	Cumple
<b>3</b>	20.8	11.2	7.9	3198.3	1840.384	1.74	Cumple
<b>4</b>	20.8	11.1	8.1	3465.5	1870.128	1.85	Cumple
<b>5</b>	20.4	11.2	7.8	3203.5	1782.144	1.80	Cumple
<b>DENSIDAD DE LOS LADRILLOS</b>							
<b>PROMEDIO</b>				Densidad = 1.78 gr/cm <sup>3</sup>			Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°27 se realizó el ensayo de densidad para los ladrillos con adición de 24% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como densidad promedio: 1.78 gr/cm<sup>3</sup>, cumpliendo con lo mínimo 1.50 gr/cm<sup>3</sup> que especifica la norma.

## b) Variabilidad dimensional

Tabla N°28: Ensayo de variabilidad dimensional (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado)

<b>Variabilidad dimensional de ladrillos con 24% de vidrio triturado reciclado</b>						
<b><math>V = ((De - Dp) / De) \times 100</math></b>				<b>Ladrillo estándar</b>		
<b>V = Variabilidad dimensional (%)</b>				Largo	22	cm
<b>De = Dimensiones estándar del fabricante (cm)</b>				Ancho	12	cm
<b>Dp = Dimensiones promedio (cm)</b>				Alto	8.5	cm
<b>Identificación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>			<b>Medidas (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>V (%)</b>
<b>Muestras</b>	Largo	Ancho	Alto			
1	21.1	11.3	8.8	Largo	20.90	5.00
2	21.2	11.4	8.7			
3	21	11.2	8.6			
4	21	11.4	8.4			
5	20.3	11.2	8	Ancho	11.30	5.83
6	20.7	11.2	7.9			
7	20.8	11.3	8			
8	21.1	11.3	8.1	Alto	8.27	2.71
9	20.8	11.2	8.2			
10	21	11.5	8			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>						
<b>CLASE</b>	<b>Máxima en (%) Hasta 150 mm</b>		<b>Máxima en (%) Hasta 150 mm</b>		<b>Máxima en (%) Hasta 100 mm</b>	
	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido	Norma	Obtenido
<b>Ladrillo I</b>	± 4	-5.00	± 6	-5.83	± 8	-2.71
<b>Ladrillo II</b>	± 4	-5.00	± 6	-5.83	± 7	-2.71
<b>Ladrillo III</b>	± 3	-5.00	± 4	-5.83	± 5	-2.71
<b>Ladrillo IV</b>	± 2	-5.00	± 3	-5.83	± 4	-2.71
<b>Ladrillo V</b>	± 1	-5.00	± 2	-5.83	± 3	-2.71

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°28, se les realizó el ensayo de variabilidad dimensional de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, a 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 24% de vidrio triturado reciclado, resultando un largo de -5.00%, un ancho -5.83% y una altura -2.71%, clasificándolo como un ladrillo tipo II.

### c) Absorción

Tabla N°29: Ensayo de absorción (Ladrillo adicionando 24% de vidrio triturado reciclado)

<b>Absorción de ladrillos adicionando 24% de vidrio triturado reciclado</b>				
<b>A = ((Pm-Ps)/Ps) x 100</b>		<b>A = Absorción (%)</b>		
		Pm = Peso mojado del ladrillo		
		Ps = Peso seco del ladrillo		
<b>Identificación</b>	<b>Peso seco (gr)</b>	<b>Peso mojado (gr)</b>	<b>Absorción (gr/cm3)</b>	<b>Según NTP ITINTEC 331.017</b>
<b>Muestras</b>				<b>No mayor que 22%</b>
<b>1</b>	3280.8	3614	10.16	Cumple
<b>2</b>	3328.8	3650.7	9.67	Cumple
<b>3</b>	3402	3675.5	8.04	Cumple
<b>4</b>	3279.5	3677.4	12.13	Cumple
<b>5</b>	3302.6	3650.7	10.54	Cumple
<b>ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS</b>				
<b>PROMEDIO</b>	10.11		Cumple	

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°29 se realizó el ensayo de absorción para los ladrillos con adición de 24% de vidrio triturado reciclado de acuerdo a la Norma Itintec 331.017, se tuvo 5 muestras para dicho ensayo obteniendo como absorción promedio: 10.11%, cumpliendo con lo máximo 22% que especifica la norma.

**d) Alabeo**

Tabla N°30: Ensayo de alabeo (Ladrillo con 24% de vidrio triturado reciclado)

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>				
<b>24%</b>	<b>CARA SUPERIOR</b>		<b>CARA INFERIOR</b>	
<b>MUESTRAS</b>	<b>CÓNCAVO(</b> mm.)	<b>CONVEXO(</b> mm.)	<b>CÓNCAVO(</b> mm.)	<b>CONVEXO(</b> mm.)
<b>1</b>	0	0	2	6
<b>2</b>	0	0	3	4
<b>3</b>	0	0	1	1
<b>4</b>	0	1	3	3
<b>5</b>	4	4	3	4
<b>6</b>	1	1	1	1
<b>7</b>	0	2	1	1
<b>8</b>	2	2	2	3
<b>9</b>	1	1	3	2
<b>10</b>	2	1	3	3
<b>PROMEDIO</b>	1	1.2	2.2	2.8
<b>PROMEDIO FINAL</b>				
<b>CÓNCAVO (mm.)</b>	1.6			
<b>PROMEDIO FINAL</b>				
<b>CÓNVEEXO (mm.)</b>	2			
<b>SEGÚN NORMA ITINTEC 331.017 Y NORMA E.070</b>				
<b>CLASE</b>	<b>(MÁXIMA EN mm.)</b>			
<b>LADRILLO I</b>	10			
<b>LADRILLO II</b>	8			
<b>LADRILLO III</b>	6			
<b>LADRILLO IV</b>	4			
<b>LADRILLO V</b>	2			

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Como se muestra en la Tabla N°30, se les realizó el ensayo de alabeo a las 10 unidades de albañilería de arcilla con adición de 24% de vidrio triturado reciclado, resultando una concavidad de 1.6 mm. y una convexidad de 2 mm, , cumpliendo con la máxima 10 mm. que especifique la norma.

**3.6. Comparación de las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal y el ladrillo de arcilla artesanal adicionándole vidrio triturado reciclado**

Según los resultados obtenidos de las propiedades físicas: densidad, variabilidad dimensional, absorción y alabeo a través de las siguientes tablas:

**3.6.1. Propiedades mecánicas**

**a) Resistencia a la compresión (f' b)**

Tabla N°31: Comparación de la resistencia a la compresión del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado

		<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo</b>
<b>Ladrillo de arcilla artesanal</b>	Patrón	47.30	I
	6%	56.06	I
<b>Ladrillo de arcilla artesanal adicionando % de vidrio triturado reciclado</b>	12%	73.73	II
	18%	64.64	I
	24%	46.76	I

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°31 se realizó la comparación de la resistencia a la compresión del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado; obteniendo que los ladrillos con adición de 12% tiene la mayor resistencia a la compresión con: 73.73 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándose como un ladrillo tipo II, según norma Itintec 331.017.

### 3.6.2. Propiedades físicas

#### A) Densidad

Tabla N°32: Comparación de la densidad del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado

		<b>Promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Clase</b>
<b>Ladrillo de arcilla artesanal</b>	Patrón	1.71	Ladrillo V
	6%	1.84	Ladrillo V
	12%	1.84	Ladrillo V
<b>Ladrillo de arcilla artesanal adicionando % de vidrio triturado reciclado</b>	18%	1.81	Ladrillo V
	24%	1.78	Ladrillo V

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°32 se realizó la comparación de la densidad del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado; obteniendo que los ladrillos con adición de 6% y 12% son los de mayor densidad: 1.84 gr/cm<sup>3</sup>; el ladrillo patrón con los adicionados en sus 4 porcentajes se clasifican como un ladrillo tipo V, según norma Itintec 331.017.

## b) Variabilidad dimensional

Tabla N°33: Comparación de la variabilidad dimensional del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado

		<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>CLASE</b>
<b>Ladrillo de arcilla artesanal</b>	Patrón	-7.06	-5.42	-4.27	Ladrillo II
	6%	-6.12	-6.92	-6.77	Ladrillo II
<b>Ladrillo de arcilla artesanal adicionando % de vidrio triturado reciclado</b>	12%	-4.94	-5.75	-5.36	Ladrillo II
	18%	-4.71	-6.33	-6.09	Ladrillo II
	24%	-2.71	-5.83	-5.00	Ladrillo II

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo  
Elaboración de los autores

### Interpretación:

Según la Tabla N°33 se realizó la comparación de la variabilidad dimensional del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado, obteniendo como resultado que tanto el ladrillo patrón como los ladrillos adicionados con vidrio se clasifican como un ladrillo tipo II, según Norma Itintec 331.017.

### c) Absorción

Tabla N°34: Comparación de la absorción del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado

		Promedio (%)	Norma Itintec 331.017 < 22%
<b>Ladrillo de arcilla artesanal</b>	Patrón	13.22	Cumple
	6%	11.80	Cumple
<b>Ladrillo de arcilla artesanal adicionando % de vidrio triturado reciclado</b>	12%	9.84	Cumple
	18%	10.32	Cumple
	24%	10.11	Cumple

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo

Elaboración de los autores

#### Interpretación:

Según la Tabla N°34 se realizó la comparación de la absorción del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado, obteniendo que el ladrillo patrón tiene la mayor absorción promedio 13.22%, y que tanto el ladrillo patrón como el adicionado en sus 4 porcentajes cumplen con lo máximo establecido que es 22%, según la Norma Itintec 331.017.

#### d) Alabeo

Tabla N°35: Comparación del alabeo del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado

		Concavidad	Convexidad	Norma Itintec 331.017 (Máxima 10 mm.)	CLASE
<b>Ladrillo de arcilla artesanal</b>	Patrón	1.4	1.55	2	Ladrillo V
	6%	1.5	1.65	2	Ladrillo V
<b>Ladrillo de arcilla artesanal adicionando % de vidrio triturado reciclado</b>	12%	1.2	1.3	2	Ladrillo V
	18%	1.6	1.9	2	Ladrillo V
	24%	1.6	2	2	Ladrillo V

Fuente: Laboratorio de Universidad César Vallejo  
Elaboración de los autores

#### Interpretación:

Según la Tabla N°35 se realizó la comparación del alabeo del ladrillo patrón, ladrillo adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado, obteniendo como resultado que tanto el ladrillo patrón como los adicionados con vidrio cumplen con lo máximo 10 mm y se clasifican como un ladrillo tipo V, según norma Itintec 331.017.

**3.7. Resistencia a la compresión de prismas para un ladrillo patrón y para un ladrillo con el % óptimo adicionado de vidrio triturado reciclado**

Según los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de prismas a través de las siguientes tablas:

**3.7.1. Propiedades mecánicas**

**a) Resistencia a la compresión de prismas para ladrillo patrón (f'm)**

Tabla N°36: Dimensionamiento de prismas (Ladrillo Patrón)

Tipo de Unidad:	Pila		Muestra:			Ladrillo de arcilla artesanal			
<b>DIMENSIONAMIENTO DE LOS PRISMAS</b>									
Unidad	Largo(cm)			Ancho(cm)			Alto(cm)		
	1	2	PROM.	1	2	PROM.	1	2	PROM.
<b>PILA 1</b>	21.05	20.95	21	11.82	11.55	11.69	27.62	28.00	27.81
<b>PILA 2</b>	21.67	21.87	21.77	11.96	11.99	11.98	27.32	27.48	27.40

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.  
Elaboración de los autores

Tabla N°37: Esbeltez de los prismas (Ladrillo Patrón)

<b>ESBELTEZ DE LOS PRISMAS</b>							
Unidad	Edad (Días)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Área(cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor de corrección(Norma E.070)
<b>PILA 1</b>	28	21.00	11.69	27.81	245.39	2.38	0.77
<b>PILA 2</b>	28	21.77	11.98	27.40	260.70	2.29	0.77

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.  
Elaboración de los autores

Tabla N°38: Resistencia a la compresión axial de los prismas (Ladrillo Patrón)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS						
Unidad	Largo(cm)	Ancho(cm)	Área(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	fm Corregido(kg/cm <sup>2</sup> )	fm(MPa)
PILA 1	21.00	11.69	245.39	3,988.88	17.03	1.67
PILA 2	21.77	11.98	260.70	6,445.07	25.49	2.50

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.  
Elaboración de los autores

Tabla N°39: Comparación de resistencia a la compresión de prismas con la Norma E.070 (Ladrillo Patrón)

LADRILLO PATRÓN	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
<b>Resistencia Promedio(fm)</b>	21.26	2.08
<b>Desviación estándar(S)</b>	5.98	0.59
f'm	15.28	1.50
Norma E.070 (f'm)	35.00	3.40

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.  
Elaboración de los autores

Interpretación:

Según la Tabla N°39, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de prismas para ladrillos patrones, se tuvo 2 prismas para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 15.28 Kg/cm<sup>2</sup>; no cumpliendo con lo mínimo ( $f'c = 35\text{Kg/cm}^2$ ) que especifica la norma E.070.

**b) Resistencia a la compresión de prismas para ladrillo %  
óptimo de vidrio triturado reciclado (f´m)**

Tabla N°40: Dimensionamiento de prismas (Ladrillo % óptimo de vidrio triturado reciclado)

Tipo de Unidad:	Pila		Muestra:	Ladrillo de arcilla con % óptimo de vidrio triturado reciclado					
DIMENSIONAMIENTO DE LOS PRISMAS									
Unidad	Largo(cm)			Ancho(cm)			Alto(cm)		
	1	2	PROM.	1	2	PROM.	1	2	PROM.
PILA 1	20.72	20.67	20.695	11.48	11.49	11.49	27.81	27.79	27.80
PILA 2	21	21.28	21.14	11.31	11.59	11.45	27.25	27.72	27.49

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Tabla N°41: Esbeltez de los prismas (Ladrillo % óptimo)

ESBELTEZ DE LOS PRISMAS							
Unidad	Edad (Días)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Área(cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor de corrección(Norma E.070)
PILA 1	28	20.70	11.49	27.80	237.68	2.42	0.78
PILA 2	28	21.14	11.45	27.49	242.05	2.40	0.78

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Tabla N°42: Resistencia a la compresión axial de los prismas (Ladrillo % óptimo)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LOS PRISMAS						
Unidad	Largo(cm)	Ancho(cm)	Área(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	fm Corregido(kg/cm <sup>2</sup> )	fm(MPa)
PILA 1	20.70	11.49	237.68	8,853.65	38.03	3.73
PILA 2	21.14	11.45	242.05	9,541.10	40.19	3.94

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Elaboración de los autores

Tabla 43: Comparación de resistencia a la compresión de prismas con la Norma E.070 (Ladrillo % óptimo)

LADRILLO %ÓPTIMO	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
<b>Resistencia Promedio(fm)</b>	39.11	3.84
<b>Desviación estándar(S)</b>	1.53	0.15
f'm	37.58	3.69
Norma E.070 (f'm)	35.00	3.40

Fuente: Laboratorio de suelos – GEOMG SAC.

Interpretación:

Según la Tabla N°43, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de prismas para ladrillos patrones, se tuvo 2 prismas para dicho ensayo obteniendo como resistencia a la compresión promedio: 37.58 Kg/cm<sup>2</sup>; cumpliendo con lo mínimo ( $f'c = 35\text{Kg/cm}^2$ ) que especifica la norma E.070.

#### IV. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en la elaboración del ensayo de resistencia a la compresión se obtuvieron los siguientes valores: 47.30 kg/cm<sup>2</sup>(patrón), 56.06kg/cm<sup>2</sup>(con 6% de adición de vidrio triturado reciclado), 73.73 kg/cm<sup>2</sup>(con 12% de adición de vidrio triturado reciclado), 64.64 kg/cm<sup>2</sup>(con 18% de adición de vidrio triturado reciclado), 46.76 kg/cm<sup>2</sup>(con 24% de adición de vidrio triturado reciclado); comparando a los parámetros que proporciona la Norma E.070 y la Norma Itintec 331.017, podemos señalar que los resultados obtenidos al ensayar las unidades de albañilería al adicionarle 6%, 12%, 18% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, cumplen con lo mínimo requerido según norma E.070: 50 kg/cm<sup>2</sup> , y las unidades de albañilería sin adición de vidrio triturado reciclado y con adición de 24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, no cumplen con lo mínimo requerido según la Norma E.070 y la Norma Itintec 331.017.

Por lo tanto, los ladrillos patrones y con adición en 24% de vidrio triturado reciclado, no clasifican en ningún tipo de acuerdo a la Norma E.070 e Itintec 331.017; los ladrillos con adición en 6% ,18% de vidrio triturado reciclado, se clasifican en ladrillo Tipo I, y los ladrillos con adición en 12% de vidrio triturado reciclado, se clasifican en ladrillo tipo II.

Los ladrillos patrones son de baja resistencia ya que presentan poco porcentaje de arcilla en su composición: 26% de arena fina, 47% de limo y 27% de arcilla (Ver Anexo N°07, pág.174), también porque estas unidades no se coccionan uniformemente en el horno.

De acuerdo con la tesis realizada por Ruíz (2015), determina que entre los 5% de adición de vidrio triturado (5%,10%,15%,25%,50%), la máxima resistencia promedio se logra adicionando 10% de vidrio triturado, asemejándose a los resultados obtenidos que al adicionarle 12% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, se obtiene la mayor resistencia a la compresión, debido a que disminuyó su porosidad en las unidades de albañilería ;por otra parte al 18% y 24% de adición aumentó su porosidad, ya que no se tiene una buena adherencia en la mezcla de arcilla con vidrio, disminuyendo su resistencia a la compresión.

Según los resultados obtenidos en la elaboración del ensayo de densidad se obtuvieron los siguientes valores: 1.71 gr/cm<sup>3</sup>(patrón), 1.84 gr/cm<sup>3</sup> (con 6% de adición de vidrio triturado reciclado), 1.84 gr/cm<sup>3</sup> (con 12% de adición de vidrio triturado reciclado), 1.81 gr/cm<sup>3</sup> (con 18% de adición de vidrio triturado reciclado), 1.78 gr/cm<sup>3</sup> (con 24% de adición de vidrio triturado reciclado); comparando a los parámetros que proporciona la Norma E.070 y la Norma Itintec 331.017, podemos señalar que los resultados obtenidos al ensayar las unidades de albañilería sin adición de vidrio y al adicionarle 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, cumplen con lo mínimo requerido según norma: 1.50 gr/cm<sup>3</sup> y clasificándolos de acuerdo a la Norma Itintec 331.017 en ladrillos tipo V.

De acuerdo a los resultados obtenidos al adicionarle 6% y 12% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, se obtiene la mayor densidad promedio, es decir que al adicionarle hasta 12% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, las partículas de vidrio presentan mejor adherencia a la arcilla, generando menor porcentaje de vacíos.

Al adicionarle 12% de vidrio triturado reciclado aumenta la masa de los ladrillos, pero su volumen disminuye, ya que existe una mejor adherencia en la mezcla de sus componentes, a diferencia que al adicionarle 18% y 24%, aumenta su peso y volumen.

Según los resultados obtenidos en la elaboración del ensayo de variabilidad dimensional se obtuvieron los siguientes valores: una longitud de 4.27%, ancho de 5.42% y alto de 7.06% (patrón), una longitud de 6.77%, ancho de 6.92% y alto de 6.12% (6% de adición de vidrio triturado reciclado), una longitud de 5.36%, ancho de 5.75% y alto de 4.94% (12% de adición de vidrio triturado reciclado), una longitud de 6.09%, ancho de 6.33% y alto de 4.71% ( 18% de adición de vidrio triturado reciclado), una longitud de 5.00%, ancho de 5.83% y alto de 2.71% (24% de adición de vidrio triturado reciclado); comparando a los parámetros que proporciona la Norma E.070 y la Norma Itintec 331.017, podemos señalar que los resultados obtenidos al ensayar las unidades de albañilería sin adición de vidrio y al adicionarle 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, cumplen con lo mínimo requerido según norma:  $\pm 4$  de longitud ,  $\pm 6$  de ancho,  $\pm 8$  de alto y se clasifican como ladrillos tipo II.

De acuerdo a los resultados obtenidos: los ladrillos al adicionarle 6% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, presentan menor variación dimensional respecto a su alto, ancho y largo con respecto a los valores mínimos permitidos para un ladrillo tipo II según Norma Itintec 331.017.

Según los resultados obtenidos en la elaboración del ensayo de alabeo se obtuvieron los siguientes valores: una concavidad de 1.4mm. y una convexidad de 1.55mm. (patrón), una concavidad de 1.5mm. y una convexidad de 1.65mm. (6% de adición de vidrio triturado reciclado), una concavidad de 1.2mm. y una convexidad de 1.3mm. (12% de adición de vidrio triturado reciclado), una concavidad de 1.6mm. y una convexidad de 1.9mm. ( 18% de adición de vidrio triturado reciclado), una concavidad de 1.6mm. y una convexidad de 2.0mm. (24% de adición de vidrio triturado reciclado); comparando a los parámetros que proporciona la Norma E.070 y la Norma Itintec 331.017, podemos señalar que los resultados obtenidos al ensayar las unidades de albañilería sin adición de vidrio y al adicionarle 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, cumplen con lo máximo requerido según norma: 10mm. y se clasifican como ladrillos tipo V.

De acuerdo con la tesis realizada por Ruíz (2015), determina que al adicionarle (5%,15%,25%,50%) de vidrio triturado se clasifican como un ladrillo tipo IV y el ladrillo con un 10% se clasifica como un ladrillo tipo V, asemejándose a los resultados obtenidos que los ladrillos patrones y al adicionarle 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, se clasifica como un ladrillo tipo V.

Conforme a los resultados obtenidos al adicionarle 12% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, presenta menor deformación cóncava y convexa, y según la Norma Itintec 331.017, a menor deformación mayor resistencia a la compresión del ladrillo, y al adicionarle 18% y 24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, al tener mayor peso va a tender a asentarse y presentar mayor deformación en su concavidad y en su convexidad del ladrillo.

Según los resultados obtenidos en la elaboración del ensayo de absorción se obtuvieron los siguientes valores: 13.22 % de absorción promedio (patrón), 11.80 % de absorción promedio (con 6% de adición de vidrio triturado reciclado), 9.84 % de absorción promedio (con 12% de adición de vidrio triturado reciclado), 10.32 % de absorción promedio (con 18% de adición de vidrio triturado reciclado), 10.11 % de absorción promedio (con 24% de adición de vidrio triturado reciclado); comparando a los parámetros que proporciona la Norma Itintec 331.017, podemos señalar que los resultados obtenidos, al ensayar las unidades de albañilería sin adición de vidrio y al adicionarle 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, cumplen con lo máximo requerido según norma: 22% de absorción y se clasifican como ladrillos tipo V.

De acuerdo con la tesis realizada por Ruíz (2015), determina que los 5% de adición de vidrio triturado (5%,10%,15%,25%,50%) son aceptables porque no son mayores que 22%, asemejándose a los resultados obtenidos que los ladrillos sin adición de vidrio y adicionándole 6%,12%,18%,24% de vidrio triturado reciclado al ladrillo de arcilla, cumplen con lo máximo requerido.

Según San Bartolomé (1994), a mayor absorción la unidad de albañilería será más porosa y poco resistente, por lo tanto, el vidrio triturado reciclado al 12% de adición absorbe menos, es decir, tendrá mejor resistencia a la compresión.

Según los resultados obtenidos del ensayo de la resistencia a la compresión de prismas (f'm) a los 28 días, se determinó que los ladrillos patrones: 15.28 Kg/cm<sup>2</sup> no cumplen con lo mínimo permitido en la norma E.070 que es de 35 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras los ladrillos de arcilla adicionando 12% de vidrio triturado reciclado: 37.58 Kg/cm<sup>2</sup> si cumplen.

De acuerdo a la norma ITINTEC 331.017 la resistencia a la compresión de la albañilería por la prueba de rotura de un prisma normalizado (f'm) es de 25% al 50% de la resistencia a la compresión del ladrillo. El (f'm) de un ladrillo patrón representó el 32.3% de la resistencia a la compresión del ladrillo, mientras que el (f'm) del ladrillo con el % óptimo representó el 50.97% de la resistencia a la compresión del ladrillo con adición del % óptimo.

## V. CONCLUSIONES

1. Respecto al ladrillo patrón se obtuvo una resistencia a la compresión( $f'_{b}$ ) de  $47.30 \text{ Kg/cm}^2$ , una densidad de  $1.71 \text{ gr/cm}^3$ , una variabilidad dimensional cuyas medidas fueron: 4.27% de largo, 5.42% de ancho y 7.06% de altura, un alabeo con una concavidad de 1.40 mm. y una convexidad de 1.55 mm., por último, una absorción cuyo resultado fue de 13.22%.
2. Se obtuvieron dentro de las propiedades mecánicas, las siguientes resistencias con el 6%,12%,18% y 24% de adición de vidrio triturado:  $56.06 \text{ kg/cm}^2$ ,  $73.73 \text{ kg/cm}^2$ ,  $64.64 \text{ kg/cm}^2$ ,  $46.76 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.
3. Se obtuvieron conforme a las propiedades físicas:  
Respecto a la densidad con el 6%,12%,18% y 24% de adición de vidrio triturado reciclado:  $1.84 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.84 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.81 \text{ gr/cm}^3$ ,  $1.78 \text{ gr/cm}^3$  respectivamente.  
De acuerdo al ensayo de variabilidad dimensional con el 6%,12%,18% y 24% de adición de vidrio triturado reciclado, se obtuvieron: una longitud de 6.77%, un ancho de 6.92%, y una altura de 6.12%, longitud del 5.36%, un ancho del 5.77% y una altura del 4.94%, longitud del 6.09%, un ancho del 6.33%, y una altura del 4.71%, longitud del 5.00%, un ancho del 5.83%, y una altura del 2.71% respectivamente.  
Según el ensayo de alabeo con el 6%,12%,18% y 24% de adición de vidrio triturado reciclado, se obtuvieron: una concavidad de 1.50mm y una convexidad de 1.65mm, concavidad de 1.20mm y una convexidad de 1.30mm, concavidad de 1.60mm y una convexidad de 1.90mm, concavidad de 1.60mm y una convexidad de 2.00mm.  
Respecto al ensayo de absorción con el 6%,12%,18% y 24% de adición de vidrio triturado reciclado se obtuvieron: 11.80%, 9.84%, 10.32%, 10.11% respectivamente.
4. Se lograron obtener dentro de las propiedades mecánicas de la resistencia a la compresión del ladrillo patrón de arcilla es de  $47.30 \text{ Kg/cm}^2$  a diferencia del ladrillo con adición de 12% de vidrio triturado reciclado, que presenta una mayor resistencia a la compresión de  $73.73 \text{ Kg/cm}^2$ .

5. De acuerdo a las propiedades físicas, se obtuvieron los siguientes resultados:
- Con respecto a la densidad del ladrillo patrón de arcilla artesanal es de 1.71 gr/cm<sup>3</sup>, a diferencia de un ladrillo adicionado con 12% de vidrio triturado reciclado su densidad es de 1.84 gr/cm<sup>3</sup>.
- Para la variabilidad dimensional del ladrillo patrón de arcilla presenta las siguientes medidas: 4.27% de largo, un ancho de 5.42%, y una altura de 7.06%, a diferencia del ladrillo con adición de vidrio triturado reciclado del 6% que presenta una menor variación en sus medidas: 6.77% de largo, un ancho de 6.92%, y una altura de 6.12%, por lo que con poco porcentaje de adición de vidrio no varía mucho las variaciones dimensionales del ladrillo.
- Referente a la absorción del ladrillo patrón de arcilla es de 13.22%, a diferencia del ladrillo con adición de vidrio triturado reciclado del 12% que presenta una menor absorción de 9.84%.
- Con respecto al alabeo cóncavo del ladrillo patrón de arcilla es de 1.4mm, y el alabeo convexo es de 1.55mm, a diferencia del ladrillo con adición de 12% de vidrio triturado reciclado, que presenta un alabeo cóncavo de 1.2mm y su alabeo convexo de 1.3 mm.
6. Finalmente se obtuvieron dentro de las propiedades mecánicas respecto a la resistencia a la compresión de prismas (f'm) para un ladrillo patrón: 15.28 Kg/cm<sup>2</sup> y para el 12% (porcentaje óptimo): 37.58kg/cm<sup>2</sup>.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere al dueño de la ladrillera Santa Rosa a mejorar su proceso de fabricación de ladrillos de arcilla artesanal, cumpliendo con los parámetros de la norma ITINTEC 331.017, 331.019, 399.605, 399.613 y la norma E.070 Albañilería para lograr ladrillos con mejores propiedades.
- Extender esta investigación con la realización de ladrillos de arcilla con adición de vidrio triturado reciclado cuya área de contacto superficial sea la mayor posible a la arcilla.
- Ampliar esta investigación con la elaboración de ladrillos de arcilla con adición de vidrio triturado reciclado con porcentajes entre 10% a 15% con la finalidad de encontrar el porcentaje óptimo que mejore sus propiedades mecánicas y físicas de un ladrillo de arcilla artesanal.
- Realizar estudios de la materia prima de todas las ladrilleras de Santa y obtener un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSTILLO, Manuel y CALVO, José. Materiales de construcción. Madrid: Fuego Editores, 2005.458 pp.

ISBN: 9788492312887

CABRERA, Luz. “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014”. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2014, 102 pp.

CATALAN, Carlos. “Estudio de la Influencia del Vidrio Molido en Hormigones Grado H15, H20 Y H30”. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2013, 91pp.

Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcic357e/doc/bmfcic357e.pdf>

CAREAGA, Juan. Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. México: Instituto Nacional de Ecología, 1997.159 pp.

Enciclopedia EcuRed. Vidrio [en línea]. Cuba: 2012. [Fecha de Consulta: 1 de mayo 2018]

Disponible en:

<https://www.ecured.cu/Vidrio>

DEL BUSTO, A. La arcilla aplicada en la industria de la construcción para la fabricación de ladrillos y acabados cerámicos. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1991.

DEL RÍO, J. Materiales de construcción. 4ª edición. Barcelona: Juan Bruger. 1975,227pp

GALLEGOS, Héctor y CASABONNE, Carlos. Albañilería estructural. 3ª ed. Perú: Fondo editorial PUCP. 2005.

ISBN 9972-42-754-4

GONZÁLES, José. "Uso de vidrio reciclado en la fabricación de ladrillos para construcción". Tesis (Título de Ingeniero en ciencias de materiales). Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango, 2012, 41 pp.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Balance de masa y energía de la producción de vidrio para envases.

Disponible en:

<http://www.tecnologíaslimpias.org/html/central/362001/36200leca.htm>.

artículo web. [Consultada el 02 de enero del 2013]

LOPEZ, Tessy y MARTÍNEZ, Ana. El mundo mágico del vidrio [en línea]. México: Fondo de Cultura Económica, 1995 [fecha de consulta: 18 de junio de 2018].

Disponible en:

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec\\_2.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec_2.html)

Norma Itintec 331.017 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos, Lima, Perú, octubre de 1978.

Norma Itintec 331.019. Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción, Lima, Perú, octubre 1982.

Norma Técnica Peruana E.070. Albañilería. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 23 de mayo de 2016.

Norma Técnica Peruana 399.605. Unidades de Albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a compresión de prismas de albañilería. INDECOPI, 2ª Edición, Lima, Perú, 19 de enero de 2013.

Norma Técnica Peruana 399.613. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. INDECOPI, 1ª Edición, Lima, Perú, 14 de junio de 2005.

PHILIPPA, Ignasi y PASCUAL, Eva. El vidrio: técnicas de trabajo de horno. España: Parramon, 2003. 160 pp.

RUÍZ, Deisy. "Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015". Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015, 116 pp.

RHODES, D. Arcilla y vidriado para el ceramista. España: Ediciones CEAC. 1990, 368 pp.

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Construcciones de albañilería – Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú [en línea]. Primera edición. Octubre 1994. [Fecha de consulta 1 de junio 2018]. ISBN 84-8390-965-0

TAMAYO, Rocío. "Uso del vidrio reciclado sodo - cálcico como reforzante en ladrillos de arcilla cocida". Tesis (Título de Ingeniero de materiales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2012, 154 pp.

# ANEXOS

**ANEXO N°01:  
MATRIZ DE  
CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO:

“Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – Distrito de Santa - Ancash - 2018”

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Teniendo como principal problema el vidrio, como residuo sólido, debido a la contaminación ambiental que genera, reusando este material se reducen costos en la fabricación, además es uno de los residuos sólidos más reciclados en el Perú, es por ello que se busca el aprovechamiento de este material, el cual se adicionará en diversos porcentajes al ladrillo de arcilla artesanal, uno de los materiales más importantes y utilizados en viviendas de albañilería en el país, logrando una mejora en las propiedades del ladrillo.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>¿Cuál será la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal?</p>	<p><b>General:</b> Determinar la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal.</p> <p><b>Específicos:</b> Determinar la resistencia a la compresión, densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción para un ladrillo patrón. Determinar la resistencia a la compresión, densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción para un ladrillo de arcilla artesanal con adición de vidrio triturado reciclado en un 6%,12%,18% y 24% del peso de la arcilla. Comparar los resultados de la resistencia a la compresión, densidad, variabilidad dimensional, alabeo y absorción del ladrillo patrón y el ladrillo con adición del vidrio triturado reciclado en un 6%, 12%,18% y 24% del peso de la arcilla destacando la influencia que ejerce sobre las propiedades del ladrillo. Determinar la resistencia a la compresión de prismas para un ladrillo patrón y para un ladrillo con el % óptimo adicionado de vidrio reciclado.</p>	<p><b>Propiedades Mecánicas:</b> Resistencia a la compresión(f´b) Resistencia a la compresión de prismas(f´m)</p> <p><b>Propiedades Físicas:</b> Variabilidad Dimensional Absorción Alabeo Densidad</p>	<p>Protocolos</p>

**ANEXO N°02:**  
**NORMA TÉCNICA**  
**E.070**  
**ALBAÑILERÍA**



**NORMA E.070**

**ALBAÑILERÍA**

**ÍNDICE DE FÓRMULAS Y VALORES DE DISEÑO**

FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo
Resistencia característica de la albañilería ( $f_m, v_m$ )	13.7
Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)	19.1a
Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes	19.1b
Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada coplanar o resistencia al aplastamiento	19.1c
Densidad mínima de muros reforzados	19.2b
Módulo de elasticidad de la albañilería ( $E_m$ )	24.7
Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2
Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte ( $V_m$ )	26.3
Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4
Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados	27.1
Carga sísmica perpendicular al plano de los muros	29.6
Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros	29.7
Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión	30.7
Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión	30.7
Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos	31.6
Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas coplanares	33.4

**CAPÍTULO 1  
ASPECTOS GENERALES**

**Artículo 1.- ALCANCE**

1.1. Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.

1.2. Para estructuras especiales de albañilería, tales como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta Norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables.

1.3. Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.

**Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES**

2.1. Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios es-



tablecidos por la mecánica y la resistencia de materiales. Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismos, vientos, excentricidades de las cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, etc. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente, así como las especificaciones de la presente Norma.

2.2. Los elementos de concreto armado y de concreto ciclópeo satisfarán los requisitos de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, en lo que sea aplicable.

2.3. Las dimensiones y requisitos que se estipulan en esta Norma tienen el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción.

2.4. Los planos y especificaciones indicarán las dimensiones y ubicación de todos los elementos estructurales, del acero de refuerzo, de las instalaciones sanitarias y eléctricas en los muros; las precauciones para tener en cuenta la variación de las dimensiones producidas por deformaciones diferidas, contracciones, cambios de temperatura y asentamientos diferenciales; las características de la unidad de albañilería, del mortero, de la albañilería, del concreto, del acero de refuerzo y de todo otro material requerido; las cargas que definen el empleo de la edificación; las juntas de separación sísmica; y, toda otra información para la correcta construcción y posterior utilización de la obra.

2.5. Las construcciones de albañilería podrán clasificarse como «tipo resistente al fuego» siempre y cuando todos los elementos que la conforman cumplan los requisitos de esta Norma, asegurando una resistencia al fuego mínima de cuatro horas para los muros portantes y los muros perimetrales de cierre, y de dos horas para la tabiquería.

2.6. Los tubos para instalaciones secas: eléctricas, telefónicas, etc. solo se alojarán en los muros cuando los tubos correspondientes tengan como diámetro máximo 55 mm. En estos casos, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de la albañilería que luego se rellenarán con concreto, o en los alveolos de la unidad de albañilería. En todo caso, los recorridos de las instalaciones serán siempre verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para alojarlas.

2.7. Los tubos para instalaciones sanitarias y los tubos con diámetros mayores que 55 mm, tendrán recorridos fuera de los muros portantes o en falsas columnas y se alojarán en ductos especiales, o en muros no portantes.

2.8. Como refuerzo estructural se utilizará barras de acero que presenten comportamiento dúctil con una elongación mínima de 9%. Las cuantías de refuerzo que se presentan en esta Norma están asociadas a un esfuerzo de fluencia  $f_y = 412 \text{ MPa}$  ( $4200 \text{ Kg/cm}^2$ ), para otras situaciones se multiplicará la cuantía especificada por  $412/f_y$  (en MPa) ó  $4200/f_y$  (en  $\text{kg/cm}^2$ ).

2.9. Los criterios considerados para la estructuración deberán ser detallados en una memoria descriptiva estructural tomando en cuenta las especificaciones del Capítulo 6

## CAPÍTULO 2 DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

### Artículo 3. DEFINICIONES

3.1. **Albañilería o Mampostería.** Material estructural compuesto por «unidades de albañilería» asentadas con mortero o por «unidades de albañilería» apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

3.2. **Albañilería Armada.** Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.

3.3. **Albañilería Confinada.** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

3.4. **Albañilería No Reforzada.** Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.

3.5. **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural.** Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.

3.6. **Altura Efectiva.** Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.

3.7. **Arriostre.** Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

3.8. **Borde Libre.** Extremo horizontal o vertical no arriostreado de un muro.

3.9. **Concreto Líquido o Grout.** Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.

3.10. **Columna.** Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.

3.11. **Confinamiento.** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

3.12. **Construcciones de Albañilería.** Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

3.13. **Espesor Efectivo.** Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

3.14. **Muro Arriostreado.** Muro provisto de elementos de arriostre.

3.15. **Muro de Arriostre.** Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.

3.16. **Muro No Portante.** Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.

3.17. **Muro Portante.** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

3.18. **Mortero.** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

3.19. **Placa.** Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

3.20. **Plancha.** Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.

3.21. **Tabique.** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

3.22. **Unidad de Albañilería.** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.

3.23. **Unidad de Albañilería Alveolar.** Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alveolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.

3.24. **Unidad de Albañilería Apilable.** Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.

3.25. **Unidad de Albañilería Hueca.** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

3.26. **Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza)** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

3.27. **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandoreta).** Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

3.28. **Viga Solera.** Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

**Artículo 4.- NOMENCLATURA**

- $A$  = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- $A_c$  = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- $A_{cf}$  = área de una columna de confinamiento por corte fricción.
- $A_n$  = área del núcleo confinado de una columna desconociendo los recubrimientos.
- $A_v$  = área del acero vertical u horizontal.
- $A_{vf}$  = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- $A_{vt}$  = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- $A_y$  = área de estribos cerrados.
- $d$  = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- $D_b$  = diámetro de una barra de acero.
- $e$  = espesor bruto de un muro.
- $E$  = módulo de elasticidad del concreto.
- $E_c$  = módulo de elasticidad de la albañilería.
- $f'_m$  = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- $f'_c$  = resistencia a compresión axial del concreto o del «grout» a los 28 días de edad.
- $f'_m$  = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- $f'_t$  = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- $f_u$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- $G_m$  = módulo de corte de la albañilería.
- $h$  = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- $I$  = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- $L$  = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (sí existiesen).
- $L_m$  = longitud del paño mayor en un muro confinado, o  $0,5 L$ ; lo que sea mayor.
- $L_t$  = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- $M_e$  = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- $M_u$  = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- $N$  = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- $N_c$  = número total de columnas de confinamiento.  $N_c \geq 2$ . Ver la Nota 1.
- $P$  = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- $P_g$  = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- $P_c$  = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- $P_e$  = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- $P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga.
- $P_u$  = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- $P_t$  = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- $s$  = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- $S$  = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $t$  = espesor efectivo del muro.
- $t_n$  = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- $U$  = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $V_c$  = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- $V_e$  = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- $V_{Ei}$  = fuerza cortante en el entrepiso «i» del edificio producida por el sismo severo.
- $V_{ui}$  = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso «i» de uno de los muros.
- $V_m$  = resistencia al corte en el entrepiso «i» de uno de los muros.

- $v_m$  = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- $Z$  = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $\delta$  = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta = 1$ , para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta = 0,8$ , para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- $\phi$  = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi = 0,9$  (flexión o tracción pura).
- $\phi = 0,85$  (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi = 0,7$  (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi = 0,75$  (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- $\rho$  = cuantía del acero de refuerzo =  $A_v / (s.t)$ .
- $\sigma$  = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro =  $P_g / (t.L)$ .
- $\sigma_m$  =  $P_m / (t.L)$  = esfuerzo axial máximo en un muro.
- $\mu$  = coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

**Nota 1:** En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ( $N_c = 2$ ); en ese caso:  $L_m = L$

**Nota 2:** El factor « $\phi$ » para los muros armados se proporciona en el Artículo 28 (28.3).

**CAPÍTULO 3  
COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA**

**Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

**5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

**5.2. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES**

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

**TABLA 1  
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES**

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

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



rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un solo conjunto estructural.

Para la elaboración de concreto líquido o grout de albañilería, se tendrá en cuenta las Normas NTP 399.609 y 399.608.

**7.2. CLASIFICACIÓN.** El concreto líquido o grout se clasifica en fino y en grueso. El grout fino se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos de la unidad de albañilería sea inferior a 60 mm y el grout grueso se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos sea igual o mayor a 60 mm.

**7.3. COMPONENTES**

a) Los materiales aglomerantes serán:

- Cemento Portland I, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002

b) El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 5. Se podrá utilizar otra granulometría siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

c) El agregado fino será arena gruesa natural, con las características indicadas en la Tabla 3.

d) El agua será potable y libre de sustancias, ácidos, álcalis y materia orgánica.

**7.4. PREPARACIÓN Y FLUIDEZ.** Los materiales que componen el grout (ver la Tabla 6) serán batidos mecánicamente con agua potable hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

CONCRETO LÍQUIDO	CEMENTO	CAL	ARENA	CONFITILLO
FINO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	—
GRUESO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

**7.5. RESISTENCIA.** El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión  $f_c = 13,72 MPa (40 kg/cm^2)$ . La resistencia a compresión  $f_c$  será obtenida promediando los resultados de 5 probetas, ensayadas a una velocidad de carga de 5 toneladas/minutos, menos 1,3 veces la desviación estándar. Las probetas tendrán una esbeltez igual a 2 y serán fabricadas en la obra empleando como moldes a las unidades de albañilería a utilizar en la construcción, recubiertas con papel filtro. Estas probetas no serán curadas y serán mantenidas en sus moldes hasta cumplir 28 días de edad.

**Artículo 8.- ACERO DE REFUERZO**

8.1. La armadura deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031).

8.2. Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la

norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).

**Artículo 9.- CONCRETO**

9.1. El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a  $17,15 MPa (75 kg/cm^2)$  y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

**CAPÍTULO 4  
PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION**

**Artículo 10.- ESPECIFICACIONES GENERALES**

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

10.1. Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.

10.2. En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.

10.3. Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del cemento.

10.4. Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

a) Para concreto y sílico-calcareo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.

b) Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm<sup>2</sup>-min (\*).

(\* *Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm<sup>3</sup>) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm<sup>3</sup>) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>, se obtiene como:  $SUCCION = 200 (V1 - V2) / A$ , expresada en gr/200 cm<sup>2</sup> - min, donde «A» es el área bruta (en cm<sup>2</sup>) de la superficie de asiento de la unidad.*

10.5. Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.

10.6. No se asentarán más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.

10.7. Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.

10.8. El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.

10.9. El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades,

**ANEXO N°03:**  
**NORMA TÉCNICA**  
**ITINTEC 331.017**

# NORMAS TÉCNICAS

## ITINTEC 331.017

### ORIGEN

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual  
INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES

### NORMA TECNICA PERUANA

<b>PERU NORMA TECNICA NACIONAL</b>	<b>ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería Requisitos</b>	<b>ITINTEC 331.017 Octubre, 1978.</b>
--------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

### 1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 331.018** Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo.
- ITINTEC 331.019** Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.
- ITINTEC 821.003** Sistema Internacional de Unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades.

### 2. OBJETO

2.1 La presente norma establece las definiciones, clasificación, condiciones generales y requisitos que debe cumplir el ladrillo de arcilla, usado en albañilería.

### 3. DEFINICIONES

#### 3.1 Materia Prima

**3.1.1 Arcilla.-** Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C.

**3.1.2 Esquisto arcilloso.-** Es la arcilla estratificada en capas finas, sedimentadas y consolidadas, con un clivaje muy marcado paralelo a la estratificación.

**3.1.3 Arcilla superficial.-** Es la arcilla estratificada no consolidada que se presenta en la superficie.

#### 3.2 Manufactura

**3.2.1 Artesanal.-** Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

**3.2.2 Industrial.-** Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

### 3.3 Designación

Es la manera elegida para denominar el ladrillo de acuerdo a sus características.

**3.3.1** El ladrillo se designará por su tipo (ver 4.0), por su sección (macizo, perforado o tubular, ver 3.4) y por sus dimensiones (ver 3.5), largo (cm) x ancho (cm) y alto (cm).

Ejemplo.- Un ladrillo sin huecos que cumple con los requisitos para "Tipo III - macizo - 24 x 14 x 10"; y si se usa de canto "Tipo III - macizo - 24 x 10 x 14".

### 3.4 Ladrillo

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno.

**3.4.1 Ladrillo macizo.-** Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección.

**3.4.2 Ladrillo perforado.-** Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección.

**3.4.3 Ladrillo tubular.-** Es el ladrillo con huecos paralelos a la superficie de asiento.

### 3.5 Dimensiones y áreas

**3.5.1 Dimensiones especificadas.-** Son las dimensiones a las cuales debe conformarse el ladrillo de acuerdo a su designación.

**3.5.2 Dimensiones.-** Dimensiones reales que tiene el ladrillo.

**3.5.3 Largo.-** Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

**3.5.4 Ancho.-** Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

**3.5.5 Alto.-** Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

**3.5.6 Área bruta.-** Es el área total de la superficie de asiento, obtenida de multiplicar su largo por su ancho.

**3.5.7 Área neta.-** Es el área bruta menos el área de los vacíos.

## 4. CLASIFICACION

El ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla 1 y Tabla 2).

**4.1 Tipo I.-** Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

**4.2 Tipo II.-** Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

**4.3 Tipo III.-** Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.

**4.4 Tipo IV.-** Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

**4.5 Tipo V.-** Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

## 5. CONDICIONES GENERALES

El ladrillo Tipo III, Tipo IV, y Tipo V deberá satisfacer las siguientes condiciones generales. Para el ladrillo Tipo I y Tipo II estas condiciones se consideran como recomendaciones.

**5.1** El ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

**5.2** El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico.

**5.3** El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia.

**5.4** El ladrillo no tendrá excesiva porosidad, ni tendrá manchas o vetas blanquesinas de origen salitroso o de otro tipo.

## 6. REQUISITOS

**6.1 Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.-** El ladrillo ensayado mediante los procedimientos descritos en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 1.

**TABLA 1.- REQUISITOS OBLIGATORIOS:** Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.

TIPO	VARIACION DE LA DIMENSION (1) (máx. en %)			ALABEO (2) (máx. en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (mínima daN/cm <sup>2</sup> )	DENSIDAD (mínimo en g/cm <sup>3</sup> )
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018					
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm			
I Alternativamente	± 8	± 6	± 4	10	Sin limite	1,50
					60	Sin limite
II Alternativamente	± 7	± 6	± 4	8	Sin limite	1,60
					70	1,55
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1,60
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70

**NOTA 1.-** La variación de la dimensión se aplica para todas y cada una de las dimensiones del ladrillo y está referida a la dimensiones especificadas.

**NOTA 2.-** El alabeo se aplica para concavidad o convexidad.

**6.2 Absorción y coeficiente de saturación.**- El ladrillo ensayado mediante el procedimiento descrito en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de Arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 2.

**TABLA 2.- REQUISITOS COMPLEMENTARIOS:** Absorción y coeficiente de saturación.

TIPO	ABSORCION (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) (2)
I	Sin Límite	Sin Límite
II	Sin Límite	Sin Límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

**NOTA 1.-** El ensayo de absorción máxima sólo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.

**NOTA 2.-** El ensayo de coeficiente de saturación sólo es exigible para condición de intemperismo severo.

**6.3 Durabilidad.**- La tabla 3 indica el tipo de ladrillo a emplearse según la condición de uso y la condición de intemperismo a que se encontrará sometida la construcción de albañilería.

**TABLA 3.-** Tipo de ladrillo en función de condiciones de uso e intemperismo.

CONDICION DE USO	CONDICION DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MODERADO	SEVERO
Para superficies que no están en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Cualquier Tipo	Tipos II, III, IV y V.	Tipos IV y V.
Para superficies en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Tipos III, IV y V.	Tipos IV y V.	Ningún tipo.

**NOTA 1.-** La condición de intemperismo está asociada al índice de degradación. Este tiene un valor de 99 para las regiones de degradación baja, de 100 a 499 para las regiones de degradación moderada y de 500 o más para las regiones de degradación severa.

**NOTA 2.-** La definición de índice de degradación se incluye en el apéndice A.

### ANTECEDENTES

\* Proyecto de investigación 3120

“Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional”.

\* Proyecto de Norma Técnica, resultado de la Investigación.

\* Normas Extranjeras ASTM (EE UU), ISO (Internacional), NF (Francesa), INDITECNOR (Chilena), INEN (Ecuatoriana), IRAM (Argentina), ABNT (Brasilera), UNIT (Uruguaya), ICONTEC (Colombiana), BSI (Inglesa), SABS (Sud Africana).

## APENDICE "A"

### PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA EN RELACION A SU UTILIZACION EN ALBAÑILERIA

Para la elaboración de la NORMA TECNICA NACIONAL PARA EL LADRILLO DE ARCILLA EN ALBAÑILERIA se ha tenido en cuenta, principalmente, aquellos requisitos del ladrillo que afectan el comportamiento, la calidad y las propiedades de las construcciones de albañilería. En este contexto es imprescindible tener en cuenta que si bien existe relación entre las propiedades del ladrillo y las de la albañilería, estas propiedades en ningún modo son idénticas, ya que se trata, en realidad, de dos materiales distintos.

Consecuentemente, se ha considerado necesario incluir en este Apéndice "A" una explicación sucinta acerca de la relación entre las propiedades de ambos materiales; en particular se analiza aquellas propiedades materia de la Norma, pero también se evalúan aquellas otras que, aunque no están normadas, pueden influir en la calidad de la albañilería y que por lo tanto, deberán formar parte de las especificaciones de construcción.

Los criterios que permitieron definir los requisitos y ensayos que debían incluirse en la norma y aquellos que podían quedar sólo como recomendación, se establecieron en base a los resultados de la investigación y ensayo de ladrillos típicos producidos en 31 ladrilleras representativas ubicadas en 14 departamentos del Perú.

Adicionalmente, se consideró necesario incluir en la norma sólo aquellas propiedades y ensayos, cuya medición es compatible con los recursos técnicos o facilidades de laboratorio con que se cuenta en las diferentes localidades del país. Esta decisión se refleja en los requisitos de clasificación para cada tipo.

#### A.1 GEOMETRIA: VARIACION DE DIMENSIONES O ALABEO.

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto, así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas.

El mortero cumple en la albañilería dos funciones, la primera es separar los ladrillos de modo tal de absorber las irregularidades de estos y, la segunda, es pegar los ladrillos de modo tal que la albañilería no sea un conjunto de piezas sueltas, sino un todo. Para la albañilería de buena calidad se estima que un espesor de juntas de 10 mm a 12 mm es adecuado y suficiente. Cuando las imperfecciones del ladrillo exceden los valores indicados para el Tipo IV el espesor de la junta tiene que ser necesariamente mayor de 12 mm. Se considera que la resistencia de la albañilería disminuye aproximadamente en 15% por cada incremento de 3 mm el espesor de la junta de mortero.

En resumen, las imperfecciones geométricas del ladrillo inciden en la resistencia de la albañilería. A más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería.

Adicionalmente, resulta obvio que el aspecto de la albañilería se deteriora con imperfecciones crecientes en el ladrillo.

#### A.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION.

La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'm$ ) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ( $f'b$ ), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada.

De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo. En el acápite 1 de este Apéndice "A" se ha explicado la influencia de la perfección geométrica del ladrillo, queda por precisar la relación de la resistencia a la compresión del ladrillo con la de la albañilería.

Se estima que la resistencia a la compresión de la albañilería, representada por la prueba a rotura de un prisma normalizado, es del 25% al 50% de la resistencia a la compresión del ladrillo. Los valores más bajos (25%) corresponden a condiciones de construcción y calidad de mortero bajas y los más altos (50%) representan el límite superior de la albañilería obtenible con un determinado ladrillo en condiciones óptimas.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la forma de falla a compresión es diferente en la prueba del prisma de albañilería que en la prueba del ladrillo. En el primer caso la falla ocurre por una combinación de compresión axial y tracción lateral (causada por el escurrimiento del mortero de las juntas), mientras que en la prueba del ladrillo la falla ocurre por aplastamiento o corte.

Finalmente, para mantener la coherencia de la clasificación la Norma relaciona, para cada Tipo de ladrillo, la resistencia a la compresión con la perfección geométrica y con las otras propiedades exigibles. De este modo se asegura la normalización de un ladrillo que puede ser empleado en diseños más exigentes y en construcciones con un mejor control, en otras palabras con más eficiencia y economía.

### **A.3 DENSIDAD.**

A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica.

Consecuentemente, se ha decidido emplear en la Norma el valor de la densidad como un criterio que permite de una manera simple, mediante ensayos fáciles de efectuar prácticamente en cualquier lugar, evaluar la calidad de ladrillo con que se cuenta.

### **A.4 MODULO DE RUPTURA.**

Se ha dicho que la propiedad característica de la albañilería es su resistencia a la compresión. Cuando un prisma de albañilería es sometido a una carga de compresión la primera falla ocurre al rajarse verticalmente los ladrillos, como consecuencia de la tracción lateral ocasionada por la tendencia del mortero a fluir lateralmente y escapar de entre los mismos. Consecuentemente, al aumentar la resistencia a la tracción del ladrillo se aumenta también la resistencia a la compresión de la albañilería.

El módulo de ruptura es una medida aproximada de la resistencia a la tracción del ladrillo.

Esta propiedad no ha sido considerada como requisito para la clasificación del ladrillo en virtud de haberse establecido que su valor está relacionado con la resistencia a la compresión y en razón de que la información cuantitativa que ella proporciona acerca de la albañilería no puede establecerse.

Sin embargo, se recomienda la medición del módulo de ruptura cuando se trata de ladrillos tipo IV y tipo V ya que permitirá una mejor selección del ladrillo que se propone emplear.

A manera de referencia se indica a continuación el valor mínimo aproximado obtenible para cada tipo de ladrillo:

<b>TIPO</b>	<b>MODULO DE RUPTURA (daN/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>I</b>	<b>6</b>
<b>II</b>	<b>7</b>
<b>III</b>	<b>8</b>
<b>IV</b>	<b>9</b>
<b>V</b>	<b>10</b>

### **A.5 ABSORCION MAXIMA.**

La absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector.

Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas.

### **A.6 COEFICIENTE DE SATURACION.**

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie.

El coeficiente de saturación es la relación que existe entre la absorción del ladrillo (cuando se le sumerge en agua un número de horas determinado) y la absorción máxima de ladrillo (medida luego de 5 horas de ebullición). A mayor coeficiente de saturación, mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie. Así un ladrillo con un coeficiente de saturación menor de 0,8 es poco absorbente y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo, y un ladrillo con un coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente y sólo es utilizable cuando se protege de la intemperie mediante recubrimiento adecuado.

Este criterio de resistencia al intemperismo ha sido incorporado en la Norma para asegurar la adecuada durabilidad de la construcción de albañilería cuando existen condiciones de uso e intemperismo particularmente exigentes.

### **A.7 INDICE DE DEGRADACION.**

El efecto de la exposición a la intemperie en los ladrillos tiene que ver con el "índice de degradación" que equivale al producto de la cifra del promedio anual de días de ciclo de congelamiento y el promedio anual de precipitación invernal (en pulgadas), definidos de la siguiente forma:

Un día de ciclo de congelamiento es cualquier día en el cual la temperatura del aire pasa por encima o por debajo de 0°C. El número promedio de días de ciclo de congelamiento en un año puede ser considerado como igual a la diferencia entre el número medio de días durante los cuales la temperatura máxima fue de 0°C o menos.

La precipitación invernal es la suma, en pulgadas de la precipitación media mensual corregida que ocurre durante el período entre la primera helada temprana en el otoño y la fecha normal de la última helada temprana de la primavera. La precipitación invernal para cualquier período es igual a la precipitación total menos un décimo de la caída total de nieve, hielo o granizo. La precipitación para cualquier porción del mes se obtiene haciendo el prorrateo.

La región de degradación severa tiene un índice de degradación de 500 ó más. La región de degradación moderada tiene un índice de degradación de 100 ó 499. La región de degradación insignificante tiene índices de degradación de 99 ó menos.

Para evaluar las condiciones de intemperismo se seleccionaron las ciudades de Huancavelica y Puno y se utilizó la información disponible del SENAMHI de los últimos 5 años. Para estas ciudades se obtuvo un índice de degradación de 210 y 250 respectivamente, concluyéndose que en el país las áreas urbanas no se presentan en zonas con intemperismo severo. Sin embargo se ha dejado abierta en la Norma la posibilidad de que se requiera edificar en zonas con intemperismo severo empleando ladrillo.

## A.8 SUCCION.

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm<sup>2</sup> es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso.

De las pruebas realizadas se ha obtenido los siguientes valores según los tipos de ladrillo:

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm <sup>2</sup> )
I	61
II	66
III	53
IV	No se obtuvo valores
V	38

Al obtenerse valores de succión promedio sustancialmente mayores que el límite indicado, se concluye que es indispensable que todo el ladrillo de arcilla se sature con agua inmediatamente antes de asentarlo, la forma de efectuar esta operación dependerá de la retentividad del mortero a emplearse.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.

## A.9 EFLORESCENCIA.

En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir sí las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida al ensayo sea calificada como "eflorescida".

No obstante que esta propiedad no está normada como requisito se recomienda realizarla en los casos en que se trate de acabados de ladrillo visto o cuando la albañilería se encontrará sometida a humedad intensa y constante.

## APENDICE "B"

### EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Teniendo en cuenta que las unidades empleadas en la presente Norma están conforme con la Norma Técnica ITINTEC 821.003 "Sistema Internacional de unidades y recomendaciones par el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades" cuyo uso no esta generalizado por la existencia de unidades empleadas tradicionalmente en documentos de estudio y equipos, se hace necesario la inclusión de la tabla de equivalencias siguiente:

### EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Unidades SI	Otras Unidades del SI	Unidades Tradicionales
Pa (pascal) *	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup>	0,10 kgf/m <sup>2</sup>
N (newton) *	1 N = 1 kg m/s <sup>2</sup>	0,10 kgf
100 Pa	1 N/dm <sup>2</sup>	0,10 kgf/dm <sup>2</sup>
10 000 Pa	1 N/cm <sup>2</sup>	0,10 kgf/cm <sup>2</sup>
1 000 000 Pa	1 daN/cm <sup>2</sup> = 10 N/cm <sup>2</sup>	1 kgf/cm <sup>2</sup>
1 MPa	1 000 000 Pa	10 kgf/cm <sup>2</sup>
1 MPa	100 N/cm <sup>2</sup>	1 kgf/cm <sup>2</sup>
0,1 MPa	10 N/cm <sup>2</sup>	1 kgf/cm <sup>2</sup>

\* Unidades Derivadas SI aprobadas

**ANEXO N°04:  
NORMA TÉCNICA  
ITINTEC 331.019**

# NORMAS TÉCNICAS

## ITINTEC 331.019

### ORIGEN

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual  
INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES

### NORMA TECNICA PERUANA

<b>PERU NORMA TECNICA NACIONAL</b>	<b>ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería Requisitos</b>	<b>ITINTEC 331.019 Octubre, 1982</b>
--------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

### 1. NORMAS A CONSULTAR

**ITINTEC 331.017** Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos

### 2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece el procedimiento para el muestreo y recepción de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.

### 3. DEFINICIONES

3.1 **Partida.-** Es el conjunto de unidades de albañilería que motivan una transacción comercial.

3.2 **Lote.-** Es el subconjunto de ladrillos de la misma forma y tamaño fabricados en condiciones similares de producción.

3.3 **Muestra.-** Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote con la finalidad de obtener la información necesaria que permite apreciar las características de ese lote.

3.4 **Espécimen.-** Es cada una de las unidades en donde se deben aplicar los métodos de ensayo.

3.5 **Unidades de albañilería.-** Son, para efectos de la presente Norma, las unidades (macizas, perforadas y tubulares), fabricadas para construir muros al disponerlas convenientemente y que deben cumplir los requisitos de durabilidad, resistencia y otros requisitos relacionados con las condiciones de uso y el material que las constituyen.

#### 4. INSPECCION Y RECEPCION

4.1 **Muestra.**- Sólo se aceptarán para la realización de ensayos los lotes que satisfagan las condiciones generales indicadas en la Norma de Requisitos. Se escogerán ladrillos enteros que sean representativos del lote del cual fueron seleccionados.

#### 4.2 Número de muestras

4.2.1 Para cada lote de 50 000 ladrillos o fracción se realizará la secuencia "A" de ensayos.

4.2.2 Para los lotes en exceso de 50 000 ladrillos, se realizará la secuencia "A" para los primeros 50 000 y la secuencia "B" de ensayos, por cada grupo adicional de 100 000 ladrillos o fracción.

**TABLA 1.- Número de muestras**

ENSAYOS	SECUENCIA "A"	SECUENCIA "B"
Dimensiones y alabeo	10	5
Resistencia a la compresión	5	3
Densidad	5	3
Módulo de rotura	5	3
Absorción y absorción máxima	5	3
Succión	5	3
Eflorescencia	10	8

**NOTA.**- Los ensayos de módulo de rotura, succión y eflorescencia no formarán parte de los requerimientos para la clasificación del ladrillo. Es recomendable su ejecución para los fines que se indican en el Apéndice "A" de la Norma Técnica 331.017.

4.3 **Identificación.**- Se marcará cada espécimen de manera que se le pueda identificar en cualquier momento. Las marcas no cubrirán más del 5% de la superficie del espécimen.

4.4 **Recepción.**- Se considera que el lote de ladrillos satisface la presente Norma, si el promedio de los valores resultantes de los ensayos cumplen con la siguiente ecuación:

- Cuando se especifica límite inferior  $X \geq I + \sigma$
- Cuando se especifica límite superior  $X \leq S - \sigma$

donde:

- X** es el promedio de los valores obtenidos en el ensayo.
- I** es el límite inferior dado por la Norma de Requisitos.
- S** es el límite superior dado por la Norma de Requisitos.
- $\sigma$**  es la medida de dispersión (desviación standard).

## 5. ANTECEDENTES

\* 5.1 Proyecto de investigación 3116

“Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional”.

\* 5.2 ANSI/ASTM C 67-66 Standard methods of sampling and testing brick (Estados Unidos).

\* 5.3 NF P 13-301-74 Briques creuses de terre cuite (Francia).

\* 5.4 Nch 169.Of.73 Ladrillos cerámicos. Clasificación y Requisitos (Chile).

\* 5.5 INEN 292-1977 Ladrillos cerámicos. Muestreo.

\* 5.6 IRAM 12518/55 Ladrillos cerámicos comunes (Argentina). \*

5.7 IRAM 12532/60 Ladrillos cerámicos huecos (Argentina).

\* 5.8 ABNT 648-75 Ladrillos cerámicos nao esmaltados (Brasil). \* 5.9 ICONTEC 451 Ladrillos cerámicos (Colombia).

\* 5.10 BSI 3921-74 Clay bricks and blocks.

\* 5.11 SABS 589-1971 Hollow clay building blocks. \*

5.12 SABS 227-1970 Burn clay masonry units.

**ANEXO N°05:  
NORMA TÉCNICA  
PERUANA 399.605**

## **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería**

MASONRY UNITS. Test methods for compressive strength of masonry prisms

**2013-01-09**  
**2ª Edición**

## UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

### 1. OBJETO

1.1 Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería, y los cálculos para determinar la resistencia en compresión,  $f_{mt}$ , utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería,  $f'_m$ . Cuando este método de ensayo es usado con propósitos de investigación, los procedimientos de fabricación y ensayo contenidos, servirán como referencia y para proporcionar parámetros de control. Este método también cubre los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión de prismas obtenidos a partir de muestras eliminadas en obras de albañilería.

1.2 Los valores indicados en unidades internacionales deberán ser considerados como estándar. Los valores dados entre paréntesis serán sólo informativos.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

- 2.1.2 NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
- 2.1.3 NTP 399.613:2005 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

## 2.2 Normas Técnicas de Asociación

- 2.2.1 ASTM C 1532/C1532M-12 Standard Practice for Selection, Removal, and Shipment of Manufactured Masonry Units and Masonry Specimens from Existing Construction
- 2.2.2 ASTM C 1587:2009 Standard Practice for Preparation of Field Removed Manufactured Masonry Units and Masonry Specimens for Testing

## 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica en la construcción de prismas de albañilería y para efectuar el ensayo de compresión de los mismos.

## 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **muestra:** Una muestra consiste de por lo menos tres prismas contruidos del mismo material y ensayados a la misma edad.

4.2 **anotaciones:**

- 4.2.1  $f_m$ : resistencia específica en compresión de albañilería
- 4.2.2  $f_{mi}$ : resistencia en compresión de albañilería
- 4.2.3  $h_p$ : altura del prisma
- 4.2.4  $t_p$ : por lo menos las dimensiones reales laterales del prisma

## 5. CONDICIONES GENERALES

5.1 Esta Norma Técnica Peruana proporciona una manera de verificar que los materiales constituyentes de la albañilería garanticen que ésta cumpla con la resistencia a la compresión especificada

5.2 Este método de ensayo proporciona un medio para evaluar las características de resistencia a la compresión de la construcción en albañilería en campo, a través de pruebas de los prismas obtenidos a partir de aquella construcción cuando es muestreada de acuerdo con la práctica de la ASTM C1532. Las decisiones tomadas en la preparación de tales prismas extraídos en obra para la prueba, la determinación de la superficie neta, y la interpretación de los resultados de las pruebas de compresión requiere el juicio profesional.

5.3 Si este método de ensayo especificado en la presente NTP es usado como referencia en investigación para determinar los efectos de diversos parámetros en la resistencia en compresión de la albañilería, se permitirán desviaciones del mismo, en tanto éstas sean reportadas. Estos prismas de investigación no serán usados para verificar el cumplimiento de la resistencia en compresión especificada de la albañilería.

NOTA 1: Los laboratorios de ensayo que realizan este método de prueba deben ser evaluados de acuerdo con la práctica del ASTM C1093.

## 6. CONSTRUCCIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

6.1 Se construirán los prismas con unidades representativas de aquellas usadas en la construcción. Si las unidades tienen pestañas, estrías o nervaduras que se proyecten 12.5 mm o más de la superficie de la unidad, se removerán esas salientes mediante corte con sierra. Cuando los prismas se utilizan para el control en obra de la calidad o seguridad, registrar la ubicación en la estructura que se corresponde con el conjunto de prismas construidos.

NOTA 2: Los códigos de construcción o las especificaciones de la norma pueden requerir determinar un conjunto de prismas de un metro cuadrado de construcción. Registrar la ubicación de la estructura que corresponde a un conjunto de prismas permite que los resultados de prueba se puedan atribuir a una determinada parte de la estructura.

6.2 Se construirá una muestra de prismas para cada combinación de materiales y cada edad de ensayo a la cual se requiere determinar la resistencia en compresión de la albañilería.

6.3 Construir cada prisma en una bolsa abierta con humedad adecuada lo suficientemente grande como para encerrar y sellar el prisma completo. Construir los prismas en una base plana y nivelada y en un lugar donde permanecerán sin perturbaciones hasta que se transporten para su ensayo.

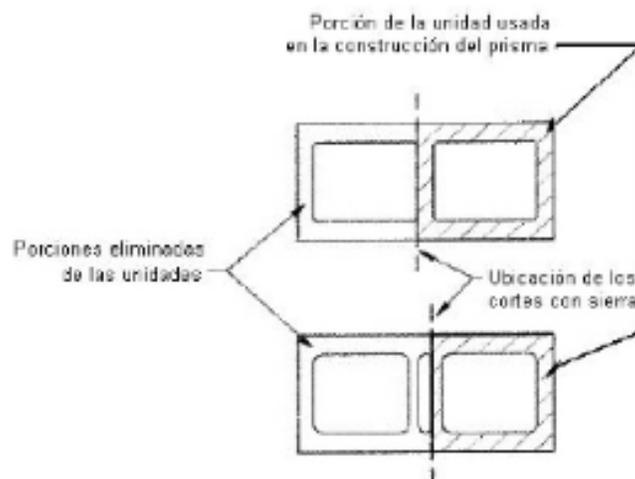
6.4 Se construirán los prismas como se muestra en la Figura 1, con las unidades asentadas en forma de pila (una sobre la otra). Se colocarán las unidades en el prisma en la misma posición usada en la correspondiente construcción. En el momento de la construcción del prisma, las superficies de las unidades deberán estar libres de humedad. Donde la construcción correspondiente es de multi-Wythe de albañilería con Wythes compuesto de diferentes unidades o morteros, construir prismas representativos de cada diferente Wythe y analizarlos por separado.



**FIGURA 1 - Construcción de prismas de albañilería**

6.5 Construir los prismas con las unidades de longitud de tamaño completo o reducido. Cualquier corte requerido con sierra se llevará a cabo en las unidades antes de la construcción del prisma. El contenido de humedad de las unidades utilizadas para la construcción de los prismas deberá ser representativo de aquellos utilizados en la construcción. Los prismas compuestos de unidades huecas que contienen celdas cerradas tendrán por lo menos una celda completa con el espesor total de sus paredes en ambos lados (véase Figura 2). Prismas compuestos de unidades huecas con celdas abiertas, tendrán la sección transversal lo más simétrica posible. La longitud mínima de los prismas será de 100 mm .

NOTA 3: Cuando el uso de grandes bloques de albañilería, la experiencia ha demostrado que la reducción de la longitud de estas unidades antes de la construcción del prisma, hace que su manipulación y transporte sea más fácil. Por lo tanto, estos prismas de menor longitud de la unidad son menos propensos a ser dañados y tienen más probabilidades de estar apropiadamente tapados y ensayados. Además, el prisma más pequeño será menos probable que sea afectado por los efectos de la placa de la flexión durante la prueba, tal como se describe en la nota 9, y por lo tanto, proporcionará una evaluación más precisa de la resistencia de los materiales en el prisma de albañilería. Por estas razones, se sugiere el uso de prismas menor longitud.



**FIGURA 2 – Corte de unidades huecas antes de la construcción de prismas**

6.6 Se fabricarán los prismas de albañilería con capas completas de mortero, colocando mortero en todo el perímetro y en las almas interiores de las unidades huecas. Se utilizará el espesor de junta de mortero y el método de posicionar y alinear la unidad que sean representativos de la correspondiente construcción. Usar las juntas de mortero que se cortan al ras. En los prismas que serán llenados con concreto líquido, se deberán remover las rebabas de mortero que sobresalgan dentro del espacio a ser llenado con el concreto líquido.

6.7 Se fabricarán los prismas con una altura mínima de dos unidades, con una relación alto - espesor,  $h_p/t_p$ , entre 1,3 y 5,0.

6.8 Inmediatamente después de la construcción del prisma, sellar la bolsa ajustándola para mantener la humedad alrededor del prisma.

### **6.9 Prismas con concreto líquido**

6.9.1 Cuando los prismas se utilizan para el control calidad de la obra o seguridad, los prismas construidos durante el mismo momento que el correspondiente a la construcción, y prismas de mortero cuando la construcción correspondiente está siendo

llenada. Cuando los prismas se utilizan para otros propósitos, rellenar los prismas en no menos de 4 horas ni más de 48 horas tras la construcción de los prismas.

NOTA 4: Las pruebas de prismas puede ser parte de una Norma de campo de control de calidad o el programa de aseguramiento. Estos prismas están intencionados para ser representativa de un elemento de albañilería construido tal como una pared, columna, pilastra, o la dorada. Se construyen como compañeros al elemento albañilería en un sitio de trabajo, donde el elemento de albañilería, es sitio construido, o dentro de una fábrica o tienda donde el elemento de tienda es de piedra. Los prismas también pueden estar fabricados en un laboratorio con fines de investigación.

6.9.2 Cuando la construcción correspondiente está sólidamente llenado, entonces el relleno se encuentra sólidamente en el prisma. Se usará el concreto líquido representativo del usado en la correspondiente construcción. Antes de echar el concreto líquido, se removerán las rebabas de mortero que sobresalgan dentro del espacio a ser llenado. Se emplearán los procedimientos de compactación y retemplado que sean representativos de los usados en la construcción. Después de la compactación, se colocará concreto líquido adicional dentro de los prismas, según sea necesario. Se eliminará el exceso enrasando el concreto líquido de manera que quede a nivel con la parte superior del prisma y en contacto con el perímetro del espacio relleno de las unidades. Los prismas rellenos no deberán contener refuerzo alguno.

6.9.3 Cuando la construcción correspondiente sea parcialmente rellena con concreto líquido, se construirán dos muestras de prismas, una rellena totalmente con concreto líquido como se describe en el apartado 6.9.2 y la otra muestra sin relleno.

6.9.4 En caso unidades o prismas de extremo abierto, que contienen cemento entre Wythes similares para ser rellenas, usar unidades similares de albañilería como las formas de limitar el cemento líquido durante la colocación. Utilizar las abrazaderas para prevenir el desplazamiento durante la inyección. Rellenar como se describe en el apartado 6.9.2.

6.9.5 Inmediatamente después de la operación de inyección, cerrar la bolsa de humedad apretada alrededor del prisma.

6.10 Se evitará que los prismas se congelen. No se alterarán o moverán los prismas durante las primeras 48 horas después de la fabricación y la colocación del relleno

con concreto líquido. Mantener los prismas en las bolsas de humedad apretadas hasta 48 horas antes del ensayo.

6.11 Almacenar indicando la temperatura máxima y mínima con la muestra y registrar las temperaturas máxima y mínima experimentada durante las primeras 48 h del período.

## **7. OBTENCIÓN Y TRANSPORTE DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

7.1 Para la eliminación de las muestras de la obra de albañilería, seleccionar y eliminar las muestras de acuerdo con la práctica del C1532.

7.2 Antes de transportar los prismas contruidos y la remoción de los especímenes de la obra de albañilería, se amarrará o zunchará cada prisma o espécimen para prevenir daños durante la manipulación y el transporte. Los prismas y especímenes deben ser asegurados para evitar sacudidas, de rebote, o vuelco durante el transporte.

7.3 Transportar los prismas y las muestras de albañilería, de acuerdo con la práctica del ASTM C1532.

7.4 Para eliminar las muestras de la obra de albañilería, después de que los especímenes han sido transportadas al laboratorio, obtener prismas de los especímenes de albañilería utilizando los procedimientos descritos en la práctica ASTM C1587.

## **8. CURADO**

8.1 Después de las primeras 48 h de curado de prismas contruidos, mantener los prismas en bolsas en una zona con una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$ ). Dos días antes de la prueba, retire las bolsas de humedad apretada y continuar el almacenamiento a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) y una humedad relativa inferior al 80 % .

8.2 Para los prismas obtenidos en la obra de albañilería, almacenar las muestras en el laboratorio a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) y una humedad relativa inferior al 80 % por lo menos dos días antes de la prueba.

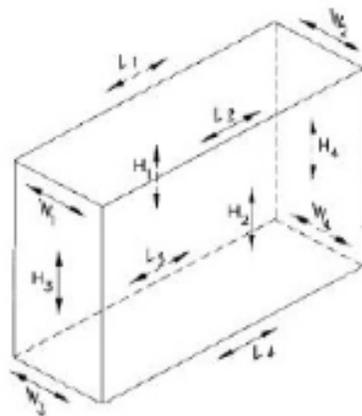
8.3 Prismas no será secados en horno o de lo contrario se expone a temperaturas superiores a los requisitos de temperatura de almacenamiento en cualquier momento antes de la prueba.

8.4 Humedad visible no deberá estar presente en la superficie de los prismas en el momento de la prueba. Prolongar el tiempo de almacenamiento, según sea necesario para asegurar las condiciones secas de la superficie de los prismas en el momento de la prueba.

8.5 Se ensayarán los prismas a la edad de 28 días o a la edad solicitada para el ensayo. Se ensayará una muestra de prismas para cada edad. La edad del prisma se determinará a partir del momento del asentado de la unidades para los prismas sin relleno y desde el momento de efectuado el relleno, para los prismas rellenos con concreto líquido.

## 9. MEDICIONES Y DETERMINACIÓN DEL ÁREA NETA

**9.1 Medición de los prismas:** Como se muestra en la Figura 3, medir con aproximación de 1 mm , la longitud y el ancho en ambos bordes de las caras superior e inferior de los prismas. Determinar la longitud y el ancho del prisma promediando las cuatro medidas de cada dimensión. Medir la altura del prisma en el centro de cada cara con una aproximación de 1 mm . Determinar la altura del prisma promediando las cuatro medidas.



**FIGURA 3 – Ubicación de las mediciones en el prisma**

9.1.1 Para prismas obtenidos de los especímenes extraídos de la obra de albañilería realizar mediciones adicionales tantas como sean necesarias para documentar la condición y las dimensiones del espécimen.

NOTA 5: Los prismas obtenidos de los especímenes extraídos de la obra de albañilería tendrán diferentes tamaños, formas y configuraciones. Estas variaciones son el resultado de diferentes sistemas de unión, morteros o prácticas de unión, la presencia de refuerzos y otros accesorios, junto con la albañilería, y de las técnicas utilizadas para extraer las muestras de los montajes de la pared. Estas variaciones pueden crear dimensiones no uniformes del prisma a lo largo de su longitud o en su sección transversal. Como tal, las medidas adicionales se requieren a menudo para documentar adecuadamente la condición del prisma y de comunicar esta condición a los lectores del informe de ensayo.

## 9.2 Área neta de la sección transversal:

9.2.1 **Prismas contruidos:** Tomar el área neta de sección transversal de los prismas sin relleno como en el área de sección transversal de las unidades de albañilería, determinada mediante la medición o de una muestra representativa de las unidades de ensayo, de acuerdo con los métodos de prueba de la norma NTP 399.604 de albañilería de concreto y los métodos de ensayo de la norma NTP 399.613 para arcilla cocida. Si las unidades de corte se utilizan para la construcción de prismas, determinar el área neta de sección transversal de las unidades de recorte adicional de una manera similar. Determinar el área neta de sección transversal de los prismas totalmente rellenos con concreto líquido, multiplicando la longitud y el ancho del prisma (véase el apartado 9.1).

NOTA 6: El área neta determinada por el método de ensayo ASTM C140 para unidades huecas de concreto suele ser ligeramente diferente al área mínima neta de sección transversal debido a que la superficie de cada unidad de cara y de bandas son típicamente cónicas.

9.2.1.1 Considerar unidades de albañilería de arcilla, cuya área neta de sección transversal es por lo menos 75 % del área bruta de la sección transversal como 100 % sólido.

9.2.2 Prismas obtenidos de especímenes removidos de obras de albañilería: Usar los métodos anteriormente descritos para determinar el área neta, si es el caso. El área neta de los prismas obtenidos de los especímenes extraídos de la obra de albañilería es considerada con el área de apoyo mínimo. Si son prismas de longitud o anchura no uniforme en toda la altura de la muestra, o si las superficies de mortero no están totalmente niveladas, utilizar el criterio profesional para determinar el área de apoyo mínimo que existe para el prisma en cualquier lugar que se produce.

NOTA 7: Mientras que los prismas construidos deben estar plenamente encajados con el mortero, los prismas obtenidos de las muestras de la obra de albañilería, en especial para albañilería hueca, a menudo tienen mortero solamente en la capa de la superficie de las unidades huecas. Para tales prismas, si algo de mortero se encuentra sobre las superficies de soporte superior e inferior de los prismas, éstas se eliminan a consecuencia de rodamiento completo a través de la unidad de sección transversal, la sección mínima por lo general se producirá en una junta de mortero de base intermedia. Para las secciones de las capas de la superficie encajada, multiplicando la longitud medida del prisma en el lugar del empalme encajado por la suma de los espesores de las capas de la superficie puede ser un método eficaz para determinar el área neta mínima de rodamiento. Debido a que las cáscaras de las superficies de las unidades de huecas son a menudo variables, el espesor de la cáscara de la superficie por encima y por debajo de la junta encajada del mortero puede ser diferente. En tal caso, en el cálculo utilizar el espesor de las dos cáscaras de las superficies. La obtención de acceso para medir el espesor de la cara de la superficie es a menudo difícil o imposible. Las mediciones de secciones similares de unidades representativas o de otras partes del prisma es una opción que se está utilizando para las mediciones después de que el ensayo se lleve a cabo. Referirse a los métodos de ensayo ASTM C67 y ASTM C140 como los métodos recomendados de medición del espesor de la cara superficial.

## 10. REFRENTADO

Los prismas son refrentados de acuerdo con el método de ensayo ASTM C1552.

## 11. PROCEDIMIENTO

**11.1 Dispositivo de ensayo:** La máquina de ensayo tendrá una precisión de más o menos 1 % sobre el rango de carga anticipado. La placa superior será un bloque asentado esférico, de metal endurecido firmemente en el centro de la cabeza superior de la máquina. El centro de la esfera se encuentra en el centro de la superficie del lugar en su asiento esférico, pero es libre de girar en cualquier dirección, y su perímetro deberá estar al menos 6,3 mm de la cabeza para dar cabida a especímenes cuyas superficies del cojinete no son paralelas. El diámetro de la parte superior del rodillo será de al menos 150 mm . No es obligatorio el empleo de una placa de metal endurecido utilizado debajo de la muestra, pero se ha encontrado que reduce al mínimo el desgaste de la placa inferior de la máquina.

11.1.1 Cuando el área de soporte de la placa superior o inferior de la platina no es suficiente para cubrir el área de la muestra, una placa de acero de un solo cojinete, con un espesor de al menos igual a la distancia desde el borde del plato a la esquina más lejana de la muestra se colocará entre la placa y la muestra refrentada. La longitud y el ancho de la placa de acero debe ser al menos 6 mm mayor que la longitud y el ancho de los prismas.

11.1.2 Las superficies de la platina o placa destinada para estar en contacto con la muestra deberán tener una dureza no inferior a 60 HRC (BHN 620). Las superficies de la placa y la placa no se deben apartar de las superficies planas en más de 0,03 mm en cualquier dimensión de 150 mm .

NOTA 8: La investigación ha demostrado que el espesor de las placas de apoyo tiene un efecto significativo en prueba de la fuerza de compresión de los prismas de albañilería, cuando el área de soporte de la placa no es suficiente para cubrir el área del espécimen. La placa de flexión da como resultado una distribución de la tensión no uniforme que puede influir en los mecanismos de fallo de los especímenes analizados. La magnitud de este efecto es controlada por la rigidez de la placa, el tamaño del espécimen analizado, y la fuerza del espécimen. Probada la resistencia a la compresión, por lo general se incrementará con el aumento de espesor de la placa y con una distancia reducida hasta la esquina más alejada del espécimen. Algunos laboratorios de pruebas tienen limitaciones en el tamaño de la máquina que limitan la viabilidad de la eliminación de la placa de flexionar por completo. Por lo tanto, los requisitos de espesor de la placa en el apartado 11.1 están destinados a proporcionar un nivel adecuado de exactitud en los resultados de la compresión del ensayo con el fin de ajustarse a los límites de la viabilidad de las pruebas de laboratorio.

**11.2 Colocación del prisma en la máquina de ensayo:** Limpiar las caras de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y el prisma de ensayo. Colocar el prisma de ensayo sobre el plato de carga inferior o placa de apoyo. Alinear ambos ejes

centroidales del espécimen con el centro de aplicación de carga de la máquina. Mientras el plato superior esférico o placa se acerca para apoyarse sobre el prisma, se rotará la porción móvil de la platina superior suavemente con las manos, para obtener un apoyo uniforme.

### **11.3 Carga:**

11.3.1 Para prismas contruidos, aplicar una carga inicial al prisma de la mitad de la carga total esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos que 1 y no más de 2 minutos.

11.3.2 Para prismas obtenidos de especímenes de la obra de albañilería, aplicar una carga inicial a los prismas de un cuarto de la carga esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos de 2 y no más de 4 minutos.

11.3.3 Si el modo de falla no se puede determinar una vez que la carga máxima sea alcanzada, continúe cargando la muestra hasta que el modo de fallo se pueda identificar. Registrar la carga máxima y anotar el modo de falla.

**11.3.4 Observaciones:** Describir el modo de falla tan extensamente como sea posible, o ilustrar, o ambos, los patrones de grieta, y despostillamiento en un esquema o fotografía. Tenga en cuenta si el hecho se produjo en un lado o uno de los extremos del prisma antes de la fractura de la parte contraria o al final del prisma. Identificar el modo de fallo utilizando la Figura. 4.

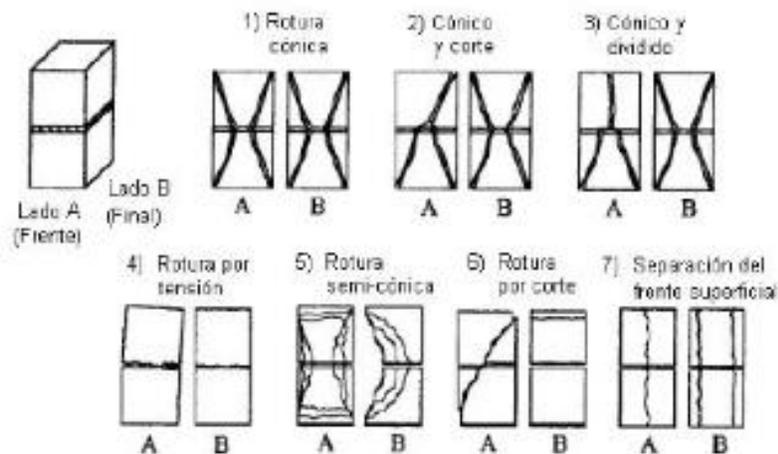


FIGURA 4 - Esquemas de modo de falla

## 12. CÁLCULOS

**12.1 Resistencia del prisma de albañilería:** calcular la resistencia de cada prisma de albañilería dividiendo la carga de cada prisma de la compresión máxima soportada entre el área neta de sección transversal de ese prisma, y expresar el resultado con una precisión de 10 psi (69 kPa).

12.1.1 Cuando se trate del ensayo de prismas rellenos y sin relleno, calcular la resistencia del prisma de albañilería por separado para el conjunto de prismas rellenos y el conjunto de prismas sin relleno.

12.1.2 Cuando se prueba un conjunto de prismas para cada Wythe de un muro de varios Wythe, calcular la resistencia del prisma de albañilería para cada Wythe.

## 12.2 Resistencia a la compresión de albañilería

12.2.1 Se calculará para cada prisma la relación  $h_p/t_p$  entre la altura ( $h_p$ ) y la menor dimensión lateral ( $t_p$ ) de ese prisma. Se determinará el factor de corrección de la Tabla 1. Para valores de  $h_p/t_p$  intermedios, el factor de corrección se calculará mediante interpolación lineal de los valores de la Tabla 1. Determinar el factor de corrección correspondiente por interpolación lineal entre los valores dados.

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

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

<sup>A</sup>  $h_p/t_p$  Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

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

12.2.3 Calcular la resistencia a la compresión de albañilería,  $f_{m1}$ , para cada conjunto de prismas promediando los valores obtenidos.

## 13. INFORME

13.1 Para prismas de construcción, reportar la siguiente información:

13.1.1 Nombre de los responsables de la construcción del prisma, del transporte y las pruebas.

13.1.2 Identificación de cada prisma ensayado y descripción del mismo incluyendo dimensiones: ancho, altura y longitud, relación  $h_p/t_p$ , tipo de mortero y unidad de

albañilería usada en la construcción. Para el caso de prismas rellenos, se incluirá la dosificación del concreto líquido.

13.1.3 Para el control de calidad o aseguramiento en campo, la ubicación de la estructura que corresponda a los prismas como son registrados en el apartado 6.1.

13.1.4 La temperatura máxima y mínima experimentada por el prisma durante las primeras 48 horas luego de la construcción y relleno.

13.1.5 Edad del prisma al momento del ensayo.

13.1.6 Carga máxima en compresión soportada por cada prisma en N (kgf).

13.1.7 Área neta de la sección transversal de cada prisma en milímetros cuadrados y el método usado para calcular el área.

13.1.8 Observaciones durante el ensayo para cada prisma de acuerdo con el apartado 11.4.

13.1.9 Diámetro de compresión de la máquina de cabeza esférica (o el diámetro proyectada si es aplicable), espesor de la placa de rodamiento superior requerimiento basado en función del tamaño del espécimen analizado, y el espesor de la placa de rodamiento superior utilizado.

13.1.10 Máquina de compresión de placa de menores dimensiones, la placa de rodamiento inferior de espesor requerido en función del tamaño del espécimen analizado, y el espesor de la placa de asiento menor utilizada.

13.1.11 Resistencia en compresión de cada prisma calculada con aproximación a los 69 kPa más próximos (véase el apartado 12.1).

13.1.12 Resistencia a la compresión de la albañilería,  $f_{mt}$  para cada muestra de prismas calculada con aproximación a los 69 kPa más próximos (véase el apartado 12.2).

13.2 Para prismas obtenidos de especímenes extraídos de la obra de albañilería, reportar lo siguiente:

13.2.1 Nombre del laboratorio que realiza la prueba

13.2.2 Nombre de los responsables de la extracción, transporte y ensayo del prisma.

13.2.3 Designación, fotografía y descripción detallada de las condiciones de cada espécimen antes del refrentado. Las descripciones de estado deberán abordar todos los detalles que podrían influir en la interpretación de los resultados y se incluyen los siguientes, como mínimo:

13.2.4 Observaciones de pruebas de cada espécimen de acuerdo con el apartado 11.4

13.2.5 Diámetro de compresión de la máquina de cabeza esférica (o el diámetro proyectada si es aplicable), espesor de la placa de rodamiento superior requerimiento basado en función del tamaño del espécimen analizado, y el espesor de la placa de rodamiento superior utilizado.

13.1.6 Máquina de compresión de placa de menores dimensiones, la placa de rodamiento inferior de espesor requerido en función del tamaño del espécimen analizado, y el espesor de la placa de asiento menor utilizada.

13.1.7 Resistencia en compresión de cada prisma calculada con aproximación a los 69 kPa más próximos (véase el apartado 12.1).

13.1.8 Resistencia a la compresión de la albañilería,  $f_{mt}$  para cada muestra de prismas calculada con aproximación a los 69 kPa más próximos (véase el apartado 12.2).

NOTA 9: Las prácticas ASTM C1532 y ASTM C1587 son necesarias como elementos de informe relacionados con la selección, remoción y transporte de las muestras de albañilería en la construcción en obra, así como la preparación de las muestras para ensayos de resistencia a la compresión. Considerar la posibilidad de hacer referencia a esos informes, o incluso que la información reporte sobre el informe C1314 de la los especímenes extraídos de la obra de albañilería.

#### **14. PRECISIÓN Y SESGO**

Debido a la variedad y combinación de materiales involucrados, no se hace mención a la precisión o sesgo de este método de ensayo. No hay suficiente información disponible de ensayos para todos los materiales y combinaciones de materiales que permitan el desarrollo de declaraciones acerca de precisión y sesgo.

#### **15. ANTECEDENTES**

- |      |                  |                                                                                                                           |
|------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15.1 | ASTM C 1314-2010 | Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms                                                           |
| 15.2 | NTP 399.605:2003 | UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería |

**ANEXO N°06:**  
**NORMA TÉCNICA**  
**PERUANA 399.613**

# **NORMAS DE UNIDADES**

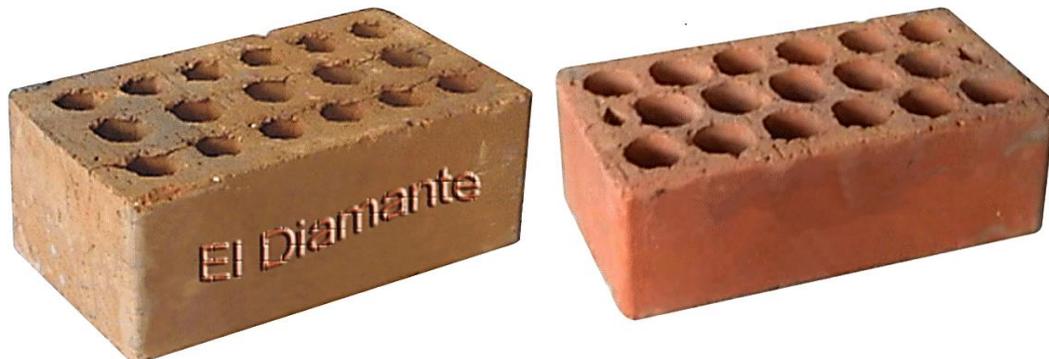
## **NTP 399.613**

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 399.613  
2005

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

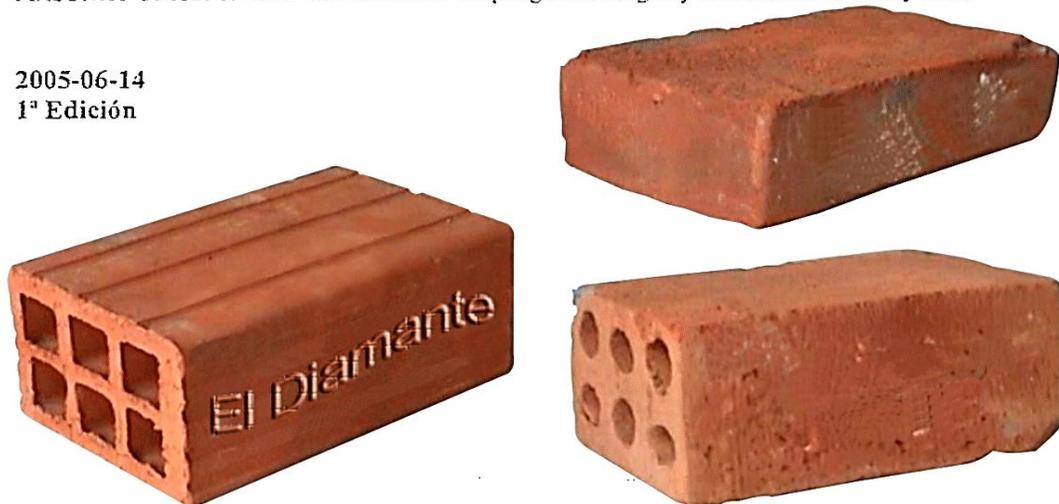
Lima, Perú



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

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

2005-06-14  
1ª Edición



R.0055-2005/INDECOPI-CRT.Publicada el 2005-07-13  
I.C.S.: 91.100.01

Precio basado en 36 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Absorción, Resistencia a la compresión, eflorescencia, congelamiento y descongelamiento, cambio inicial de absorción, cambio de longitud, módulo de rotura, descuadre, muestreo, tamaño, área de vacíos, distorsión

## ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. MUESTREO	2
6. PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES	3
7. MÓDULO DE ROTURA	4
8. RESISTENCIA A LA COMPRESION	5
9. ABSORCIÓN	9
10. CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO	12
11. PERÍODO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	15
12. EFLORESCENCIA	19
13. PESO POR UNIDAD DE ÁREA	21
14. MEDIDA DEL TAMAÑO	21
15. MEDIDA DEL ALABEO	22
16. MEDIDA DEL CAMBIO DE LONGITUD	24
17. CAMBIO INICIAL DE ABSORCIÓN	25
18. MEDIDA DEL ÁREA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS	29
19. MEDIDA DE DESCUADRES	32

i

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de junio del 2002 a noviembre del 2004, utilizando como antecedente a la norma ASTM C 67:2003 a Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2004-12-06, el PNTP 399.613:2004 para su revisión y aprobación siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2005-04-11. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 399.613:2005 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 1ª Edición. El 13 de julio del 2005

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 331.018 y NTP 331.019 y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 67:2003 La Presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	SERVICIO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN – SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardález
Secretaria	Gabriela Esparza Requejo

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

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### Normas Técnicas Peruanas

- |     |                  |                                                                                                              |
|-----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1 | NTP 331.017:2003 | UNIDADES DE ALBAÑILERIA.<br>Ladrillos de arcilla usados en albañilería.<br>Requisitos                        |
| 2.2 | NTP 821.003:1998 | Sistema internacional de unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de algunas otras unidades |

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida usados como unidades de albañilería.

### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en la NTP 331.017.

### 5. MUESTREO

**5.1 Selección de los especímenes de prueba:** Para el propósito de la ejecución de los ensayos, el comprador o su representante autorizado, seleccionará unidades enteras que sean representativas del lote al cual pertenecen. Se deberá considerar especímenes representativos del rango completo de colores, texturas, y tamaños, libres de impurezas, limo u otros materiales no asociados con el proceso de fabricación.

**5.2 Número de especímenes:** Para la determinación del módulo de rotura, la resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión y la absorción, se ensayarán como mínimo 10 unidades representativas de un lote de 1 000 000 o menos; para lotes mayores se tomarán 5 especímenes adicionales, por cada 500 000 unidades. Se podrá tomar mayor número de unidades a criterio del comprador.

**5.3 Identificación:** Se marcará cada espécimen de manera que pueda ser identificado en cualquier momento. Las marcas no cubrirán más del 5 % del área superficial de la(s) cara(s) del espécimen.

## 6. PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

### 6.1 Determinación del peso

6.1.1 **Secado:** Secar los especímenes en un horno ventilado de 110 °C a 115 °C, por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en un intervalo de 2 horas muestren un incremento o pérdida no mayor del 0,2 %.

6.1.2 **Enfriamiento:** Después del secado se enfriarán los especímenes en una cámara a  $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$ , con una humedad relativa entre 30 % y 70 %. Las unidades se almacenarán separadas (no apiladas), libres de corrientes de aire, por un periodo de 4 horas como mínimo, y hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2,8 °C de la temperatura de cámara de enfriamiento. No se deberá usar especímenes muy calientes; para cualquier prueba se requiere unidades secas.

Los especímenes permanecerán en la cámara de secado, con las condiciones de humedad y temperatura indicados, hasta el momento de las pruebas.

6.1.2.1 Método alternativo para enfriamiento de los especímenes puede ser el siguiente: almacenar las unidades separadas, no apiladas, en un ambiente ventilado a temperatura de  $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$ , con una humedad relativa entre 30 % y 70 %, por un periodo de 4 horas hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2,8 °C de la temperatura del ambiente, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de dos horas. Los especímenes deben permanecer en el ambiente ventilado, con las condiciones de temperatura y humedad indicadas.

### 6.1.3 Determinación del peso e informe

6.1.3.1 Se determinará el peso de 5 especímenes, como mínimo, enteros y secos. La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor de 3 000 g y una aproximación de 0,5 g.

6.1.3.2 En el reporte de los resultados se indicará separadamente el peso de cada unidad y el promedio de todas las 5 unidades ensayadas o más con aproximación a 0,1 g.

**6.2 Eliminación de la silicona de las unidades de ladrillo:** Cualquiera de los polímeros orgánicos de silicona compuesta que se colocan sobre la superficie de los ladrillos, pueden ser eliminados por este proceso: caliente el ladrillo a  $510\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$  en un ambiente ventilado, por un período no menor de 3 horas. La diferencia de temperatura de calentamiento y enfriamiento no excederá los  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

NOTA 1: Dónde se indique las especificaciones individuales de las pruebas, adicionalmente se indicará el detalle de la preparación de los especímenes.

## 7. MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

**7.1 Especímenes de prueba:** Se ensayarán 5 unidades enteras completamente secas (véase 6.1.1).

### 7.2 Procedimiento

**7.2.1** Apoye el espécimen de prueba en su mayor dimensión, salvo que se indique de otra manera (de manera tal que la carga se aplique en la dirección del espesor de la unidad), sobre un tramo no menor a la longitud de la unidad menos  $2,5\text{ mm}$  y cargado en el centro del tramo.

Si el espécimen tiene imperfecciones (desniveles o depresiones), colóquelo de tal manera que éstas estén de lado de la compresión. Aplique la carga en la superficie superior del espécimen a través de una plancha de acero de  $6\text{ mm}$  de espesor y  $40\text{ mm}$  de ancho, y de una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

**7.2.2** Los apoyos del espécimen de ensayo deberán estar libres para rotar en las direcciones longitudinal y transversal y se deberán ajustar de manera tal que no ejerzan fuerza alguna en esas direcciones.

**7.2.3** **Velocidad de prueba:** La velocidad de aplicación de la carga no deberá exceder de  $8896\text{ N/m}$ , pero este requerimiento se considera satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayo, no es mayor que  $1,27\text{ mm / min}$ , inmediatamente antes de aplicar la carga.

### 7.3 Cálculo e informe

7.3.1 El módulo de rotura de cada espécimen se calcula con la expresión que se indica a continuación, con aproximación a 0,01 MPa:

$$S = 3W(l/2 - x)/bd^2$$

Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, (Pa)
- W = Máxima carga aplicada con la máquina de prueba, (N)
- l = Distancia entre apoyos (mm) ✓
- b = Ancho neto (cara a cara menos los huecos) del espécimen en el plano de falla, (mm)
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla, (mm) ✓
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hacia el plano de falla, medido en la dirección del paño a lo largo de la línea central de la superficie sometida a tensión, (mm).

7.3.2 El módulo de rotura del lote se determinará como el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados, con aproximación a 0,01 MPa.

## 8. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### 8.1 Especimen de prueba



8.1.1 Se ensayarán medias unidades secas (véase 6.1.1), de ancho y altura equivalentes a las de la unidad original, y longitud igual a media unidad  $\pm$  25 mm. Si la capacidad de resistencia del espécimen excede la capacidad de la máquina, se podrá ensayar piezas menores, con altura y espesor de la unidad original y longitud no menor de  $\frac{1}{4}$  de la longitud total de la unidad, y con un área de sección horizontal bruta no menor de 90 cm<sup>2</sup>.

El espécimen de prueba se obtendrá por cualquier método de corte que produzca un espécimen con extremos aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras. Se deberá ensayar como mínimo cinco especímenes.

Eventualmente se podrá utilizar para el ensayo de compresión, unidades enteras, en cuyo caso deberá efectuarse la corrección en el valor promedio de resistencia, mediante un coeficiente que responde a la correlación obtenida en investigaciones de laboratorio. Estos coeficientes se detallan en el anexo A.

## 8.2 Refrentado del espécimen



8.2.1 Todos los especímenes deberán estar preparados según lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2, antes de proceder al refrentado de los mismos.

8.2.2 Si las superficies de contacto del espécimen son ahuecadas o apaneladas, llenar las depresiones con un mortero compuesto por una parte, en peso, de mortero de cemento Portland y dos partes, en peso, de arena, incorpore un aditivo o cloruro de calcio en porcentaje no mayor de 2 %. Dejar reposar los especímenes por lo menos 48 horas antes de aplicar el refrentado. Cuando las cavidades excedan 13 mm, usar un fragmento de ladrillo o una sección de teja o placa metálica como relleno en el núcleo.

Para refrentar los especímenes se aplicarán los procedimientos indicados en los apartados 8.2.3 y 8.2.4.

8.2.3 **Refrentado con yeso:** Cubrir las caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca. Una vez completamente secos, cubrir una de las superficies con una capa delgada de yeso calcinado (yeso hemihidrato), que ha sido distribuida sobre una placa no absorbente y aceitada, tal como vidrio o metal procesado. La placa para la superficie de refrentado debe ser plana con margen de 0,08 mm en 400 mm, y suficientemente rígida y apoyada de tal manera que no tenga deformación detectable durante el proceso.

Cúbrase ligeramente con una capa de aceite u otro material apropiado. Repítase esta operación con la otra superficie de contacto de los especímenes. Cuidar de tener las superficies de contacto, así conformadas, aproximadamente paralelas entre sí y perpendiculares al eje vertical del espécimen y que los espesores de refrentado sean

aproximadamente los mismos sin exceder de 3 mm. Se dejará reposar el refrentado por lo menos 24 horas antes de ensayar los especímenes.

NOTA: El yeso calcinado tendrá una resistencia a la compresión a las dos horas de 10 MPa, determinada en cubos de 50 mm.

**8.2.4 Refrentado con azufre:** Usar una mezcla que contenga 40 % a 60 % de azufre y el resto arcilla refractaria de suelo u otro material inerte apropiado, que pase el tamiz normalizado N°100 (150  $\mu$ m) con o sin plastificante. Los requerimientos para las placas de la superficie del refrentado serán las descritas en 8.2.3. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa de superficie para formar un molde rectangular 13 mm más grande en cada dimensión interior del espécimen. Calentar la mezcla de azufre en un recipiente termostáticamente controlado, hasta una temperatura suficiente para mantener la mezcla fluida por un periodo de tiempo razonable después del contacto con la superficie del espécimen a ser cubierto. Cuidar de prevenir sobrecalentamiento justo antes de usarse. Llenar el molde hasta la profundidad de 6 mm con el material de azufre derretido.

**8.2.4.1** Colocar la superficie de la unidad a ser cubierta, rápidamente en el líquido, y sostener el espécimen de manera tal que el eje vertical esté en ángulo recto con la superficie de cobertura. El espesor de las cubiertas serán aproximadamente las mismas. La unidad debe permanecer sin perturbar hasta que se complete la solidificación; permítase que la cubierta se enfríe por un mínimo de 2 horas antes de ensayar los especímenes.

### 8.3 Procedimiento

**8.3.1** Ensayar los especímenes de ladrillo sobre su mayor dimensión (esto es la carga será aplicada en la dirección de la profundidad del ladrillo). Centrar los especímenes debajo del apoyo esférico superior con un margen de 2 mm.

**8.3.2** La máquina de ensayo debe satisfacer los requerimientos habituales de práctica que se especifican en la norma ASTM E 4.

**8.3.3** El apoyo superior será un bloque metálico endurecido, asentado esféricamente y firmemente fijo en el centro del cabezal superior de la máquina (rótula). El centro de la rótula se alineará con el centro de la superficie del bloque en contacto con el espécimen. La rótula tendrá libertad de girar en cualquier dirección y su perímetro tendrá,

por lo menos 6 mm libres del cabezal para permitir su uso con especímenes cuyas superficies de contacto no sean exactamente paralelos a la placa. El diámetro de la superficie de contacto será al menos de 130 mm. Usar un bloque de contacto de metal endurecido debajo del espécimen para minimizar el desgaste de la placa inferior de la máquina. Las superficies del bloque de apoyo destinadas a contactar los especímenes tendrán una dureza no menor de 60 HRC (HB620). Estas superficies serán planas con una tolerancia de 0,03 mm. Cuando el área de contacto de los bloques apoyados esféricamente no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, colocar una plancha de acero con superficie aplanada con tolerancia de 0,03 mm y con espesor igual a 1/3 de la distancia del extremo del apoyo esférico a la esquina más distante entre el bloque apoyado esféricamente y el espécimen con cobertura. Estas planchas serán de la misma calidad 60 HRC, y tendrán una longitud y ancho que por lo menos exceda 15 mm que la longitud y ancho del espécimen y serán de una dureza similar a los planos de apoyo.

#### 8.3.4 Velocidad de ensayo

Aplicar la carga, hasta la mitad de la máxima carga esperada, con cualquier velocidad adecuada, después de lo cual ajustar los controles de la máquina de manera tal que la carga remanente sea aplicada con una velocidad uniforme en no menos de un minuto ni más de dos minutos.

#### 8.4 Cálculo e informe

8.4.1 Calcúlese la resistencia a la compresión de cada espécimen con la ecuación que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 0,01 MPa:

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

Donde:

- C = Resistencia a la compresión del espécimen, MPa
- W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
- A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen  $6 \text{ mm}^2$

## 9. ABSORCIÓN

### 9.1 Determinación del peso

9.1.1 La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor a 2 000 g y una aproximación de 0,5 g.

9.2 **Especímenes de prueba:** El espécimen de prueba consistirá en medias unidades, según los requerimientos indicados en 8.1.1. Se ensayarán 5 especímenes.

### 9.3 Prueba de sumersión de 5 y 24 horas

#### 9.3.1 Procedimiento

9.3.1.1 Secar y ventilar los especímenes de prueba en concordancia con lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2 y pesar cada uno de ellos.

9.3.1.2 **Saturación:** Sumergir parcialmente el espécimen en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) a temperatura entre 15,5 °C a 30 °C) por el tiempo especificado. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.

#### 9.3.2 Cálculo e informe

9.3.2.1 Calcular la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_s - W_d) / W_d$$

Donde:

$W_d$  = Peso seco del espécimen;

$W_s$  = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría;

9.3.2.2 Calcular el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 %.

#### 9.4 Ensayo en caliente de 1, 2 y 5 horas

9.4.1 **Especimen de prueba:** los especímenes serán los mismos que los utilizados en la prueba de 5 horas y 24 horas de sumersión en agua fría, y se utilizarán en el estado de saturación que tengan luego de esa prueba.

#### 9.4.2 Procedimiento

9.4.2.1 Utilizar el espécimen que ha sido sometido a la prueba de sumersión en agua fría y proceder al ensayo de sumersión en agua caliente, según lo indicado en 9.4.2.2.

9.4.2.2 Sumergir el espécimen en agua limpia (potable, agua destilada o agua de lluvia), a temperatura entre 15 °C a 30 °C, de tal manera que el agua circule libremente en todo el espécimen.

Calentar hasta el punto de ebullición en una hora, hervir por el tiempo especificado y luego dejar enfriar a una temperatura entre 16 °C a 30 °C. Secar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes antes de 5 minutos después de retirarlos del agua.

9.4.2.3 Si el tanque está equipado con un vertedero y el agua pasa continuamente a través del depósito, a una temperatura de 16 °C a 30 °C, de tal manera que una circulación completa del agua no toma más de 2 minutos, pesar los especímenes después de una hora.

#### 9.4.3 Cálculo e informe

9.4.3.1 Calcular la absorción de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, debiendo darse el resultado con aproximación a 0,1 %:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_b - W_d) / W_d$$

Donde:

- $W_d$  = Peso seco del espécimen.  
 $W_b$  = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua caliente.

9.4.3.2 El resultado de la prueba de absorción de cada espécimen en agua caliente se dará con una aproximación de 0,1 %.

9.4.3.3 Calcular el promedio de la absorción en agua caliente de todos los especímenes ensayados e informar con una aproximación de 0,1 %.

## 9.5 Coeficiente de saturación

9.5.1 Calcular el coeficiente de saturación de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 0,01:

$$\text{Coeficiente de Saturación} = \frac{W_s^2 - W_d}{W_b^5 - W_d}$$

Donde:

- $W_d$  = peso seco del espécimen,  
 $W_s^2$  = peso del espécimen saturado, después de 24 horas de sumersión en agua fría, y  
 $W_b^5$  = peso del espécimen saturado después de 5 horas de sumersión en agua caliente.

9.5.2 El informe del coeficiente de saturación de cada espécimen se dará con una aproximación de 0,01 %.

9.5.3 Calcular el promedio del coeficiente de saturación de todos los especímenes ensayados, e informar con una aproximación de 0,01 %.

## 10. CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO

Este ensayo será aplicable en las regiones del país donde la albañilería esté sometida a ciclos de congelamiento y descongelamiento.

### 10.1 Equipo

10.1.1 Compresora y cámara congeladora de tal diseño y capacidad que la temperatura del aire en la cámara de congelamiento no excederá de  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una hora después de haber introducido la muestra de ladrillos, inicialmente a una temperatura no mayor de  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

10.1.2 Bandejas y recipientes de metal, poco profundos, con una profundidad de  $38\text{ mm} \pm 13\text{ mm}$  y una adecuada resistencia, de tal modo que conteniendo los especímenes, puedan ser transportadas por un operador.

10.1.3 Balanza: con una capacidad no menor a  $2\ 000\text{ g}$  y una aproximación de  $0,5\text{ g}$ .

10.1.4 Horno de secado: provisto de libre circulación de aire, capaz de mantener una temperatura entre  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

10.1.5 **Tanque de descongelamiento:** de dimensiones tales que permitan la inmersión completa de los especímenes en su bandeja. Contará con un dispositivo para mantener el agua en el tanque a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

10.1.6 Cámara de secado: con una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa entre  $30\%$  y  $70\%$  y libre de corrientes de aire.

10.2 **Especímenes de prueba:** los especímenes de prueba serán medios ladrillos con caras en lo posible planas y paralelas. Si es necesario las caras de los especímenes pueden ser pulidas con una sierra de albañilería; los especímenes estarán libres de astillas. Podrá usarse para este ensayo medio ladrillo remanente del ensayo de flexión o de absorción, sin embargo deberán estar en buen estado sin presentar astillados. Se removerán

las partículas libres adheridas en la superficie, como arena u otro material. Se ensayarán 5 especímenes.

### 10.3 Procedimiento

10.3.1 Secar y enfriar los especímenes como se describe en los apartados 6.1.1 y 6.1.2. Pesarse y registrar el peso seco de cada uno.

10.3.2 Examinar cuidadosamente cada espécimen para determinar si hay presencia de rajaduras. Una rajadura se define como una fisura o separación visible por una persona con visión normal a una distancia de 30 cm bajo una iluminación de 50 fc. Marcar cada rajadura con tinta indeleble en toda su longitud.

10.3.3 Sumergir los especímenes de ensayo en el agua del tanque de descongelamiento por  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ .

10.3.4 Retirar los especímenes del tanque de descongelamiento y colocarlos en la bandeja de congelamiento con una de sus caras de menor área hacia abajo. Un espacio de por lo menos 25 mm deberá separar los especímenes en la bandeja. Poner suficiente agua en la bandeja de manera tal que cada espécimen tenga por lo menos 13 mm de altura de agua, luego colocar las bandejas con los especímenes en la cámara de congelamiento por  $20 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ .

10.3.5 Remover las bandejas del congelador después del tiempo indicado en el apartado anterior y sumergirlo totalmente incluyendo los especímenes, en el tanque de descongelamiento por  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ .

10.3.6 Realizar lo indicado en el apartado 10.3.4 un ciclo cada día, durante una semana de trabajo (05 ciclos consecutivos, 01 ciclo por día). Remover los especímenes de las bandejas y almacenarlos en el cuarto de secado durante  $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ . Los especímenes no se apilarán, debiéndose prever entre ellos un espaciamiento de 25 mm. Seguido de este periodo de secado al aire inspeccionar los especímenes, sumergirlos en el tanque de descongelamiento por  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$  y luego someterlos nuevamente al ensayo por 05 ciclos, de acuerdo al procedimiento indicado en 10.3.4 y 10.3.5.

Si el laboratorio cuenta con personal disponible los 07 días de la semana, el almacenamiento durante  $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$  en la cámara de secado seguido por las  $44 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$  de deshelado después del último ciclo de congelamiento, puede ser omitido. Los especímenes pueden ser sometidos a 50 ciclos de helado y deshelado en 50 días consecutivos. Cuando la semana normal de trabajo de 5 días es interrumpida, poner los especímenes dentro del ciclo de secado pudiendo extenderse el tiempo de secado fuera de lo establecido en esta sección.

10.3.7 Continuar alternadamente el secado e inmersión en agua por  $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ , luego de los 5 ciclos de congelamiento y deshielo, o el número de ciclos necesarios para completar una semana normal de trabajo, hasta completar 50 ciclos de helado y deshelado. Detener la ejecución del ensayo si el espécimen se ha quebrado o ha perdido más del 3 % de su peso original, según inspección visual.

10.3.8 Después de completar los 50 ciclos o cuando el espécimen ha sido retirado del ensayo a causa de su deterioro, secar y pesar el espécimen como se indica en el apartado 10.3.1.

#### 10.4 Cálculo, análisis, apreciación e informe

10.4.1 **Cálculo:** Calcular la pérdida de peso como un porcentaje del peso seco original del espécimen.

10.4.2 **Análisis:** Examinar el espécimen para detectar las rajaduras (véase 10.3.2) y registrar la presencia de nuevas grietas desarrolladas durante la prueba de helado y deshelado. Medir y registrar la longitud de las nuevas grietas.

10.4.3 **Apreciación:** Se considera que un espécimen ha fallado en el ensayo de congelamiento y deshielo, sí:

10.4.3.1 Pérdida de peso: Una pérdida de peso mayor que 0,5 %.

10.4.3.2 Fractura: El espécimen se ha quebrado en varias fracciones.

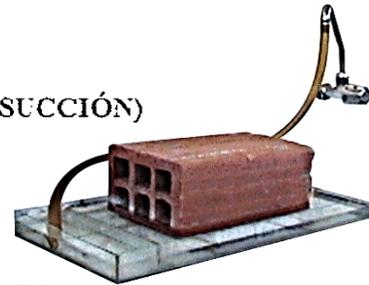
10.4.3.3 **Agrietamiento:** Cuando durante el ensayo se presentan grietas de longitud mayor a la menor dimensión del espécimen.

Si no se presenta ninguna de las tres consideraciones indicadas, se considerará que el espécimen ha pasado la prueba.

10.4.4 **Informe:** El informe deberá indicar si la muestra falló o pasó el ensayo. Cualquier falla será incluida en el informe para su clasificación, así como el número de ciclo en que ésta se produjo.

## 11. PERIODO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)

### 11.1 Aparatos



11.1.1 **Bandejas y recipientes:** Bandejas y recipientes para agua, con una profundidad no menor de 25 mm, y de largo y ancho tales que la superficie de agua no sea menor de 2 000 cm<sup>2</sup>. La base de la bandeja deberá ser plana cuando está apoyada convenientemente. Las dimensiones no serán menores a 200 mm de largo y 150 mm de ancho.

11.1.2 **Soportes para ladrillos:** Se usarán dos barras de acero no corrosible, de 120 mm a 150 mm de longitud, de sección transversal triangular, semicircular o rectangular, de espesor aproximado de 6 mm. El espesor de las dos barras estará entre 0,03 mm y si las barras tienen sección transversal rectangular su ancho no excederá 2 mm.

11.1.3 **Dispositivos para mantener el nivel de agua constante:** Se deberá incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua por encima de los soportes del ladrillo (véase Nota 5), incluyendo los dispositivos para agregar el agua a la bandeja en el momento de retirar los ladrillos. Un método adecuado para controlar el agua que se agrega en la bandeja consiste en: controlar que un ladrillo o medio ladrillo proporcionen un desplazamiento de 3 mm de agua que corresponde a  $\pm 2,5$  %. Sumergir completamente el ladrillo referencial no más de tres horas.

NOTA 4: Para tener un control exacto del nivel de agua se colocará en el extremo de una de las barras dos alambres de metal rígidos que se proyecten hacia arriba y retornen terminando en los puntos

(3 mm - 0,25 mm) y (3 mm + 0,25 mm) sobre la superficie superior o el borde de la barra. La precisión es posible con el uso de placas de fondo o microscopio micrómetro. Cuando el nivel de agua con respecto de la superficie superior del borde de la barra se ajusta de modo que el punto más bajo de las burbujas de la superficie del agua, sea visto con reflectores de luz y el punto más alto no esté en contacto con el agua, el nivel de agua está dentro de los límites especificados. Cualquier otro método adecuado para mantener una profundidad constante de inmersión puede ser usado si se obtiene un resultado equivalente. Por ejemplo se menciona como otro método adecuado el uso de soportes rígidos móviles con respecto del nivel de agua.

NOTA 5: Un tubo de goma desde un sifón o una alimentación por gravedad, y cerrado por un clip de resorte, proporcionará un control manual adecuado.

**11.1.4 Balanza:** Con una capacidad no menor a 3 000 g y una aproximación de 0,5 g.

**11.1.5 Horno de secado:** Conforme a los requerimientos indicados en el apartado 8.1.4.

**11.1.6 Cámara de temperatura constante:** Mantiene una temperatura de 21 °C ± 2 °C.

**11.1.7 Dispositivo de sincronización:** Para la sincronización se puede usar un reloj o un cronómetro, que indicará un tiempo de un minuto con una aproximación a 1 s.

**11.2 Espécimen de prueba:** Se ensayarán 5 ladrillos enteros.

**11.3 Procedimiento**

**11.3.1** El período inicial de absorción deberá determinarse mediante el ensayo especificado, secado al horno o secado al aire. Si no se especifica, el tiempo inicial de absorción podrá ser determinado por una prueba de secado al horno. Secar y enfriar los especímenes de prueba en concordancia con los procedimientos indicados en los apartados 11.3.1.1 o 11.3.1.2. Completar el procedimiento de ensayo en concordancia con los apartados 11.3.2, 11.3.3 y 11.3.4.

NOTA 6: No hay correlación entre el valor del período inicial de absorción en ambiente aireado y al horno. Los métodos de prueba proporcionan diferente información.

**11.3.1.1**      **Secado al horno.** Procedimiento: Secar y enfriar los especímenes de prueba según lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2.

**11.3.1.2**      **Secado en ambiente aireado:** Almacenar las unidades no apiladas, con separación entre ellas, en un cuarto ventilado, a temperatura entre  $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$  con una humedad relativa entre 30 % y 70 % por un periodo de 4 horas, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de dos horas. Continúe hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas muestren un incremento o pérdida no mayor de 0,2 % desde la última pesada del espécimen.

**11.3.2**      Medir con una aproximación de 1,27 mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de prueba, para unidades rectangulares, o determinar el área que estará en contacto con el agua para unidades de otras formas, con métodos adecuados similares al propuesto. Pesar el espécimen con una aproximación de 0,5 g.

**11.3.3**      Ajuste la posición de la bandeja de la prueba de absorción, de manera tal que el fondo de la misma esté nivelado, debiéndose comprobar con un nivel de burbuja y fije el ladrillo referencial saturado encima de los soportes. Agregar agua hasta que el nivel de la misma sea de  $3\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$  sobre los soportes.

Cuando el espécimen de prueba sea retirado, la profundidad del agua deberá ser de  $3\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$  más la profundidad de los soportes. Después de retirar el ladrillo referencial, sujetar el espécimen de prueba sobre los soportes, contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el periodo de contacto,  $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$ , se mantendrá el nivel de agua entre los límites prescritos agregando agua si se requiere. Al final del tiempo de  $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$ , retirar el espécimen y secar el agua superficial con un paño húmedo y volver a pesar el espécimen con aproximación de 0,5 g. El secado del agua superficial se hará dentro de los 10 segundos siguientes luego de retirar el espécimen del agua, y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 min.

NOTA 7: Coloque el ladrillo en contacto con el agua rápidamente, pero sin salpicar. Fije el ladrillo en posición con un movimiento oscilante, para evitar atrapar aire en la superficie inferior. De preferencia pruebe el ladrillo con las depresiones en contacto con la superficie del agua. Pruebe el ladrillo moldeado con la cara superficial rugosa hacia abajo.

#### 11.4 Cálculo e informe

11.4.1 La diferencia en el peso, en g, entre el peso inicial y final es el peso del agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto con el agua. Si el área (largo x ancho) no difiere más de  $\pm 2,5\%$  de  $200\text{ cm}^2$ , reportar el incremento de peso de cada espécimen con una aproximación a 0,1 g, como el índice inicial de absorción en un minuto.

11.4.2 Si el área del espécimen difiere en más de  $\pm 2,5\%$  de  $200\text{ cm}^2$ , se corregirá el peso mediante la ecuación que se indica a continuación, con una aproximación a 0,1 g:

$$X = 200W / LB$$

Donde:

- X : Diferencia de pesos corregida, sobre la base de  $200\text{ cm}^2$ .
- W : Diferencia de pesos del espécimen (g).
- L : Longitud del espécimen (cm).
- B : Ancho del espécimen (cm).

11.4.3 Informar como la absorción inicial en 1 minuto el resultado de la succión corregida del espécimen (X), con aproximación a 0,1 g.

11.4.4 Si el espécimen de prueba es un ladrillo común, calcular el área neta y sustituir por LB en la ecuación dada en 11.4.2. Reportar la diferencia de peso corregida como la absorción inicial en un minuto.

11.4.5 Si el espécimen no es prismático, calcular el área neta mediante un método geométrico adecuado y sustituir LB en la ecuación dada en 11.4.2.

11.5 Calcular y reportar el promedio de la absorción inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a  $0,1\text{ g}/\text{min}/200\text{ cm}^2$ .

11.6 Incluir en el informe si para secar los especímenes se utilizó el horno de secado (en concordancia con lo indicado en 11.3.1.1) o secado al aire (en concordancia con lo indicado en el apartado 11.3.1.2).

## 12. EFLORESCENCIA

### 12.1 Aparatos

**12.1.1 Bandejas y contenedores:** Bandeja hecha de metal resistente a la corrosión u otro material que no genere sales solubles al ponerse en contacto con agua destilada que contenga cenizas de ladrillo. La bandeja será de dimensiones tales que provea no menos de 25 mm de profundidad de agua.

La bandeja deberá proveer un área tal que el total del volumen de agua sea grande en comparación con la cantidad de agua evaporada cada día, se dispondrá de un aparato adecuado para mantener un nivel constante de agua en la bandeja.

**12.1.2 Cámara de secado:** De acuerdo con los requisitos estipulados en el apartado 10.1.6.

**12.1.3 Horno de secado:** Conforme con lo estipulado en el apartado 10.1.4.

### 12.2 Especímenes de ensayo

**12.2.1** Los especímenes consistirán en 10 ladrillos enteros.

**12.2.2** Los 10 especímenes se distribuirán en 5 pares, de manera tal que los especímenes de cada par tengan la misma apariencia tanto como sea posible.

**12.3 Preparación de los especímenes:** Remover con una brocha todo polvo que esté adherido y que puede ser erróneamente considerado como eflorescencia. Secar los especímenes y enfriarlos como se prescribe en los apartados 6.1.1 y 6.1.2.

## 12.4 Procedimiento

12.4.1 Colocar un espécimen de cada uno de los 5 pares, con un extremo parcialmente sumergido en agua destilada en aproximadamente 25 mm, por 7 días en el cuarto de secado. Cuando varios especímenes se ensayan en el mismo contenedor, separar cada uno de los especímenes con un espaciamiento no menor de 50 mm.

NOTA 8: No debe ensayarse especímenes de diferentes fuentes de manera simultánea en el mismo contenedor, porque especímenes con cantidades considerables de sales solubles pueden contaminar los especímenes que están libres de ellos.

NOTA 9: Vaciar y limpiar las bandejas después de cada ensayo.

12.4.2 Almacenar el segundo espécimen de cada uno de los cinco pares en el cuarto de secado, sin contacto con el agua.

12.4.3 Al terminar los siete días inspeccionar el primer conjunto de especímenes y luego secar ambos conjuntos en el horno de secado por 24 horas.

12.5 **Examen y clasificación:** Después de secado, examinar y comparar cada par de especímenes, observando la parte superior y las cuatro caras de cada espécimen, desde una distancia de 3 metros, bajo una iluminación de  $538,2 \text{ lm/m}^2$ , según un observador de visión normal. Si ninguna diferencia es notoria bajo estas condiciones, indicar la clasificación como "No eflorescente". Si se observa una diferencia perceptible debido a la eflorescencia bajo estas condiciones, indicar la clasificación como "Eflorescente". Registrar el aspecto y distribución de la eflorescencia.

## 12.6 Precisión y desviación

No existe ninguna información sobre precisión o desviación sobre el método de ensayo por eflorescencia, debido a que el resultado no es cuantitativo.

### 13. PESO POR UNIDAD DE ÁREA

13.1 **Aparatos:** Una balanza sensible, del rango del 0,2 % del peso del espécimen más pequeño.

13.2 **Espécimen de prueba:** Pesar 5 tejas de arcilla estructural enteras y secas (véase 5.4.1).

#### 13.3 Cálculo e informe

13.3.1 Calcular el peso por unidad de área de un espécimen dividiendo su peso total en kg, entre el área promedio en  $m^2$  de las dos caras de la unidad según se coloca normalmente en una pared.

13.3.2 Reportar los resultados de manera separada para cada unidad, así como el promedio de todas las unidades ensayadas, con aproximación a 1 g.

### 14. MEDIDA DEL TAMAÑO



14.1 **Aparatos:** Se medirán las unidades individualmente con una regla de acero graduada, de 30 cm, con divisiones de un milímetro, o un calibrador que tenga una escala de 25 mm a 300 mm, y que tenga cabezales paralelos. Para medir ladrillos, bloques de albañilería o tejas de mayor dimensión se usarán reglas de acero o calibradores de aproximación y tamaño requeridos.

14.2 **Especímenes de ensayo:** Medir 10 unidades enteras y secas. Estas unidades serán representativas de cada lote, e incluirán los extremos de los rangos de color y tamaño, según se determina por una inspección visual del cargamento (los mismos especímenes pueden ser usados para determinar la eflorescencia y otras propiedades).

14.3 **Medidas individuales ancho, longitud y altura:** Medir el ancho a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio de los bordes que limitan las

caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm y registre como ancho el promedio de las medidas, con una aproximación de 0,5 mm.

Medir la altura a través de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm, y registrar como altura su promedio con una aproximación de 0,5 mm. Usar el aparato descrito en 14.1. Repetir el ensayo con el mismo método cuando sea necesario.

14.4 Reportar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.

## 15. MEDIDA DEL ALABEO

### 15.1 Aparatos

15.1.1 Varilla de acero con borde recto.

15.1.2 Regla o cuña de medición: Una regla graduada de acero con divisiones desde un extremo, de 1 mm, o alternativamente una cuña de medición de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho por 12,5 mm de espesor en un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm. Véase Figura 1.

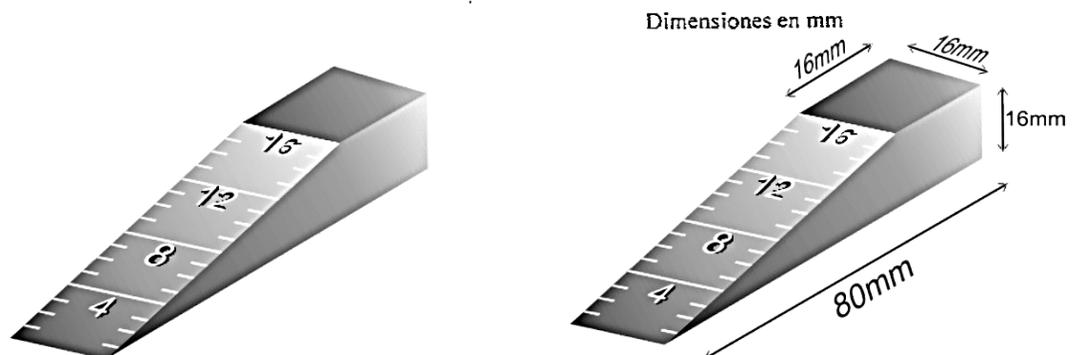


FIGURA 1 – Cuña para medir el alabeo

15.1.3 Superficie plana de acero o vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm y plana en el rango de 0,025 mm.

15.2 **Especímenes:** Usar como especímenes las 10 unidades seleccionadas para determinar el tamaño.

15.3 **Preparación de los especímenes:** Los especímenes se ensayarán tal cual se los recibe, únicamente se eliminará con una brocha el polvo adherido a las superficies.

#### 15.4 Procedimiento

15.4.1 **Superficies cóncavas:** En los casos en que la distorsión a ser medida corresponda a una superficie cóncava, se colocará la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Escoger la distancia mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o cuña medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie.

15.4.2 **Bordes cóncavos:** Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde y es cóncava, colocar la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido. Seleccionar la distancia más grande desde el borde del espécimen a la varilla con borde recto. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm, y registrarla como la distorsión cóncava del borde.

#### 15.4.2 Superficies convexas

Quando la distorsión a ser medida es la de una superficie convexa, colocar el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie de la superficie plana. Usando la regla de acero o cuña, medir la distancia con una aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Registrar el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen.

**15.4.4 Bordes convexos:** Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde convexo, colocar la varilla de bordes rectos entre los extremos del borde convexo. Seleccionar la distancia más grande del borde del espécimen a la varilla. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión convexa del borde.

## 16. MEDIDA DEL CAMBIO DE LONGITUD

**16.1 Aparatos:** Para medir la longitud del espécimen se usará un micrómetro o un dispositivo de medida apropiado, graduado para leer con incrementos de 0,001 mm, fijado sobre un apoyo adecuado para sostener el espécimen de tal manera que se pueda obtener resultados reproducibles. Deben tomarse previsiones para permitir el cambio de posición del micrómetro sobre su varilla montante, a fin de dar cabida a grandes variaciones en el tamaño del espécimen. La base del soporte y el extremo del micrómetro deberán tener una depresión cónica que acepte una bola de acero de 6,35 mm. Debe proveerse un instrumento referencial apropiado, para verificar el dispositivo de medida.

**16.2 Preparación del espécimen:** Remover los extremos de especímenes con texturas profundas, hasta el nivel de ellas, corriendo perpendicularmente a la longitud del espécimen. Perforar en cada extremo del espécimen con un perforador carbonado de 6,35mm. Perforar en la intersección de las 2 diagonales de la respectiva cara. Colocar la bola de acero de 6,35 mm en estas depresiones, fijándolas en su lugar con un cemento de aluminato cálcico. Se puede aplicar cualquier método equivalente para establecer la longitud referencial.

**16.3 Procedimiento:** Marcar el espécimen para su identificación y medir con aproximación de 0,001 mm en un ambiente controlado y hacer medidas subsecuentes en el mismo ambiente controlado, a  $\pm 0,5$  °C y  $\pm 5$  % de humedad relativa. Registrar la temperatura y humedad relativa. Colocar una marca referencial al espécimen para su orientación en el dispositivo de medida. Verificar el dispositivo de medida con el instrumento de referencia antes de cada serie de medidas.

**16.4 Informe:** Cuando se ha ensayado más de un espécimen, calcular y reportar el promedio del cambio de longitud de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 mm. El reporte deberá incluir los registros individuales así como el registro de la temperatura y humedad relativa del laboratorio.

## 17. CAMBIO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN) – PRUEBA DE CAMPO

**17.1 Alcances:** Este método de ensayo está orientado a servir como un medio volumétrico para la determinación del cambio inicial de absorción (IRA) de cualquier tamaño de ladrillo, cuando la determinación por peso, descrita en el capítulo 11 de esta NTP, no es viable.

Este método de ensayo se aplica para evaluar la necesidad de humedecer el ladrillo. Este método de ensayo se realiza con especímenes tomados en campo sin modificar su contenido de humedad, por lo tanto, el IRA determinado por este método puede diferir del IRA determinado por el método de ensayo de laboratorio según el capítulo 11, el cual requiere secar los especímenes.

### 17.2 Aparatos

**17.2.1 Bandeja de ensayo de absorción:** Una bandeja rectangular, impermeable, construida de material no corrosible, con una base rígida y chata con una profundidad interna del orden de 38 mm el largo y el ancho interior de la bandeja deberá exceder al largo y al ancho del ladrillo ensayado por un mínimo de 72 mm pero no más de 127 mm.

**17.2.2 Soportes para el ladrillo:** Dos barras rectangulares no corrosibles, con 6,4 mm en altura y ancho y con una longitud igual al ancho interno de la bandeja menos 25 mm. Los soportes para el ladrillo pueden ser colocados en la base de la bandeja, justo antes del ensayo puede fijarse permanentemente en dicha base. El espacio entre los soportes debe ser del orden de 100 mm menor que la longitud del ladrillo ensayado. Un dispositivo que indique el nivel de agua requerido puede adjuntarse permanentemente en el extremo de los apoyos para el ladrillo, o suspenderse desde la parte superior de la bandeja Figura 2 (a) y (b). Cualquier dispositivo de precisión equivalente para controlar el nivel de agua requerido, 3 mm sobre los apoyos para el ladrillo, puede ser utilizado en el lugar señalado en la Figura. 2.

**17.2.3 Dispositivo de tiempo:** Un dispositivo adecuado de tiempo que indique el tiempo de 1 minuto con aproximación de 1 segundo.

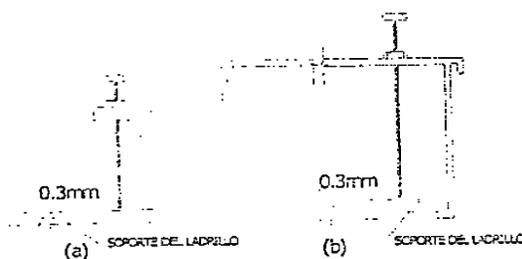


FIGURA 2 – Indicadores del nivel de agua

17.2.4 **Botella deformable:** Una botella de plástico deformable, con una capacidad de 100 ml (botella de lavado tipo Guth).

17.2.5 **Un cilindro graduado:** Un cilindro graduado de medición, de plástico o vidrio, con capacidad de 100 ml.

### 17.3 Especímenes de ensayo

Seleccionar 6 ladrillos enteros, de conformidad con lo indicado en 5.1.

### 17.4 Procedimiento

17.4.1 Sumergir completamente un espécimen de ladrillo en un contenedor, por dos horas.

17.4.2 Medir con aproximación de 2 mm, el largo y el ancho de 5 especímenes remanentes, en la superficie que estará en contacto con el agua. Si los especímenes de ensayo están perforados, determinar el área de las perforaciones en el medio de la superficie.

17.4.3 Prehumedecer y dejar secar la bandeja de absorción y colocarla sobre una superficie plana y nivelada.

17.4.4 Retirar el espécimen prehumedecido del contenedor, removiendo el agua de la superficie y colocar el espécimen sobre los apoyos para ladrillo de la bandeja. Agregar el agua en la bandeja hasta que el agua alcance un nivel de 3 mm sobre los apoyos para ladrillo. (En el caso de estar usándose un indicador de punta de nivel de agua, poner agua en la bandeja hasta que el agua haga un contacto mínimo). Remover el ladrillo prehumedecido e inclinar suficientemente el ladrillo de manera que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurre de su superficie para retornar a la bandeja. Una sacudida ligera puede ser necesaria para hacer que caiga la última gota. Colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en el contenedor de agua.

17.4.5 Utilizando el cilindro graduado llenar la botella deformable con 100 ml de agua exactamente.

17.4.6 Colocar el primer espécimen de ensayo cuadrándolo sobre los apoyos para ladrillo, contando como tiempo cero el momento que el ladrillo contacte con el agua. Al término de  $1\text{min} \pm 1\text{seg}$  retirar el espécimen de ensayo del agua e inclinar suficientemente el ladrillo de manera tal que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurre de su superficie para retornar a la bandeja. Una sacudida ligera puede ser necesaria para hacer que caiga la última gota.

17.4.6.1 Continuar colocando los especímenes remanentes de ensayo dentro de la bandeja, de la misma manera hasta que los 5 especímenes sean ensayados. Durante el ensayo agregar agua a la bandeja, utilizando la botella deformable para mantener el nivel de agua aproximadamente constante a 3mm de profundidad. Volver a llenar la botella deformable con 100 ml de agua cuando esté vacía registrando cada llenada.

17.4.6.2 Después que el último espécimen es ensayado colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en la bandeja, restaurando el nivel original de agua con agua de la botella deformable.

NOTA 10: Colocar el ladrillo en contacto con el agua rápidamente pero sin derramar. Colocar el ladrillo en posición con un movimiento rotatorio para evitar el atrapado de aire bajo su superficie.

17.4.7 Utilizando el cilindro graduado medir el volumen de agua remanente en la botella deformable.

## 17.5 Cálculo e informe

17.5.1 El número de llenadas más la primera botella completamente llena, multiplicado por 100 ml, menos el volumen de agua remanente en la botella deformable, es el total del volumen de agua medido en mililitros, absorbido por los 5 especímenes.

$$V_t = 100(n + 1) - V_r$$

Donde:

$V_t$  : Volumen total de agua absorbido por todos los especímenes ensayados, ml  
 $n$  : Número de llenadas de la botella deformable  
 $V_r$  : Volumen de agua remanente en la botella deformable, ml

17.5.2 Cuando el promedio del área de la superficie neta en contacto con el agua (suma de áreas de superficie neta dividida entre el número de especímenes) difiera para muestra dada en  $\pm 5 \text{ cm}^2$  o menos de  $195 \text{ cm}^2$ , informar como IRA (campo), en g/minuto/ $195 \text{ cm}^2$ , el volumen total de agua absorbida dividida entre 5, el número de especímenes de ensayo.

$$IRA(Field) = \frac{V_t}{5}$$

17.5.3 Si el promedio de la superficie neta en contacto con el agua difiere en más de  $\pm 5 \text{ cm}^2$  de  $195 \text{ cm}^2$ , calcular el volumen equivalente en un minuto para  $195 \text{ cm}^2$  de superficie como sigue:

$$V_c = \frac{30V_t}{A_n} \quad \text{o} \quad V_c = \frac{195V_t}{A_n}$$

Donde:

- $V_e$  : Volumen promedio de agua absorbida por un espécimen, corregido sobre la base de  $195 \text{ cm}^2$  de superficie, ml  
 $A_n$  : Suma de las áreas de superficie netas en contacto con el agua de todos los especímenes ensayados  $\text{cm}^2$

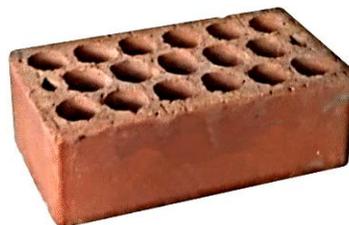
17.5.4 Informe: Informar el volumen corregido ( $V_e$ ) como el IRA (campo) en  $\text{g}/\text{min}/195\text{cm}^2$ .

17.6 Precisión y desviación: A la fecha no se dispone de datos suficientes para una declaración de precisión y sesgo.

## 18. MEDIDA DEL ÁREA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS

### 18.1 Aparatos

- 18.1.1 Regla de acero o calibradores: según dispuesto en el apartado 14.1.
- 18.1.2 Cilindro graduado: un cilindro de vidrio con capacidad de 500 ml.
- 18.1.3 Papel: una hoja de papel con superficie dura no menor de 610 mm x 610 mm.
- 18.1.4 Arena: 500 ml de arena limpia y seca.
- 18.1.5 Varilla de acero con borde recto.
- 18.1.6 Superficie chata: una superficie limpia, seca, chata, lisa y nivelada.
- 18.1.7 Escobilla: de cerda suave.



18.1.8 Felpudo de neopreno: una esponja de neopreno celulada de 610 mm x 610 mm y 6 mm de espesor.

18.1.9 Balanza: véase 11.1.4.

18.2 **Especímenes de prueba:** Se usará una muestra de 10 unidades seleccionada según lo descrito para la determinación del tamaño (pueden ser utilizadas las muestras tomadas para la determinación del tamaño).

18.3 **Preparación de las muestras:** Ensayar los especímenes tal cual se reciben, únicamente se eliminará con la escobilla las partículas de polvo u otras adheridas a las superficies.

#### 18.4 Procedimiento

18.4.1 Medir y registrar la longitud, el ancho y altura del espécimen tal como se describe en el procedimiento para determinación del tamaño.

18.4.2 Sobre la superficie chata apoyar la esponja de neopreno y sobre ella extender la hoja de papel. Sobre el papel colocar el espécimen a ser ensayado (perforaciones verticales).

18.4.3 Rellenar las perforaciones con arena, permitiendo que la arena caiga libremente. Utilizando la varilla de acero con borde recto nivelar la arena en las perforaciones. Con la escobilla, remover todo exceso de arena de la parte superior del espécimen y de la hoja de papel.

18.4.4 Levantar el espécimen posibilitando que la arena de las perforaciones caiga sobre las hojas de papel.

18.4.5 Transferir la arena de la hoja de papel a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.

18.4.6 Con una porción separada de arena, llenar un cilindro de 500 ml hasta la graduación de 500 ml, posibilitando que la arena caiga de manera natural y sin agitar ni vibrar el cilindro. Transferir esta arena a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.

## 18.5 Cálculo e informe

18.5.1 Determinar el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como sigue:

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} \times S_u$$

Donde:

- $V_s$  : Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo.
- $S_c$  : Peso, en g de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado.
- $S_u$  : Peso en g de la arena contenido en el espécimen de ensayo.

18.5.2 Determinar el porcentaje de vacíos como sigue:

$$\% \text{Área vacíos} = \frac{V_s}{V_u} \times \frac{1}{16,4} \times 100$$

Donde:

- $V_s$  : Volumen de arena determinado en 18.5.1, ml
- $V_u$  : Longitud x ancho x profundidad registrada en 18.5.1,  $cm^3$

18.5.3 Informar, como el porcentaje de área de vacíos, el resultado de la ecuación dada en 18.5.2, para cada espécimen, con una aproximación a 1 %.

**19. MEDIDA DE LA DEFORMACIÓN DEL ENCUADRE EN ESQUINAS**

**19.1 Aparatos**

19.1.1 Regla de acero o calibrador: según se describe en el apartado 14.1.

19.1.2 Escuadra de carpintero de acero.

**19.2 Procedimiento**

19.2.1 Colocar un brazo de la escuadra de carpintero adyacente a lo largo del espécimen ubicado de soga. Alinear el brazo de la escuadra paralelamente al brazo del espécimen teniendo las esquinas de la cara del espécimen en contacto con el brazo de la escuadra. Ubicar la escuadra paralela a la cara del espécimen a ser expuesta a 6 mm de ella. Véase Figura 4.

19.2.2 Medir la desviación del ángulo de 90° en cada esquina de la cara expuesta del espécimen. Registrar la medida con aproximación de 1 mm para cada esquina. Véase Figura 3.



**FIGURA 3 – Medida de descuadres**



FIGURA 4 – Ubicación de la escuadra

## 20. MÓDULO DE ROTURA

20.1 **Especímenes de prueba:** Los especímenes de ensayo consistirán de unidades enteras (véase 6.1.1). Se ensayarán cinco de tales especímenes.

### 20.2 Procedimiento

20.2.1 Ensayar unidades que han sido secadas de conformidad con lo prescrito en el apartado 6.1.1.

20.2.2 A menos que se especifique y se informe de otra manera, apoyar el espécimen de ensayo sobre su base (esto es, aplicar la carga en la dirección de la altura del espécimen. La carga debe aplicarse en el centro del tramo, con aproximación de 2 mm de dicho centro. Si el espécimen tiene cavidades o depresiones, colocar el espécimen de manera tal que las cavidades o depresiones estén en sus caras inferiores. Los apoyos para los especímenes serán barras de acero sólido de  $12,7 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  de diámetro, colocadas a  $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  de cada extremo. La longitud de cada apoyo será por lo menos igual al ancho del espécimen. Véase Figura 5.

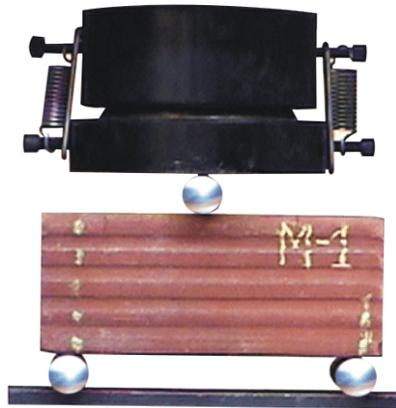


FIGURA 5 - Aplicación de la carga

20.2.3 Aplicar la carga sobre la superficie superior del espécimen a través de una plancha de soporte de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho y con una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

20.2.4 **Velocidad de ensayo:** La velocidad de carga no excederá las 8 896 N minuto, este requerimiento puede considerarse como satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayos inmediatamente antes de aplicarse la carga, no es mayor que 1,3 mm minuto.

### 20.3 Informe

20.3.1 Registrar las dimensiones del espécimen y la longitud del tramo de carga.

20.3.2 Registrar la carga de rotura transversal  $P$ , para cada espécimen con aproximación a 1 N.

20.3.3 Calcular y registrar la carga de rotura por unidad de ancho de cada espécimen como  $p = P/w$  por cada unidad, N/mm. Registrar el promedio de las cargas de rotura por unidad de ancho para todos los especímenes ensayados, considerándole como la carga de rotura del lote.

**22. ANTECEDENTE**

ASTM C 67:2003a      Standard test methods for sampling and testing  
brick and structural clay tile

ANEXO A  
(INFORMATIVO)

En relación al ensayo de eflorescencia, se calculará el peso por unidad de área de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$W_a = \frac{nW_d}{A_{fa1} + A_{fa2}} \quad (1)$$

donde:

- $W_a$ : peso por unidad de área del espécimen ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
- $N$ : número de caras del espécimen (2 para el caso de ladrillos)
- $W_d$ : peso seco del espécimen (kg)
- $A_{fa1}$ : área de la cara final del espécimen ( $\text{m}^2$ )
- $A_{fa2}$ : área de la cara posterior del espécimen ( $\text{m}^2$ )

El reporte debe incluir los resultados del cálculo de la ecuación (1) separadamente para cada unidad, y el promedio de los especímenes ensayados.

**ANEXO N°07:  
CERTIFICADOS DE  
ENSAYOS**



## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE  
 ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH- 2018  
 UBICACION : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 FECHA : 05/11/2018

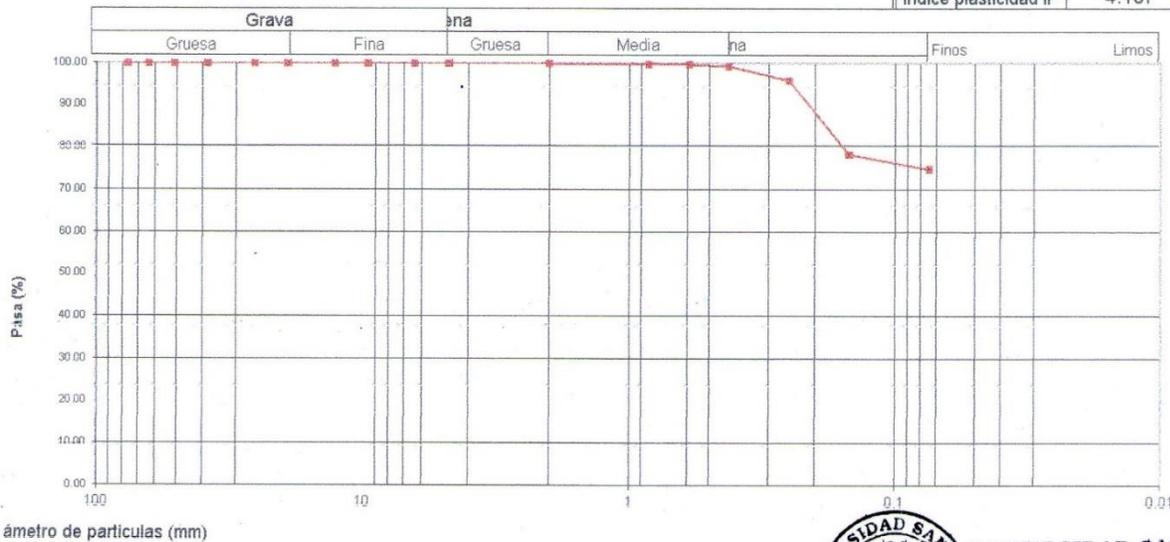
Peso Seco Inicial	490	gr.
Peso Seco Lavado	123.0	gr.
Peso perdido por lavado	367.0	gr.

CALICATA :	
ESTRATO :	M - 1
PROF. (m) :	

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASTO
Nº 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-4 Suelo limoso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG): 0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas finas.
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	Limo baja plasticidad con arena ML
Nº 4	4.75	0.0	0.0	100.0	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 100.0
Nº 10	2.00	0.1	0.0	100.0	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 74.9
Nº 20	0.850	0.4	0.1	99.9	D60 (mm) :
Nº 40	0.425	2.7	0.6	99.3	D30 (mm) :
Nº 60	0.250	16.3	3.3	96.0	D10 (mm) :
Nº 140	0.106	86.3	17.6	78.4	Cu
Nº 200	0.075	17.2	3.5	74.9	Cc
< 200	367.0	74.9	100.0	0.0	
Total	490.0			100.0	

### CURVA GRANULOMÉTRICA

Límite líquido LL	23.475
Límite plástico LP	19.338
Índice plasticidad IP	4.137



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



## CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR  
TESIS : INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO  
EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL  
DISTRITO DE SANTA - ANCASH- 2018  
MUESTRA : ARCILLA  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
FECHA : 05-11-2018

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	558.50	547.50
Peso de tara + MS	552.00	540.00
Peso de tara	208.50	197.50
Peso del agua	6.50	7.50
MS	343.50	342.50
Contenido de humedad (%)	1.89	2.19
contenido de humedad promedio(%)	2.04	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D-2216)**

**SOLICITA** : CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR  
**TESIS** : INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO  
EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL  
DISTRITO DE SANTA - ANCASH- 2018  
**MUESTRA** : VIDRIO TRITURADO RECICLADO  
**LUGAR** : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
**FECHA** : 05-11-2018

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	456.30	525.50
Peso de tara + MS	455.90	525.10
Peso de tara	167.70	177.50
Peso del agua	0.40	0.40
MS	288.20	347.60
Contenido de humedad (%)	0.14	0.12
contenido de humedad promedio(%)	0.13	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
JEFE



### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION - ARCILLA (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR  
TESIS : INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH- 2018  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
CANTERA : SANTA  
MATERIAL : LADRILLO DE ARCILLA  
FECHA : 05/11/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	669.00	669.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm <sup>3</sup>	969.00	969.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	848.76	848.76
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm <sup>3</sup>	120.24	120.24
F	Peso de material seco en estufa gr.	288.70	288.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))	108.94	108.94
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.401	2.401
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.495	2.495
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.650	2.650
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	3.91	3.91

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.401  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.495  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.650  
Absorción (%) : 3.91





## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION - VIDRIO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE  
 ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH- 2018  
 MATERIAL : VIDRIO TRITURADO RECICLADO  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 FECHA : 05/11/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	672.00	672.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm <sup>3</sup>	972.00	972.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	852.00	852.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm <sup>3</sup>	120.00	120.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	299.70	299.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))	119.70	119.70
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.498	2.498
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.500	2.500
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.504	2.504
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.10	0.10

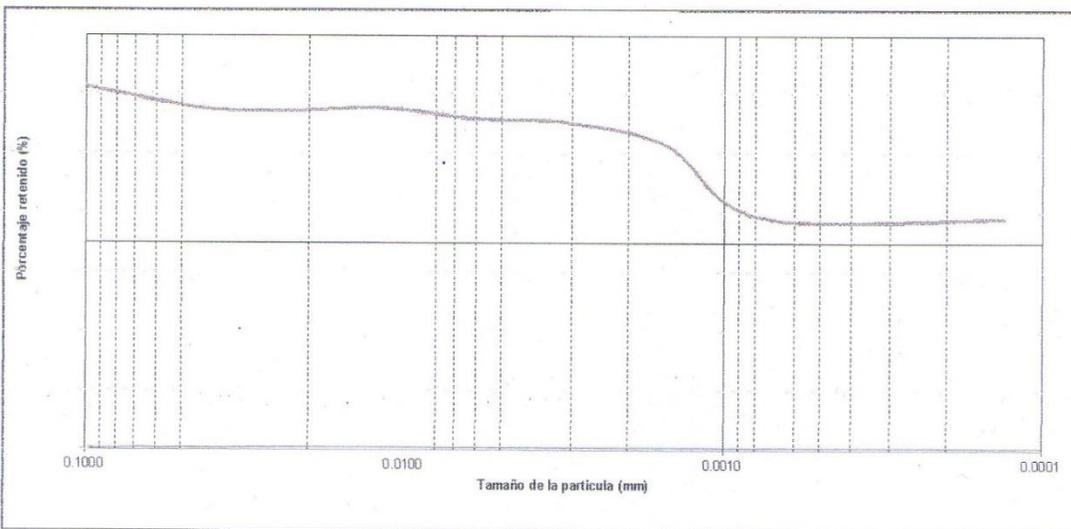
P.e. Bulk (Base Seca) : 2.498  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.500  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.504  
 Absorción (%) : 0.10





## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

INFORME ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO							FECHA DE REALIZACIÓN			
<b>MTC-E109</b>							16/10/2018			
							2018-10-25			
SOLICITA : CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR										
TESIS : INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH- 2018										
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH										
Masa de suelo seco $V_{s(g)}$		54.00								
Peso Especifico de sólidos $G_s$		2.85								
Corr. por Dispersante - cero $(C_d)$		7.00								
Corrección por menisco $(C_m)$		1.00								1.00
Hora de Lectura	Tiempo (Min)	Temperatura °C	Lectura Real del Hidrómetro (R')	Valores para corregida por Temperatura de las lecturas hidrometro	Lectura corregida (Rcp)	% más fino	RcL	L	K	Diámetro (mm)
09:43:00	1	19.00	21	-0.30	18.45	36.90	22.00	12.70	0.01382	0.1755
09:45:00	2	19.00	20	-0.30	17.45	34.90	21.00	12.90	0.01382	0.0891
9:50:00	5	19.00	19	-0.30	16.45	32.90	20.00	13.00	0.01382	0.0359
10:55:00	15	21.00	18	0.30	16.55	33.10	19.00	13.20	0.01348	0.0119
11:25:00	30	21.00	17.5	0.30	16.05	32.10	18.50	13.25	0.01349	0.0060
12:25:00	60	23.00	16.2	0.90	15.85	31.70	17.20	13.46	0.01317	0.0030
02:25:00	120	23.00	15.1	0.90	14.75	29.50	16.10	13.68	0.01317	0.0015
06:35:00	250	18.00	14.3	-0.50	11.30	22.60	15.30	13.77	0.01399	0.0008
09:43:00	1440	20.00	13.2	0.00	11.20	22.40	14.20	13.96	0.01365	0.0001




**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

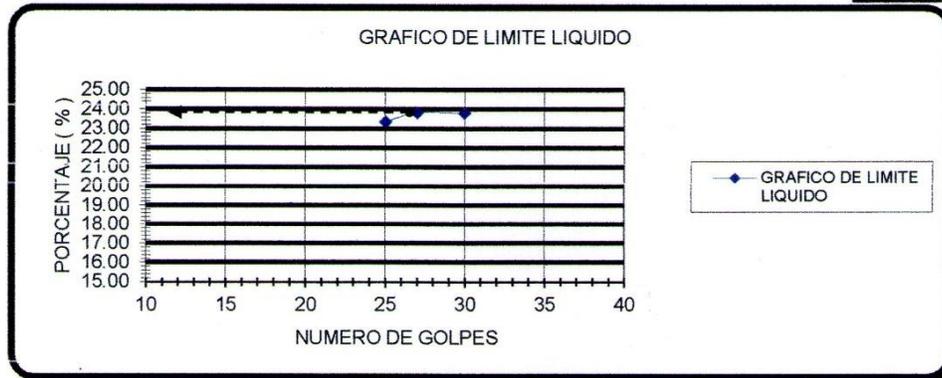
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - MUESTRA: ARCILLA DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018

UBICACIÓN: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

SOLICITADO POR: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR - MILLONES SIPION FRANK JUNIOR

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1			1		
KILOMETRO						
PROFUNDIDAD CALICATA (m.)	CIELO ABIERTO			CIELO ABIERTO		
Nº DE TARRO	01	02	03	04	05	06
PESO DEL TARRO (gr.)	12.68	21.65	46.4	12.19	21.3	38.1
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	20.60	31.00	62.00	17.70	29.90	43.10
PESO TARRO + SUELO SEC.(gr.)	19.10	29.20	59.00	16.80	28.50	42.30
PESO DEL AGUA (gr.)	1.50	1.80	3.00	0.90	1.40	0.80
PESO SUELO SECO (gr.)	6.42	7.55	12.60	4.61	7.20	4.20
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	23.36	23.84	23.81	19.5	19.44	19.05
Nº DE GOLPES	25	27	30			

LIMITE LIQUIDO	23.67
LIMITE PLASTICO	19.34
INDICE PLASTICO	4.33



Según Atterberg:

- Cuando el IP = 0, —————> El suelo es No plástico
- Cuando el IP < 7 —————> El suelo presenta baja plasticidad
- Cuando el 7 ≤ IP ≤ 17 —————> El suelo es medianamente plástico
- Cuando el IP > 17 —————> El suelo es altamente plástico

Por consiguiente al obtener un IP= de 4.33 de acuerdo a la tabla es una arcilla de baja plasticidad





## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**PROYECTO:** "INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL – DISTRITO DE SANTA – ANCASH – 2018"

**SOLICITANTE:** CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR – MILLONES SIPION FRANK JUNIOR

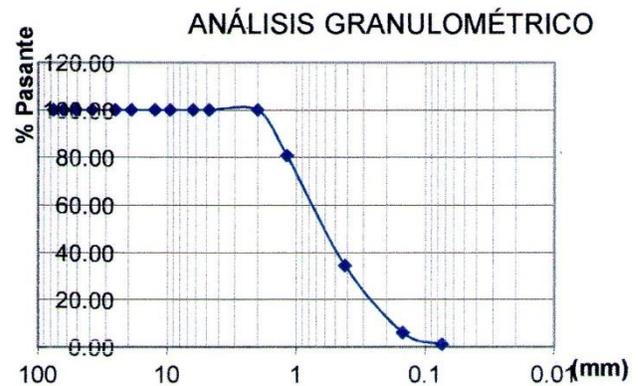
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**LUGAR :** DISTRITO NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA SANTA – DEPARTAMENTO ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA VIDRIO TRITURADO RECICLADO

**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Tamices	Peso	% Retenido	% Retenido
Ø	Retenido	Parcial	Acumulado
Nº 4	0.00	0.00%	0.00%
Nº 8	0.00	0.00%	0.00%
Nº 10	0.00	0.00%	0.00%
Nº 16	113.47	19.17%	19.17%
Nº 20	76.13	12.86%	32.03%
Nº 40	197.67	33.39%	65.42%
Nº 50	67.50	11.40%	76.82%
Nº 100	100.67	17.01%	93.82%
Nº 200	28.93	4.89%	98.71%
Fondo	7.63	1.29%	100.00%





## ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SipiÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE DENSIDAD  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA – PATRÓN  
**FECHA** : 17/09/18

ENSAYO DE DENSIDAD EN LADRILLOS				
LADRILLO DE ARCILLA - PATRÓN				
TABLA N° 1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (cm)			MASA (gr)
	ESPECIMEN	L	H	
1	20.50	7.90	11.60	3237.30
2	20.60	7.90	11.20	3212.10
3	21.00	7.80	11.20	3254.00
4	21.20	7.80	11.50	3129.40
5	20.70	7.80	11.40	3043.80
TABLA N° 2 - DENSIDAD DE UNIDADES				
IDENTIFICACIÓN	VOLUMEN		DENSIDAD	
	ESPECIMEN	(cm <sup>3</sup> )	(gr/cm <sup>3</sup> )	
1	1878.62	1.72		
2	1822.69	1.76		
3	1834.56	1.77		
4	1901.64	1.65		
5	1840.64	1.65		
PROMEDIO		1.71		

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



## ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE DENSIDAD

**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 6% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 17/09/18

ENSAYO DE DENSIDAD EN LADRILLOS				
LADRILLO 6% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO				
TABLA Nº 1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (cm)			MASA
ESPECIMEN	L	H	A	(gr)
1	20.40	7.60	11.10	3247.50
2	20.20	7.70	11.10	3322.90
3	20.50	7.80	11.00	3301.80
4	20.40	8.00	11.10	3236.10
5	20.50	7.80	11.00	2997.70
TABLA Nº 2 - DENSIDAD DE UNIDADES				
IDENTIFICACIÓN	VOLUMEN		DENSIDAD	
ESPECIMEN	(cm <sup>3</sup> )		(gr/cm <sup>3</sup> )	
1	1720.94		1.89	
2	1726.49		1.92	
3	1758.90		1.88	
4	1811.52		1.79	
5	1758.90		1.70	
PROMEDIO			1.84	

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE DENSIDAD  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 12% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 17/09/18

ENSAYO DE DENSIDAD EN LADRILLOS				
LADRILLO 12% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO				
TABLA Nº 1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (cm)			MASA
ESPECIMEN	L	H	A	(gr)
1	20.60	7.70	11.40	3270.10
2	20.20	7.70	11.00	3144.60
3	20.40	7.60	11.30	3211.70
4	20.30	7.80	11.10	3278.60
5	20.20	8.00	11.10	3301.70
TABLA Nº 2 - DENSIDAD DE UNIDADES				
IDENTIFICACIÓN	VOLUMEN		DENSIDAD	
ESPECIMEN	(cm <sup>3</sup> )		(gr/cm <sup>3</sup> )	
1	1808.27		1.81	
2	1710.94		1.84	
3	1751.95		1.83	
4	1757.57		1.87	
5	1793.76		1.84	
PROMEDIO			1.84	

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SipiÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE DENSIDAD  
**LUGAR** : DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 18% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 17/09/18

ENSAYO DE DENSIDAD EN LADRILLOS				
LADRILLO 18% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO				
TABLA N° 1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (cm)			MASA
ESPECIMEN	L	H	A	(gr)
1	21.20	7.70	11.30	3237.30
2	20.50	8.00	11.20	3209.20
3	21.00	7.50	11.20	3231.00
4	20.60	7.70	11.10	3341.90
5	20.60	7.50	11.30	3211.10
TABLA N° 2 - DENSIDAD DE UNIDADES				
IDENTIFICACIÓN	VOLUMEN		DENSIDAD	
ESPECIMEN	(cm <sup>3</sup> )		(gr/cm <sup>3</sup> )	
1	1844.61		1.76	
2	1836.80		1.75	
3	1764.00		1.83	
4	1777.78		1.88	
5	1745.85		1.84	
PROMEDIO			1.81	

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





**ENSAYO DE DENSIDAD**

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SipiÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE DENSIDAD  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 24% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 17/09/18

ENSAYO DE DENSIDAD EN LADRILLOS				
LADRILLO 24% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO				
TABLA Nº 1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (cm)			MASA
ESPECIMEN	L	H	A	(gr)
1	20.60	8.00	11.20	3254.00
2	21.10	8.00	11.10	3265.30
3	20.80	7.90	11.20	3198.30
4	20.80	8.10	11.10	3465.50
5	20.40	7.80	11.20	3203.50
TABLA Nº 2 - DENSIDAD DE UNIDADES				
IDENTIFICACIÓN	VOLUMEN		DENSIDAD	
ESPECIMEN	(cm <sup>3</sup> )		(gr/cm <sup>3</sup> )	
1	1845.76		1.76	
2	1873.68		1.74	
3	1840.38		1.74	
4	1870.13		1.85	
5	1782.14		1.80	
PROMEDIO			1.78	

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE ABSORCIÓN

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LARILLO DE ARCILLA – PATRÓN  
**FECHA** : 14/09/18

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN LADRILLOS			
LADRILLO DE ARCILLA - PATRÓN			
TABLA N° 1 - ABSORCIÓN = $((Pm-Ps)/Ps) \times 100$			
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (Ps)	PESO MOJADO (Pm)	ABSORCIÓN
ESPECIMEN	(gr)	(gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )
1	3275.30	3687.50	12.59
2	3179.30	3550.70	11.68
3	3068.90	3524.40	14.84
4	3053.30	3459.20	13.29
5	3218.20	3659.20	13.70
PROMEDIO			13.22

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE ABSORCIÓN

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 6% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 14/09/18

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN LADRILLOS			
LADRILLO 6% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO			
TABLA N° 1 - ABSORCIÓN = $((P_m - P_s) / P_s) \times 100$			
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (P <sub>s</sub> )	PESO MOJADO (P <sub>m</sub> )	ABSORCIÓN
ESPECIMEN	(gr)	(gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )
1	3264.00	3670.40	12.45
2	3188.30	3538.50	10.98
3	3245.70	3675.30	13.24
4	3188.30	3539.40	11.01
5	3120.20	3472.90	11.30
PROMEDIO			11.80

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE ABSORCIÓN

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SAPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 12% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 14/09/18

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN LADRILLOS			
LADRILLO 12% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO			
TABLA N° 1 - ABSORCIÓN = $((Pm-Ps)/Ps) \times 100$			
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (Ps)	PESO MOJADO (Pm)	ABSORCIÓN
ESPECIMEN	(gr)	(gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )
1	3161.30	3497.60	10.64
2	3189.20	3539.40	10.98
3	3324.70	3683.60	10.79
4	3264.00	3526.90	8.05
5	3326.70	3617.70	8.75
PROMEDIO			9.84

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



## ENSAYO DE ABSORCIÓN

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN

**LUGAR** : DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 18% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 14/09/18

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN LADRILLOS			
LADRILLO 18% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO			
TABLA N° 1 - ABSORCIÓN = $((Pm-Ps)/Ps) \times 100$			
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (Ps)	PESO MOJADO (Pm)	ABSORCIÓN
ESPECIMEN	(gr)	(gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )
1	3179.40	3498.50	10.04
2	3284.40	3609.30	9.89
3	3465.80	3800.70	9.66
4	3260.90	3649.80	11.93
5	3224.70	3549.80	10.08
PROMEDIO			10.32

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



## ENSAYO DE ABSORCIÓN

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTA** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SipiÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN

**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 24% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 14/09/18

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN LADRILLOS			
LADRILLO 24% DE VIDRIO TRITURADO RECICLADO			
TABLA Nº 1 - ABSORCIÓN = $((Pm-Ps)/Ps) \times 100$			
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (Ps)	PESO MOJADO (Pm)	ABSORCIÓN
ESPECIMEN	(gr)	(gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )
1	3280.80	3614.00	10.16
2	3328.80	3650.70	9.67
3	3402.00	3675.50	8.04
4	3279.50	3677.10	12.13
5	3302.60	3650.70	10.54
PROMEDIO			10.11

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIFIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA – PATRÓN

**FECHA** : 22/09/2018

VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO						
% V =		$\frac{DN - LP}{DN}$		L	A	H
				22	12	8.5
LADRILLO DE ARCILLA - PATRÓN						
Muestra	L	V.D. %	A	V.D. %	H	V.D. %
	PROM.		PROM.		PROM.	
1	20.9	5.000	11.2	6.667	8	5.882
2	20.9	5.000	11.4	5.000	7.9	7.059
3	21.6	1.818	11.6	3.333	7.9	7.059
4	21.1	4.091	11.4	5.000	8	5.882
5	21	4.545	11.2	6.667	7.9	7.059
6	21.4	2.727	11.4	5.000	7.9	7.059
7	20.6	6.364	11.2	6.667	7.8	8.235
8	21.5	2.273	11.5	4.167	8	5.882
9	21	4.545	11.4	5.000	8	5.882
10	20.6	6.364	11.2	6.667	7.6	10.588
<b>%PROMEDIO</b>	<b>21.06</b>	<b>4.27</b>	<b>11.35</b>	<b>5.42</b>	<b>7.90</b>	<b>7.06</b>

PROMEDIO FINAL LONGITUD	21.06
PROMEDIO FINAL ANCHO	11,35
PROMEDIO FINAL ALTURA	7.90

V.D. (%) - Longitud	4.27
V.D. (%) - Ancho	5.42
V.D. (%) - Altura	7.06

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 6% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 22/09/2018

VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO							
% V =		$\frac{DN - LP}{DN}$			L	A	H
					22	12	8.5
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 6% DE VIDRIO TRITURADO							
Muestra	L	V.D. %	A	V.D. %	H	V.D. %	
	PROM.		PROM.		PROM.		
1	20.4	7.273	11	8.333	8.2	3.529	
2	20.5	6.818	11	8.333	7.9	7.059	
3	20.5	6.818	11.1	7.500	7.8	8.235	
4	20.9	5.000	11.2	6.667	8.1	4.706	
5	20.5	6.818	11.2	6.667	7.9	7.059	
6	20.5	6.818	11.2	6.667	8	5.882	
7	20.5	6.818	11.3	5.833	8	5.882	
8	20.5	6.818	11.2	6.667	7.9	7.059	
9	20.4	7.273	11.3	5.833	8.1	4.706	
10	20.4	7.273	11.2	6.667	7.9	7.059	
%PROMEDIO	20.51	6.77	11.17	6.92	7.98	6.12	

PROMEDIO FINAL LONGITUD	20.51
PROMEDIO FINAL ANCHO	11.17
PROMEDIO FINAL ALTURA	7.98

V.D. (%) - Longitud	6.77
V.D. (%) - Ancho	6.92
V.D. (%) - Altura	6.12

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SipiÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 12% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 22/09/2018

VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO						
% V =		$\frac{DN - LP}{DN}$		L	A	H
				22	12	8.5
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 12% DE VIDRIO TRITURADO						
Muestra	L	V.D. %	A	V.D. %	H	V.D. %
	PROM.		PROM.		PROM.	
1	20.7	5.909	11.4	5.000	8	5.882
2	20.9	5.000	11.4	5.000	8	5.882
3	20.6	6.364	11.1	7.500	8.3	2.353
4	20.6	6.364	11.2	6.667	8.2	3.529
5	20.8	5.455	11.4	5.000	8	5.882
6	21.1	4.091	11.3	5.833	8	5.882
7	21	4.545	11.5	4.167	8.1	4.706
8	21.3	3.182	11.3	5.833	8.1	4.706
9	20.5	6.818	11.2	6.667	8	5.882
10	20.7	5.909	11.3	5.833	8.1	4.706
<b>%PROMEDIO</b>	<b>20.82</b>	<b>5.36</b>	<b>11.31</b>	<b>5.75</b>	<b>8.08</b>	<b>4.94</b>

PROMEDIO FINAL LONGITUD	20.82
PROMEDIO FINAL ANCHO	11.31
PROMEDIO FINAL ALTURA	8.08

V.D. (%) - Longitud	5.36
V.D. (%) - Ancho	5.75
V.D. (%) - Altura	4.94

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SipiÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 18% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 22/09/2018

VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO						
% V =		$\frac{DN - LP}{DN}$	L	A	H	
			22	12	8.5	
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 18% DE VIDRIO TRITURADO						
Muestra	L	V.D. %	A	V.D. %	H	V.D. %
	PROM.		PROM.		PROM.	
1	20.9	5.000	11.1	7.500	8	5.882
2	20.8	5.455	11.1	7.500	8	5.882
3	20.1	8.636	10.9	9.167	8.1	4.706
4	20.2	8.182	11.1	7.500	8.1	4.706
5	20.6	6.364	11.1	7.500	8	5.882
6	21	4.545	11.3	5.833	7.8	8.235
7	20.9	5.000	11.3	5.833	8.5	0.000
8	20.7	5.909	11.4	5.000	8.3	2.353
9	21	4.545	11.8	1.667	7.9	7.059
10	20.4	7.273	11.3	5.833	8.3	2.353
%PROMEDIO	20.66	6.09	11.24	6.33	8.10	4.71

PROMEDIO FINAL LONGITUD	20.66
PROMEDIO FINAL ANCHO	11.24
PROMEDIO FINAL ALTURA	8.10

V.D. (%) - Longitud	6.09
V.D. (%) - Ancho	6.33
V.D. (%) - Altura	4.71

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





**ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL**

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 24% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 22/09/2018

VARIABILIDAD DE DIMENSIONES DEL LADRILLO						
$% V = \frac{DN - LP}{DN}$				L	A	H
				22	12	8.5
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 24% DE VIDRIO TRITURADO						
Muestra	L	V.D. %	A	V.D. %	H	V.D. %
	PROM.		PROM.		PROM.	
1	21.1	4.091	11.3	5.833	8.8	-3.529
2	21.2	3.636	11.4	5.000	8.7	-2.353
3	21	4.545	11.2	6.667	8.6	-1.176
4	21	4.545	11.4	5.000	8.4	1.176
5	20.3	7.727	11.2	6.667	8	5.882
6	20.7	5.909	11.2	6.667	7.9	7.059
7	20.8	5.455	11.3	5.833	8	5.882
8	21.1	4.091	11.3	5.833	8.1	4.706
9	20.8	5.455	11.2	6.667	8.2	3.529
10	21	4.545	11.5	4.167	8	5.882
%PROMEDIO	20.90	5.00	11.30	5.83	8.27	2.71

PROMEDIO FINAL LONGITUD	20.90
PROMEDIO FINAL ANCHO	11.30
PROMEDIO FINAL ALTURA	8.27

V.D. (%) - Longitud	5.00
V.D. (%) - Ancho	5.83
V.D. (%) - Altura	2.71

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio





**ENSAYO DE ALABEO**

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA – PATRÓN  
**FECHA** : 30/09/2018

ALABEO EN LADRILLOS				
LADRILLO DE ARCILLA - PATRÓN				
MUESTRAS	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	0.00	0.00	2.00	1.00
2	0.00	0.00	2.00	2.00
3	0.00	1.00	2.00	4.00
4	0.00	0.00	4.00	4.00
5	0.00	1.00	2.00	2.00
6	0.00	0.00	3.00	3.00
7	0.00	1.00	5.00	2.00
8	1.00	1.00	2.00	3.00
9	0.00	0.00	4.00	4.00
10	0.00	0.00	1.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.10</b>	<b>0.40</b>	<b>2.70</b>	<b>2.70</b>

<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>	<b>1.40</b>
-----------------------------------------	-------------

<b>PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm.)</b>	<b>1.55</b>
-----------------------------------------	-------------

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.



## ENSAYO DE ALABEO

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 6% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 30/09/2018

ALABEO EN LADRILLOS				
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 6% DE VIDRIO TRITURADO				
MUESTRAS	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	1.00	1.00	1.00	4.00
2	2.00	2.00	5.00	5.00
3	1.00	2.00	2.00	1.00
4	0.00	0.00	2.00	2.00
5	1.00	0.00	2.00	3.00
6	1.00	0.00	2.00	2.00
7	0.00	1.00	1.00	1.00
8	0.00	0.00	2.00	2.00
9	1.00	2.00	2.00	3.00
10	1.00	0.00	3.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>2.20</b>	<b>2.50</b>

<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>	<b>1.50</b>
-----------------------------------------	-------------

<b>PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm.)</b>	<b>1.65</b>
-----------------------------------------	-------------

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.





## ENSAYO DE ALABEO

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 12% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 30/09/2018

ALABEO EN LADRILLOS				
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 12% DE VIDRIO TRITURADO				
MUESTRAS	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	0.00	1.00	2.00	2.00
2	1.00	0.00	4.00	2.00
3	0.00	1.00	2.00	3.00
4	0.00	0.00	1.00	2.00
5	0.00	1.00	2.00	2.00
6	0.00	1.00	1.00	2.00
7	0.00	0.00	3.00	2.00
8	0.00	1.00	5.00	1.00
9	0.00	0.00	1.00	2.00
10	0.00	1.00	2.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.10</b>	<b>0.60</b>	<b>2.30</b>	<b>2.00</b>

PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)	1.20
---------------------------------	------

PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm.)	1.30
---------------------------------	------

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.



## ENSAYO DE ALABEO

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"

**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH

**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 18% DE VIDRIO TRITURADO

**FECHA** : 30/09/2018

ALABEO EN LADRILLOS				
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 18% DE VIDRIO TRITURADO				
MUESTRAS	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	2.00	2.00	2.00	3.00
2	1.00	1.00	2.00	2.00
3	0.00	2.00	3.00	3.00
4	1.00	2.00	3.00	2.00
5	2.00	1.00	1.00	3.00
6	2.00	0.00	2.00	2.00
7	2.00	1.00	2.00	3.00
8	0.00	1.00	0.00	2.00
9	2.00	1.00	2.00	4.00
10	1.00	1.00	2.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.30</b>	<b>1.20</b>	<b>1.90</b>	<b>2.60</b>

PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)	1.60
---------------------------------	------

PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm.)	1.90
---------------------------------	------

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.



**ENSAYO DE ALABEO**

(NORMA E 0.70 ALBAÑILERIA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**TESISTAS** : CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR - MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR  
**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL  
**LUGAR** : DISTRITO :NUEVO CHIMBOTE – PROVINCIA: SANTA – DEPARTAMENTO: ANCASH  
**UNIDAD** : LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 24% DE VIDRIO TRITURADO  
**FECHA** : 30/09/2018

ALABEO EN LADRILLOS				
LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE 24% DE VIDRIO TRITURADO				
MUESTRAS	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	0.00	0.00	2.00	6.00
2	0.00	0.00	3.00	4.00
3	0.00	0.00	1.00	1.00
4	0.00	1.00	3.00	3.00
5	4.00	4.00	3.00	4.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00
7	0.00	2.00	1.00	1.00
8	2.00	2.00	2.00	3.00
9	1.00	1.00	3.00	2.00
10	2.00	1.00	3.00	3.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.00</b>	<b>1.20</b>	<b>2.20</b>	<b>2.80</b>

<b>PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm.)</b>	<b>1.60</b>
-----------------------------------------	-------------

<b>PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm.)</b>	<b>2.00</b>
-----------------------------------------	-------------

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.



## INFORME S18-125

<b>PROYECTO</b>	: TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"
<b>SOLICITA</b>	: TESISISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR MILLONES SIPION FRANK JUNIOR
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 13/10/2018

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLOS DE ARCILLA SOLIDO NTP 399.604

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	Kilogr. Fza (Kgf)	fb Kg/cm <sup>2</sup>
	L	A	H			
1 PATRON M-1	208.8	117.30	78.10	244.92	10472.70	42.76
2 PATRON M-2	211.8	117.70	79.40	249.29	8500.47	34.10
3 PATRON M-3	212.9	116.80	79.70	248.67	11965.68	48.12
4 PATRON M-4	202.9	114.90	78.20	233.13	12634.81	54.20
5 PATRON M-5	219.3	123.00	77.80	269.74	15459.02	57.31
<b>PROMEDIO</b>	<b>211.14</b>	<b>117.94</b>	<b>78.64</b>	<b>415.25</b>	<b>19677.56</b>	<b>47.30</b>

fb: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

  
**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738  
 V°B°



## INFORME S18 -126

**PROYECTO** : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"  
**SOLICITA** : TESISISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR  
 MILLONES SIPION FRANK JUNIOR  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash  
**FECHA** : 13/10/2018

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLOS DE ARCILLA SOLIDO NTP 399.604

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	Kilogr. Fza (Kgf)	f'b Kg/cm <sup>2</sup>
	L	A	H			
1 6% M-1	212.3	113.60	79.10	241.17	18471.12	76.59
2 6% M-2	210.3	114.70	79.60	241.21	7539.98	31.26
3 6% M-3	209.6	114.50	80.20	239.99	17751.75	73.97
4 6% M-4	207.4	113.30	80.90	234.98	12166.62	51.78
5 6% M-5	209.8	114.70	77.80	240.64	11238.28	46.70
<b>PROMEDIO</b>	<b>209.88</b>	<b>114.16</b>	<b>79.52</b>	<b>399.33</b>	<b>22389.25</b>	<b>56.06</b>

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm2

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

V°B°:.....



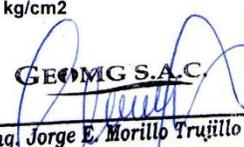
## INFORME S18 -127

<b>PROYECTO</b>	: TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"
<b>SOLICITA</b>	: TESISISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR MILLONES SIPION FRANK JUNIOR
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 13/10/2018

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLOS DE ARCILLA SOLIDO NTP 399.604

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	Kilogr. Fza (Kgf)	fb Kg/cm <sup>2</sup>
	L	A	H			
1 12% M-1	207.8	114.00	78.30	236.89	17366.95	73.31
2 12% M-2	210.8	114.50	81.00	241.37	25489.95	105.61
3 12% M-3	209.0	113.50	81.20	237.22	13613.39	57.39
4 12% M-4	206.5	113.00	82.50	233.35	17076.59	73.18
5 12% M-5	212.0	114.00	76.50	241.68	14301.61	59.18
<b>PROMEDIO</b>	<b>209.22</b>	<b>113.80</b>	<b>79.90</b>	<b>396.83</b>	<b>29282.83</b>	<b>73.73</b>

fb: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

  
**GEOMG S.A.C.**  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738



V°B°.....

## INFORME S18 -128

<b>PROYECTO</b>	: TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"
<b>SOLICITA</b>	: TESISISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR MILLONES SÍPION FRANK JUNIOR
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 13/10/2018

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLOS DE ARCILLA SOLIDO NTP 399.604

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	Kilogr. Fza (Kgf)	f'b Kg/cm <sup>2</sup>	
	L	A	H				
1	18% M-1	210.0	114.50	83.00	240.45	19310.04	80.31
2	18% M-2	208.6	115.00	76.00	239.87	9714.15	40.50
3	18% M-3	212.0	114.50	78.50	242.74	16598.35	68.38
4	18% M-4	212.5	114.00	82.00	242.25	13978.10	57.70
5	18% M-5	210.5	114.50	78.00	241.02	18390.74	76.30
<b>PROMEDIO</b>		<b>210.72</b>	<b>114.50</b>	<b>79.50</b>	<b>402.11</b>	<b>25997.13</b>	<b>64.64</b>

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

V°B°:.....



## INFORME S18 -129

<b>PROYECTO</b>	: TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018"
<b>SOLICITA</b>	: TESISISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR MILLONES SIPION FRANK JUNIOR
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 13/10/2018

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLOS DE ARCILLA SOLIDO NTP 399.604

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	Kilogr. Fza (Kgf)	fb Kg/cm <sup>2</sup>	
	L	A	H				
1	24% M-1	207.5	115.50	79.50	239.66	10008.53	41.76
2	24% M-2	211.0	114.50	77.50	241.60	9934.18	41.12
3	24% M-3	211.5	115.00	83.50	243.23	14197.12	58.37
4	24% M-4	212.0	113.50	84.50	240.62	10957.97	45.54
5	24% M-5	211.0	114.00	78.50	240.54	11305.60	47.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>210.60</b>	<b>114.50</b>	<b>80.70</b>	<b>401.88</b>	<b>18801.13</b>	<b>46.76</b>

fb: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIR. N° 68738

V°B°.....



## INFORME S18 -155

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018
<b>SOLICITA</b>	: TESISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR MILLONES SIPION FRANK JUNIOR
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 10/11/2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
<b>Tipo de Unidad:</b>	Pila	<b>Clase:</b>	Ladrillo de Arcilla Artesanal
<b>Muestra:</b>	PATRON		

#### DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	21.05	20.95	21.00	11.82	11.55	11.69	27.62	28.00	27.81
PILA 2	21.67	21.87	21.77	11.96	11.99	11.98	27.32	27.48	27.40

#### DIMENSIONES DE LAS PILAS

Unidad	EDAD (Días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	21.00	11.69	27.81	245.39	2.38	0.77
PILA 2	28.00	21.77	11.98	27.40	260.70	2.29	0.77

#### RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	fm Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PILA 1	21.00	11.69	245.39	3988.88	17.030	1.67
PILA 2	21.77	11.98	260.70	6445.07	25.489	2.50

$$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$$

$$f'_m = f_m - S$$

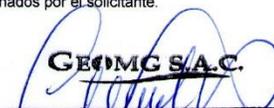
	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (fm)	21.260	2.08
Desviación estandar (S)	5.98	0.59
fm	15.278	1.50

Resistencia característica a compresión axial:

$$f_m = 15.278 \text{ KN/cm}^2 : 1.50 \text{ MPa}$$

Nota: No cumple con las especificaciones de resistencia característica de la albañilería de pilas según la Norma E-070 que debe ser de 3.4 MPa mínimo para pilas de ladrillo de arcilla King Kong Artesanal

Observaciones: Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.  
  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738



## INFORME S18 -156

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018
<b>SOLICITA</b>	: TESISTAS: CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR MILLONES SIPION FRANK JUNIOR
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 10/11/2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
<b>Tipo de Unidad:</b>	Pila	<b>Clase:</b>	Ladrillo de Arcilla Artesanal	<b>Muestra:</b> LADRILLO CON ADICION DEL 12%

### DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	20.72	20.67	20.70	11.48	11.49	11.49	27.81	27.79	27.80
PILA 2	21.00	21.28	21.14	11.31	11.59	11.45	27.25	27.72	27.49

### DIMENSIONES DE LAS PILAS

Unidad	EDAD (Días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	20.70	11.49	27.80	237.68	2.42	0.78
PILA 2	28.00	21.14	11.45	27.49	242.05	2.40	0.78

### RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	fm Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PILA 1	20.70	11.49	237.68	8853.65	38.028	3.73
PILA 2	21.14	11.45	242.05	9541.10	40.194	3.94

$$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$$

$$f'_m = f_m - S$$

	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (fm)	39.111	3.84
Desviación estandar (S)	1.53	0.15
fm	37.580	3.69

Resistencia característica a compresión axial:

$$f_m = 37.580 \text{ KN/cm}^2 ; 3.69 \text{ MPa}$$

Nota: Cumple con las especificaciones de resistencia característica de la albañilería de pilas según la Norma E-070 que debe ser de 3.4 MPa mínimo para pilas de ladrillo de arcilla King Kong Artesanal

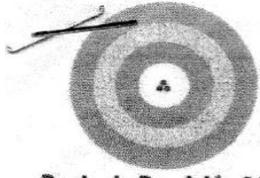
Observaciones: Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

VºBº..... **Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
CIP N° 68738



**ANEXO N°08:  
CERTIFICADOS DE  
CALIBRACIÓN**



Punto de Precisión SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 178 - 2018**

Página : 1 de 2

Expediente : T 188-2018  
Fecha de emisión : 2018-05-29

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : DGSJ  
Modelo de Prensa : CC-30010  
Serie de Prensa : 120  
Capacidad de Prensa : 100 t  
Marca de indicador : ADMET  
Modelo de Indicador : NO INDICA  
Serie de Indicador : PAR-0712073  
Marca de Transductor : DYNISCO  
Modelo de Transductor : PT-130-10M  
Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE GEOMG S.A.C.  
23 - MAYO - 2018

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	21,7
Humedad %	73	74

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 178 - 2018

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10093	10094	-0,93	-0,94	10094	-0,93	-0,01
20000	20198	20196	-0,99	-0,98	20197	-0,98	0,01
30000	30285	30287	-0,95	-0,96	30286	-0,94	-0,01
40000	39896	39901	0,26	0,25	39899	0,25	-0,01
50000	49910	49949	0,18	0,10	49930	0,14	-0,08
60000	60562	60578	-0,94	-0,96	60570	-0,94	-0,03
70000	70689	70692	-0,98	-0,99	70691	-0,98	0,00

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 0,9999$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9921x + 78,415$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

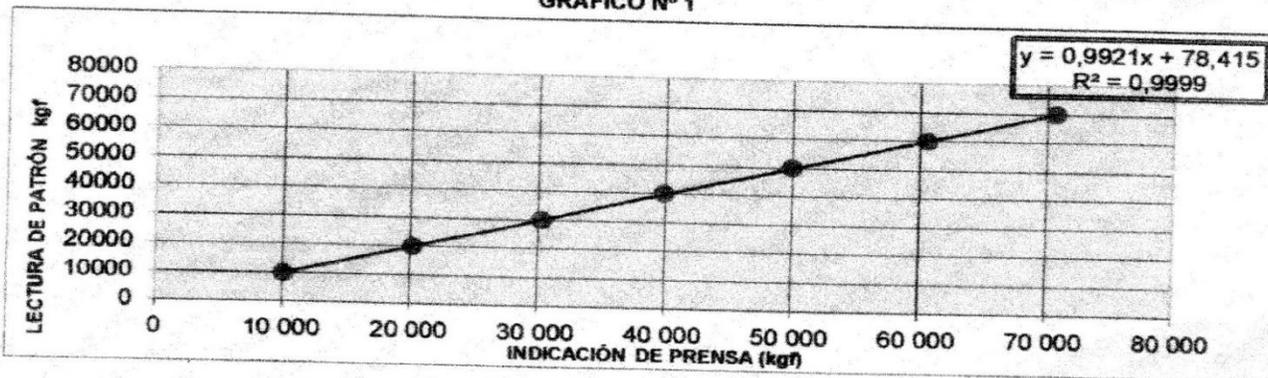
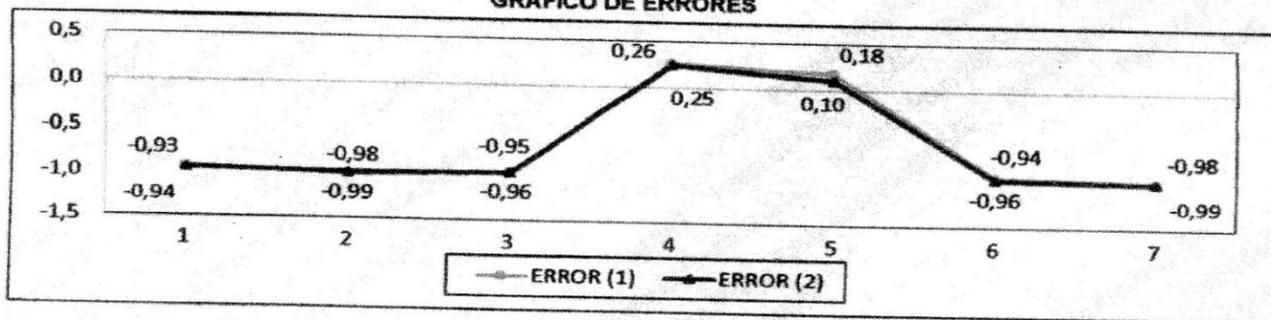


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

**ANEXO N°09:  
PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE LOS  
LADRILLOS DE  
ARCILLA ARTESANAL  
CON ADICIÓN DE  
VIDRIO TRITURADO  
RECICLADO**

Para la fabricación de los ladrillos de arcilla artesanal con adición de vidrio triturado reciclado se realizó los siguientes procedimientos:

1.- Se reciclaron botellas de vidrio transparentes la cantidad de 100 kg. Luego se procedió a lavar las botellas y posteriormente triturarlas para ser llevadas al laboratorio de la Universidad César Vallejo y realizar el análisis granulométrico por tamizado.

2.- Se realizó el análisis granulométrico del vidrio; se utilizó como muestra para la adición lo pasante del tamiz N°16, luego se procedió a pesar y ser colocadas en bolsas las cantidades de 219gr., 438 gr., 657 gr., 876 gr., para los porcentajes de adición de 6%, 12%,18% y 24% respectivamente.

3.- La materia prima utilizada para la elaboración de los ladrillos de arcilla artesanal fue extraída con pico y pala de la cantera de la misma ladrillera, llevado al laboratorio de la Universidad San Pedro para determinar el tipo de suelo.

4.- Para la fabricación del ladrillo de arcilla artesanal se realizó la premezcla de la arcilla, la arena humedecida amasando con ayuda de manos y pies hasta lograr su homogeneidad y el vidrio triturado reciclado de acuerdo al porcentaje de adición; se dejó la masa reposando hasta el siguiente día para lograr que los terrones más pequeños de arcilla se deshagan y la mezcla con vidrio se adhiera mejor y sea más consistente adquiriendo la textura requerida para su moldeo. Se retiraron las impurezas de arcilla y tierra como raíces de plantas, restos de arbustos y piedras manualmente.

5.- Al siguiente día se realizó el proceso de labranza en donde la mezcla es moldeada para darle la forma de la unidad de albañilería requerida en la gavera utilizada por la ladrillera Santa Rosa, cuyas dimensiones fueron 22cm de largo, 12cm de ancho y 8.5cm de alto. Se empleó arena fina como desmoldante colocándose al interior de la gavera, luego se colocó la mezcla en la gavera y posteriormente se realizó el retiro de la mezcla para su proceso de secado de una forma más fácil y evitar que la mezcla se pegue en la gavera.

6.- Para el proceso de secado, las unidades crudas recién desmoldadas fueron colocadas en un espacio firme y abierto; las cuales fueron secadas por acción natural del sol y el viento. Dicho proceso se realiza para que las unidades crudas pierdan cierta cantidad de humedad y puedan ser llevadas al horno. El proceso de secado duró 5 días, al tercer día las unidades crudas fueron giradas para un secado homogéneo.

7.- Al quinto día del secado, las unidades fueron llevadas al horno, se colocaron a lo largo del horno en la cuarta fila. Las briquetas de carbón se colocaron en la base del horno, donde se utilizaron ladrillos enteros como una parrilla y encima se colocaron las briquetas de carbón en tres capas. Debajo de la parrilla se colocó la leña para el encendido del horno.

8.- El proceso del encendido fue el siguiente, se inicia cuando las briquetas se encienden totalmente y es en este momento que se comienza a sellar el horno, solo dejando pequeñas aberturas en las esquinas superiores para que se pueda visualizar el avance. A partir de ese momento empieza el proceso de quemado en donde se trata de mantener el fuego encendido para que logre la cocción requerida hasta la parte superior del horno. Dicho proceso duró 5 días.

9.- Después de los 5 días de cocción se procedió a la descarga del horno, en donde se abrieron las ventanas de ventilación del horno para el proceso de enfriamiento de las unidades de albañilería, dicho proceso duró 5 días realizándose por acción de las corrientes de aire.

10.- Después de los 5 días de enfriamiento de las unidades de albañilería, se realizó la clasificación y despacho en donde los ladrillos son descargados y apilados alrededor del horno, para luego ser clasificados de acuerdo al resultado de la cocción.

**ANEXO N°10:  
CÁLCULOS PARA LA  
ELABORACIÓN DE  
LOS ENSAYOS**

## CÁLCULOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ENSAYOS

### Análisis granulométrico por hidrómetro

		%RETENIDO	DIÁMETRO(mm)
<b>Arena</b>	38.772	19.926	0.1755
		18.846	0.0891
<b>Limo</b>	70.092	17.766	0.0359
		17.874	0.0119
		17.334	0.006
		17.118	0.003
<b>Arcilla</b>	40.23	15.93	0.0015
		12.204	0.0008
		12.096	0.0001

Total de retenido: 149.094%

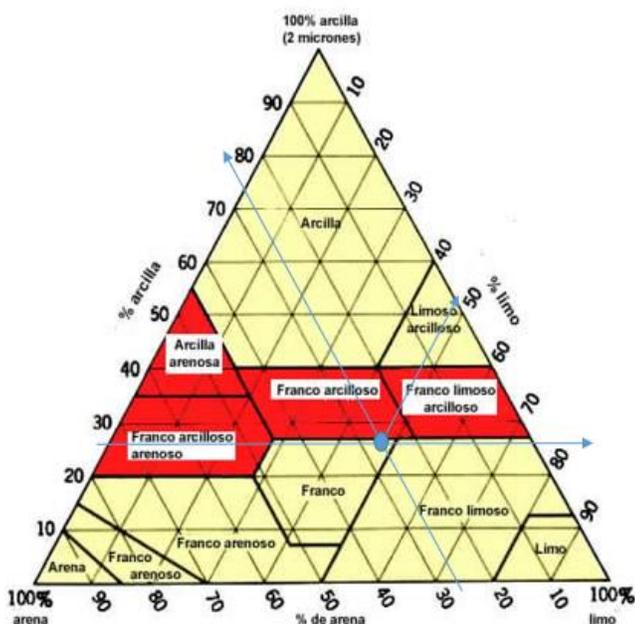
### De acuerdo al análisis granulométrico por tamizado – lavado

	Desde	Hasta	%
<b>Arena fina</b>	0.05	2.0	25.1
<b>Limo</b>	0.002	0.05	
<b>Arcilla</b>	<	0.002	74.9

Teniendo un 74.9% de limo y arcilla

### De acuerdo al análisis granulométrico por hidrómetro

Según el diagrama triangular para la determinación de la textura de suelo, clasificación del USDA:



	Desde	Hasta	%
<b>Arena fina</b>	0.05	2.0	26
<b>Limo</b>	0.002	0.05	47
<b>Arcilla</b>	<	0.002	27

Teniendo un 47% de limo y 27% arcilla

### Vidrio utilizado para la fabricación del ladrillo

Arcilla (gr)	% Vidrio	Vidrio (gr)	Ladrillos	Total Vidrio (gr)
3650	6.00%	219	31	6789
	12.00%	438		13578
	18.00%	657		20367
	24.00%	876		27156
				67890

Para la elaboración de los 31 ladrillos con adición de vidrio triturado reciclado se utilizó 67.89 kg de vidrio

### Materia prima para la fabricación de 1 unidad de albañilería

Materia prima	Cantidad (kg/ladrillo)
Arcilla	3.650
Arena fina	1.5
Agua	0.8

### Materia prima para la fabricación de 8 unidades de albañilería

Materia prima	Cantidad (kg/ladrillos)
Arcilla	29.2
Arena fina	12
Agua	6.4

## Mortero para la fabricación de prismas

### CONCRETO PARA MORTERO

Proporción	Relación	Cemento(Bolsas)	Arena(m3)	Agua (m3)
1:4	0.72	8.9	1	0.272

### EN KILOGRAMOS

Cemento(kg.)	Arena(kg.)	Agua (kg.)
378.25	1450	272

### PARA 1KG. DE CEMENTO

Cemento(kg.)	Arena(kg.)	Agua (kg.)
1	3.83	0.72

**ANEXO N°11:**

**PANEL**

**FOTOGRAFÍCO**

## RECICLAJE DEL VIDRIO

**FIGURA N°1, N°2, N°3, N°4:** Reciclaje de botellas de vidrio - sódico cálcico



**FIGURA N°5, N°6:** Lavado de botellas de vidrio reciclado



**FIGURA N°7, N°8:** Trituración de botellas de vidrio reciclado



**FIGURA N°9, N°10:** Vidrio triturado reciclado llevado al laboratorio en sacos para realizar su análisis granulométrico.



### **ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL VIDRIO**

**FIGURA N°11, N°12, N°13, N°14:** Se seleccionó una muestra de 592 gr. de vidrio triturado reciclado para luego realizar el tamizado del vidrio triturado reciclado por las mallas N°16, N°20, N°40, N°50, N°100, N°200, finalmente se pesó el material retenido en cada tamiz.





**FIGURA N°15:** Muestras de vidrio triturado reciclado pesadas al 6%, 12%,18%,24% del peso de arcilla de un ladrillo artesanal para luego ser llevados a la ladrillera.



## **PROCESO DE ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA PATRONES**

**FIGURA N°16:** Extracción de la materia prima para la elaboración de los ladrillos.



**FIGURA N°17, N°18:** Pesado de arcilla para la elaboración de ladrillos artesanales.



**FIGURA N°19, N°20, N°21:** Adición del vidrio triturado reciclado en 6%,12%,18%,24% con respecto al peso de la arcilla de un ladrillo de arcilla artesanal.



**FIGURA N°22, N°23, N°24:** Mezcla del vidrio triturado reciclado con arcilla y agua, se dejó reposar la mezcla hasta el día siguiente para que tenga buena adherencia la arcilla con el vidrio triturado reciclado.



**FIGURA N° 25:** Gavera utilizada para la elaboración de los ladrillos de arcilla artesanal con vidrio triturado reciclado. (22cm x 12cm x 8.5cm)



**FIGURA N°26, N°27:** Al día siguiente se limpia la gavera con arena fina para evitar que se pegue la mezcla.



**FIGURA N°28, N°29:** Amasado y mezclado del material arcilloso para la elaboración de los ladrillos patrones.



**FIGURA N°30, N°31:** Retiro de material excedente de la gavera.



**FIGURA N°32, N°33, N°34:** Desmolde de los ladrillos en un terreno firme para su respectivo secado, donde al tercer día se volteó las caras de los ladrillos para permitir el secado en ambas caras, este proceso de secado duró 5 días.



### **PROCESO DE ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA ADICIONANDO VIDRIO TRITURADO RECICLADO**

**FIGURA N°35, N°36:** Elaboración de los ladrillos de arcilla artesanal con vidrio triturado reciclado (amasado) y colocación de la mezcla en la gavera, cabe resaltar que se usó los implementos de seguridad como: guantes gafas de seguridad y mascarillas de protección respiratoria.



**FIGURA N° 37, N°38, N°39, N°40:** Colocación de un solo golpe la mezcla en la gavera y retiro de material excedente.



**FIGURA N°41, N°42, N°43, N°44:** Con ayuda de una cortadora retirando lo excedente en la gavera y desmolde de los ladrillos con vidrio triturado reciclado en un terreno firme(tendales) para su respectivo secado.



**FIGURA N°45, N°46, N°47, N°48:** Secado de los ladrillos de arcilla artesanal con adición de 6%,12%, 18%,24% de vidrio triturado reciclado.



**FIGURA N°49:** Volteo de los ladrillos de arcilla artesanal y con adición de 6%,12%, 18%,24% de vidrio triturado reciclado después de tres días para su secado uniforme en todas sus caras.



**FIGURA N°50, N°51, N°52, N°53:** Carga al horno de los ladrillos secados después de cinco días y colocación de carbón para su proceso de cocción.

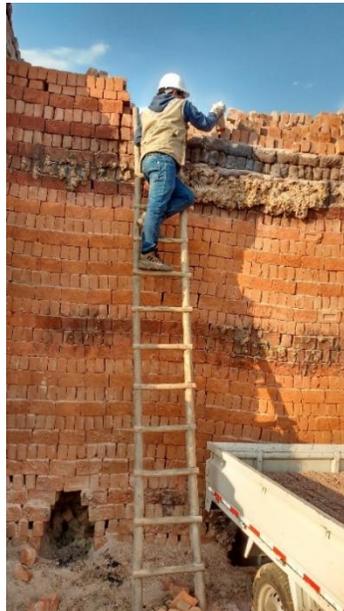


**FIGURA N°54, N°55:** Leña utilizada para el proceso de cocción.



## DESCARGA Y TRANSPORTE

**FIGURA N°56, N°57, N°58, N°59:** Descarga de ladrillos de arcilla y ladrillos de arcilla con adición de vidrio triturado reciclado después de cinco días de cocción de la ladrillera Santa Rosa - Santa.



**FIGURA N°60, N°61, N°62:** Transporte de ladrillos de arcilla y ladrillos de arcilla con adición de vidrio triturado reciclado de la ladrillera Santa Rosa – Santa, llevados al laboratorio de la Universidad César Vallejo para sus posteriores estudios.



## PROPIEDADES FÍSICAS: ABSORCIÓN

**FIGURA N°63:** Ladrillo pesado en estado seco.



**FIGURA N°64, N°65, N°66:** Ladrillos remojados en tinas con agua durante 24 horas para luego obtener su peso saturado.



**FIGURA N°67, N°68, N°69:** Muestras sacadas de los recipientes después de 24 horas de remojo.



**FIGURA N°70, N°71:** Muestras siendo marcadas de acuerdo a los porcentajes adicionados (6%,12%,18%,24%) de vidrio triturado reciclado en los ladrillos, posteriormente se le realizó su pesado de cada una de ellas.



## PROPIEDADES FÍSICAS: DENSIDAD

**FIGURA N°72:** Se utilizaron 5 muestras de cada unidad de albañilería teniendo un total de 25 muestras para el ensayo de densidad.



**FIGURA N°73:** En primer lugar, se utilizó una regla de 30 cm para determinar las medidas del largo, ancho y alto de dichas muestras.



**FIGURA N°74:** Posteriormente para determinar el ensayo de densidad se pesó las 25 muestras de ladrillos patrón y ladrillos con adición de 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio triturado reciclado.



## PROPIEDADES FÍSICAS: VARIABILIDAD DIMENSIONAL

**FIGURA N°75, N°76, N°77, N°78, N°79:** Se utilizaron 10 muestras de ladrillos patrones y 10 muestras de cada porcentaje adicionado teniendo un total de 50 ladrillos para el ensayo de variabilidad dimensional.



**FIGURA N°80:** Se colocaron los ladrillos en una superficie lisa.



**FIGURA N°81, N°82:** Se limpió con una brocha la superficie de cada ladrillo para su correcta medición y se marcaron cada muestra para su identificación.



**FIGURA N°83, N°84:** Se procedió a medir las dimensiones con una regla metálica de 30 cm graduada cada mm.



**FIGURA N°85:** Se realizaron apuntes de las dimensiones de cada ladrillo.



### **PROPIEDADES FÍSICAS: ALABEO**

**FIGURA N°86:** Se utilizaron 10 muestras de ladrillos patrones y 10 muestras de cada porcentaje adicionado teniendo un total de 50 ladrillos para el ensayo de alabeo.



**FIGURA N°87, N°88, N°89, N°90:** Los materiales utilizados para el ensayo de alabeo fueron: una brocha, una regla milimetrada desde un extremo de 1mm, una cuña de medición de: 80 mm de longitud x 16 mm de ancho x 16 mm de espesor en un extremo; dicha cuña fue graduada y numerada en divisiones de 1mm.



**FIGURA N°91, N°92:** Se colocaron las muestras sobre una superficie lisa y se procedió a limpiar los ladrillos antes de su medición con una brocha para tomar las medidas correctas, posteriormente se colocó la regla milimetrada en forma diagonal a la cara del ladrillo, luego se introdujo la cuña graduada correspondiente a la flecha máxima, posteriormente se efectuó la lectura y se registró el valor obtenido.



**FIGURA N° 93, N°94:** Se tomó 4 medidas para encontrar la concavidad y convexidad de los ladrillos. (2 en la cara superior y 2 en la cara inferior)

**MEDICIONES EN LA CARA SUPERIOR DEL LADRILLO**



**MEDICIONES EN LA CARA INFERIOR DEL LADRILLO**



**ENSAYO DEL LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO**

**FIGURA N° 95, N°96, N°97:** Para la realización del ensayo del límite líquido y plástico se realizó el tamizado y se seleccionó 200 gr del tamiz pasante de N°40 (tamiz N°50)



**FIGURA N° 98, N°99:** Utilización de la copa Casagrande para la determinación del índice de plasticidad, colocación de la mezcla en la copa Casagrande.



**FIGURA N°100, N°101:** Pesado de taras con muestras y llevados al horno durante 24 horas.



**FIGURA N°102, N°103, N°104, N°105, N°106:** Muestras de arcilla sacadas del horno.

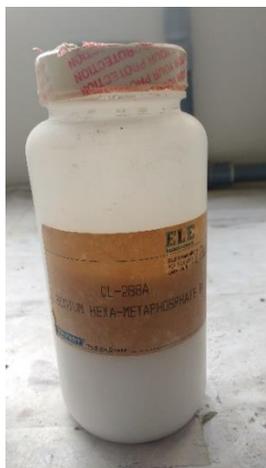


## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDRÓMETRO

**FIGURA N°107:** Se seleccionó una muestra de 50gr. del suelo totalmente seco pasante por la malla n°200.



**FIGURA N°108, N°109, N°110, N°111, N°112:** Se utilizó los siguientes materiales: agua destilada, agente defloculante (hexametáfosfato de sodio), dos recipientes, dos probetas de un litro, una agitadora.



**FIGURA N°113, N°114, N°115:** En un recipiente se colocó 50 gr. de la muestra del suelo agregándole suficiente agua destilada hasta que la muestra quede totalmente sumergida, luego se mezcló con 40gr. de agente defloculante, dejándolo remojar por una noche.



**FIGURA N°116, N°117:** Paralelamente se tomó 1000 ml de agua destilada colocándose en una probeta.



**FIGURA N°118, N°119, N°120, N°121, N°122:** Al día siguiente se colocó la muestra al agitador eléctrico agregándole agua destilada hasta llegar a 1000 ml, se agitó durante 1 minuto, luego se tomó las lecturas al minuto, 2, 5, 15, 60, 120, 250, 1440 minutos, después de cada una de estas lecturas, se extrajo el hidrómetro cuidadosamente de la suspensión y se colocó en el cilindro graduado con agua limpia.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (f´b)**

**FIGURA N°123:** Se realizó el refrentado de las muestras de ladrillos con yeso.



**FIGURA N°124, N°125:** Muestras de ladrillo patrón antes y después de haber sido sometido a la resistencia a la compresión.



**FIGURA N°126, N°127:** Muestra de ladrillo con 6% de adición de vidrio triturado reciclado antes y después de haber sido sometido a la resistencia a la compresión.



**FIGURA N°128, N°129:** Muestra de ladrillo con 12% de adición de vidrio triturado reciclado antes y después de haber sido sometido a la resistencia a la compresión.



**FIGURA N°130, N°131:** Muestra de ladrillo con 18% de adición de vidrio triturado reciclado antes y después de haber sido sometido a la resistencia a la compresión.



**FIGURA N°132, N°133:** Muestra de ladrillo con 24% de adición de vidrio triturado reciclado antes y después de haber sido sometido a la resistencia a la compresión.



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS(f'm)

**FIGURA N°134:** Se remojó las muestras de unidades de albañilería para la realización de prismas.



**FIGURA N°135, N°136, N°137:** Dosificación de mortero para la realización de los prismas, 1000gr. de cemento, 3830 gr. de arena gruesa y 720ml. de agua.



**FIGURA N°138, N°139:** Colocación de mortero y nivelación de primer ladrillo de prisma.



**FIGURA N°140, N°141:** Medición de mortero y nivelación de tercer ladrillo colocado en prisma.



**FIGURA N°142, N°143:** Refrentado de prismas con yeso.



**FIGURA N°144:** Tesistas realizando prismas de ladrillos de albañilería.



**FIGURA N°145, N°146:** Prisma de ladrillo patrón (P1) antes y después de haber sido sometido a fuerza de compresión a los 28 días, falla a tracción lateral.



**FIGURA N°147, N°148:** Prisma de ladrillo patrón (P2) antes y después de haber sido sometido a fuerza de compresión a los 28 días, falla a tracción lateral.



**FIGURA N°149, N°150:** Prisma de ladrillo con el 12% de adición de vidrio triturado reciclado (P3) antes y después de haber sido sometido a fuerza de compresión a los 28 días, falla a tracción lateral.

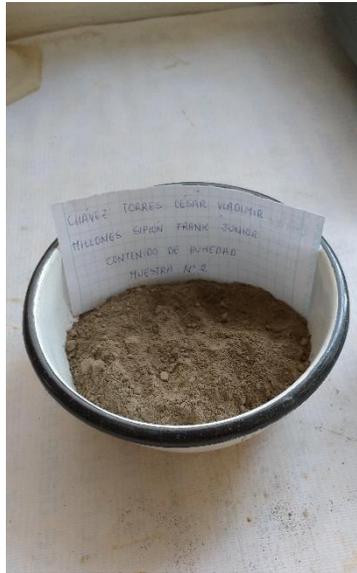


**FIGURA N°151, N°152:** Prisma de ladrillo con el 12% de adición de vidrio triturado reciclado (P4) antes y después de haber sido sometido a fuerza de compresión a los 28 días, falla a tracción lateral.



## CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARCILLA

**FIGURA N°153, N°154, N°155, N°156, N°157:** Se seleccionó 2 muestras para el ensayo de contenido de humedad de arcilla identificadas cada una, luego se colocaron las taras con el material del agregado dentro de horno por 16 horas a una temperatura de 100°C, para luego pesar el material seco.



### **CONTENIDO DE HUMEDAD DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO**

**FIGURA N°158, N°159:** Se seleccionó 2 muestras para el contenido de humedad del vidrio triturado reciclado identificadas cada una, luego se colocaron las taras con el material del agregado dentro de horno por 16 horas a una temperatura de 100°C, para luego pesar el material seco.



### **PESO ESPECÍFICO DE LA ARCILLA**

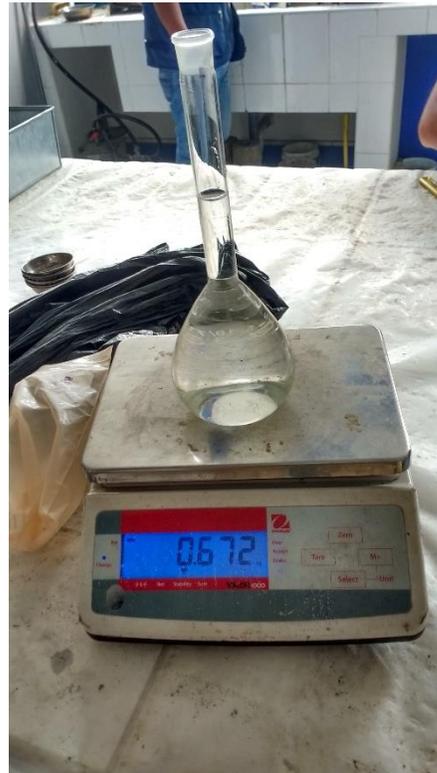
**FIGURA N°160, N°161, N°162, N°163, N°164:** Se escogió 500g del agregado fino para realizar el peso específico de la arcilla con ayuda del picnómetro.





### PESO ESPECÍFICO DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO

FIGURA N°165, N°166, N°167: Se seleccionó 300 gr. para realizar el peso específico del vidrio triturado reciclado.





### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

**FIGURA N°168:** Se seleccionó 500 gr. para realizar este ensayo sometiéndola a secado en una estufa.



**FIGURA N°169, N°170:** Después de secar y determinar la masa, se colocó la muestra de ensayo en el recipiente y se agregó suficiente cantidad de agua para cubrirla.



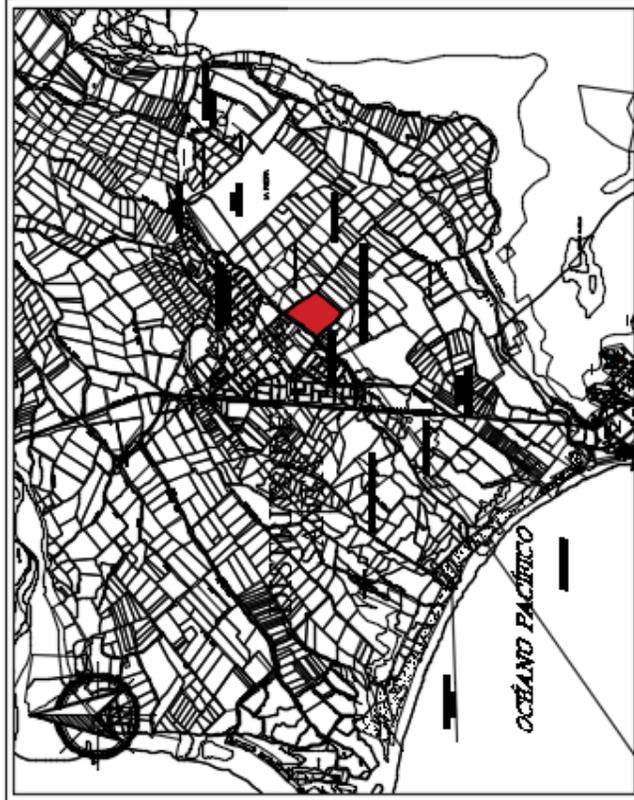
**FIGURA N°171:** Se agitó la muestra con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz N° 200 de las partículas gruesas y llevar el material fino a suspensión. De inmediato se vertió el agua de lavado con el material fino en suspensión sobre el juego de tamices armado.



**FIGURA N°172, N°173, N°174, N°175:** Se determinó el peso retenido por cada tamiz.



**ANEXO N°12:  
PLANO DE  
UBICACIÓN Y  
LOCALIZACIÓN**

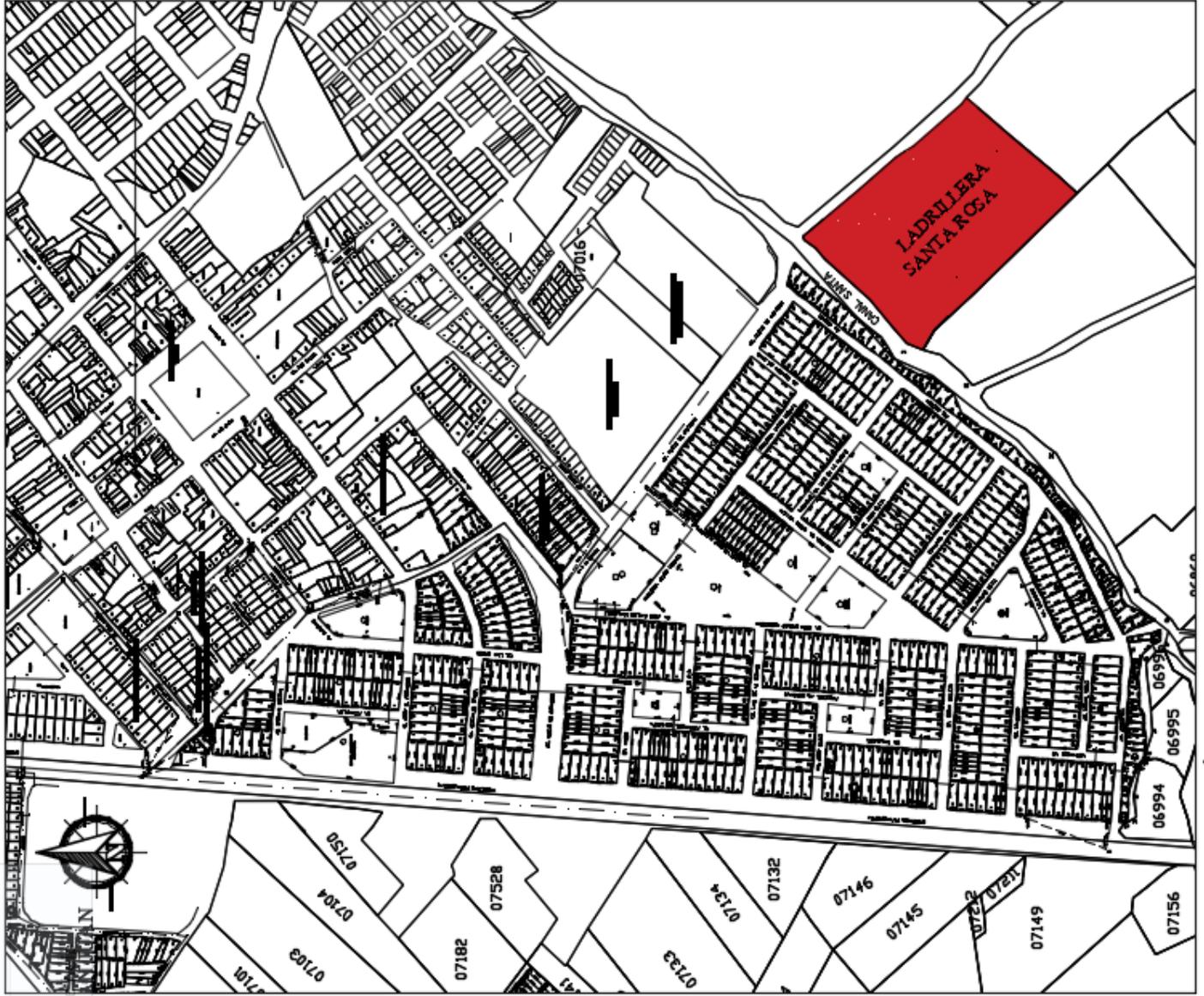


ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN  
ESCALA 1:50000

LADRILLERA:	SANTA ROSA
UBICACIÓN:	AV. NUEVE DE OCTUBRE
PROPIETARIO:	ALEXIS WILSON DE LA CRUZ MARIN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLE JO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TÍTULO: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL - DISTRITO DE SANTA - ANICASH - 2018"	
TESIS/AS	CÉSAR VLADIMIR CHAVEZ TORRES
TEMÁTICA:	FRANK JUNIOR MILLONES SÍPIÓN
PLANO	UBICACIÓN
ESCALA	INDICADA
FECHA:	DICIEMBRE - 2018
DEPARTAMENTO:	ANICASH
PROVINCIA:	SANTA
DISTRITO:	SANTA

**UL-01**



PLANO DE UBICACIÓN  
ESCALA 1:5000

## ANEXO N° 13: ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	--------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL – DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018", del (de la) estudiante MILLONES SIPIÓN FRANK JUNIOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 7 de Diciembre del 2018

Dr. RIGOBERTO CERNA CHÁVEZ

DNI: 32942267

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL – DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2018", del (de la) estudiante CHÁVEZ TORRES CÉSAR VLADIMIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 7 de Diciembre del 2018



.....  
 Dr. RIGOBERTO CERNA CHÁVEZ

DNI: 32942267

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

ANEXO N° 14: FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

CHAVEZ TORRES CESAR VLADIMIR  
D.N.I. : 72280543  
Domicilio : Av. Prolong. Pardo 1279 Miramar Alto  
Teléfono : Fijo : 322144 Móvil : 947838166  
E-mail : vladimirchavezt@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Civil  
Carrera : Ingeniería Civil  
Título : Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Chavez Torres Cesar Vladimir  
Mellones Sipcon Frank Junior

Título de la tesis:

"Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado  
en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal - Distrito de Santa  
- Ancash 2018"

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN  
ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha: 07/12/18



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

MILLONES SIBION FRANK JUNIOR  
D.N.I. : 7.060.6743  
Domicilio : Urb. El Acero, Hg. 4º Lt. 17  
Teléfono : Fijo : Móvil : 952531540  
E-mail : frankmisi@hotmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Civil  
Carrera : Ingeniería Civil  
Título : Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Chaves Torres César Vladimír  
Millones Sibion Frank Junior

Título de la tesis:

Influencia de la adición del vidrio Tritorado reciclado en las  
propiedades del ladrillo de arcilla artesanal - Distrito de Santa - Ancash - 2018

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha : 07-12-18

ANEXO N° 15: FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CHAVEZ TORRES, CESAR VLADIMIR

INFORME TÍTULADO:

“ INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA ANCASH - 2018”

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: viernes, 07 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE ( 17 )



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN  
DE E. P. INGENIERÍA CIVIL



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. Ingeniería Civil

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MILLONES SIPION, FRANK JUNIOR

INFORME TITULADO:

“INFLUENCIA DE LA ADICION DEL VIDRIO TRITURADO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL, DISTRITO DE SANTA ANCASH – 2018”

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: viernes, 07 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE (17)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

DE E.P. INGENIERÍA CIVIL